مجلة تاريخ العلوم العربية

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد العاشر — العددان الأول والثاني — ٩٢ - ٩٣ - ١٩٩٤ م

محتويات العدد

القسم العربي

نصوص محققة

مؤتمرات وندوات

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

افتتاحية

يسعدنا أن نضع بين أيديكم المجلد العاشر (٩٢ ـ ٩٣ ـ ١٩٩٤ م) من مجلة تاريخ العلوم العربية والمتضمن نتاج عمل الباحثين الدؤوب في الكشف عن التراث العلمي في الحضارة العربية والاسلامية ٠

وقد تضمن هذا المجلد أبحاثا غنية ومتنوعة تتطرق لمواضيع شتى في الفلك والرياضيات والطب وتاريخ العلم وفلسفته ، بالاضافة لنشر نصوص محققة وموضوعات أخرى ٠

اننا نأسف لتأخر صدور المجلة بشكل سنوي ومنتظم ، وهذا نتيجة حرص ادارة المعهد على نشر الابحاث التي تناسبالسوية العلمية العالية للمجلة ٠

المحرر المساعد
الدكتور مصطفى موالدي

مدير معهد التراث العلمي العربي
الاستاذ الدكتور خالد ماغوط

وزن الأرض عند
كمال الدين الفارسي

مصطفى موالدي*

اهتم العلماء العرب بموضوع « وزن الأرض » كالكرجي (توفي في بداية القرن الخامس الهجري / الحادي عشر ميلادي) في كتابيه : **انباط المياه الخفية والكافي في الحساب** ، والخازني (عاش في النصف الأول من القرن الثاني عشر الميلادي) في كتابه : **ميزان الحكمة** ، وابن الحوام البغدادي (ولد في ٦٤٣ هـ / ١٢٤٥ م) في كتابه : **الفوائد البهائية في القواعد الحسابية** ، وكمال الدين الفارسي (١٢٦٦/١٢٦٧ – ١٣١٩م) في مخطوطه : **أساس القواعد في أصول الفوائد** . ويضاف فصل « وزن الأرض » عادة إلى الكتب ذات الموضوعات الهندسية أو الرياضية المخصصة للأداريين مثل: كتاب **الحاوي للأعمال السلطانية ورسوم الحساب الديوانية**[1] يتضمن فصل « وزن الأرض » بشكل عام وصفاً للموازين الخاصة بقياسات ميل سطح الأرض وآلية عملها بهدف شق القنوات .

لن نتطرق للدراسة التاريخية للموضوع وانما نهدف – بشكل أساسي – إلى نشر النص المحقق لفصل « وزن الأرض » من مخطوط : **أساس القواعد في أصول الفوائد** لكمال الدين الفارسي مع ترجمة الفصل إلى اللغة الفرنسية .

تتضمن المقالة النقاط الأساسية التالية :

١ – ترجمة مختصرة لكمال الدين الفارسي .

٢ – تقديم مخطوط : **أساس القواعد في أصول الفوائد** .

٣ – تعداد للمخطوطات المعتمدة في التحقيق .

٤ – النص العربي المحقق .

* معهد التراث العلمي العربي – جامعة حلب – حلب – سورية .

1. *CAHEN* Claude, "Le Service de l'Irrigation en Iraq au Début du XI[e] siècle", *Bulletin d'Etudes Orientales*, Tome XIII, Anées 1949 – 1950, Institut Français de Damas, Damas, 1951, pp. 117 – 143.

مجلة تاريخ العلوم العربية – المجلد العاشر ، ٩٢ – ٩٣ – ١٩٩٤ م – ص ٥ – ١٧ .

ونستعرض فيما يلي النقاط السابقة :

١ - ترجمة مختصرة لكمال الدين الفارسي :

ولد كمال الدين الفارسي في إيران ولكننا لانعرف في أية مدينة . سافر كثيراً طلباً للعلم لدى العلماء العظماء - كما يقول في مقدمات مؤلفاته - وفي نهاية سفره التقى بابن الخوام البغدادي (ولد في سنة ٦٤٣ هـ/١٢٤٥ م) في مدينة أصفهان ودرس الرياضيات عليه . وفي سنة ٧٠٠[1] هجرية سافر الفارسي إلى تبريز حيث انتسب لحلقة الشيرازي (٦٣٤ - ٧١٠ هـ / ١٢٣٦ - ١٣١١ م) ، حيث كان الشيرازي طالباً عند الطوسي (٥٩٧ - ٦٧٢ هـ/ ١٢٠١ - ١٢٧٤ م) وأصبح الفارسي من ألمع طلاب الشيرازي ، وقد وصفه في كتابه **فعلت فلا تلم** :

(الولد الأعز الأكرم والإمام الأفضل الأعلم قدوة الأذكياء ملك العلماء كمال الملة والدين) .

نستطيع القول من جهة أخرى أن الفارسي قد شغل مكانة هامة في مجتمعه بشهادة أستاذه الشيرازي الذي يعتبر من كبار علماء عصره .

توفي كمال الدين الفارسي - الحسن بن علي بن الحسن الفارسي - في يوم الجمعة[2] ١٩ / ذي القعدة ٧١٨ هـ والموافق لـ / ١٢ / كانون الثاني ١٣١٩ م ، وقد عاش / ٥٣ / سنة هجرية ، ومن هنا نستطيع الاستنتاج بأنه ولد في سنة ٦٦٥ هـ/ ١٢٦٦ - ١٢٦٧ م .

ألف كمال الدين العديد من المؤلفات في مجالي الرياضيات والبصريات من أهمها :

- أساس القواعد في أصول الفوائد .
- تذكرة الأحباب في بيان التحاب .
- تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر .
- كتاب البصائر في علم المناظر .

1. *MODARAS RAḌWY* (M. T.), '' Kamāl al-Dīn Al-Fārisī'', *Sophia Perennis*, The Bulletin of the Imperial Iranian Academy of philosophy, Vol. I, Spring, Tehran, 1975, (en Persan), p. 27.
2. *MAWALDI* Moustafa, *L'Algèbre de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī*, Édition critique, Analyse mathématique et Étude Historique en 3 Tomes, Thèse (Université de la Sorbonne Nouvelle), 1989, p. 20 .

٢ ـ تقديم مخطوط أساس القواعد في أصول الفوائد :

يعتبر مخطوط **أساس القواعد في أصول الفوائـــد** شرحاً لمخطوط : **الفوائد البهائية في القواعـــد الحسابية** لعبد الله بن محمد الحوام البغدادي ، ومخطوط الفارسي له أهمية خاصة في تاريخ الرياضيات ، لأنه يعطينا فكرة دقيقة عن الرياضيات خلال القرن الثالث عشر .

ويتضمن المخطوط مقدمة وخمس مقالات : تعالج الحساب والمعاملات وقوانين البيوعات، وأنواع المساحات للسطوح والمجسمات، والمقالتان الأخيرتان حول الجبر.

ونجد في مقالة « المساحات » بابين : أحدهما حول مساحة أجرام الأجسام ، والآخر حول وزن الأرض ، بالإضافة إلى بعض الموضوعات الأخرى .... .

الف الفارسي كتابه بل موسوعته بدقة بالغة وبوضوح جلي ، لقد برهن وفصّل ووضّح وحلّل المسائل والقوانين الرياضية وطورها وشرحها ، وأعطى أمثلة عددية وأضاف دراسات هامة ، وانتقد ابن الحوام البغدادي أحياناً وصحح أخطاءه .

وطريقة الفارسي في الشرح تتلخص في أنه يثبت المتن ثم يتبعه بشرح رياضي أو لغوي لكل فقرة من فقراته .

٣ ـ تعداد للمخطوطات المعتمدة في التحقيق :

حققنا النص اعتماداً على المخطوطات التالية :

أ ـ الشرح : أساس القواعد في أصول الفوائد :

١ ـ مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣١٣٢ ـ استانبول ـ تركيا ـ المرموز لها بـ « أ ».
٢ ـ مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣١٤٠ ـ استانبول ـ تركيا ـ المرموز لها بـ «ح».
٣ ـ مخطوط مكتبة أحمد الثالث رقم ٣١٥٥ ـ استانبول ـ تركيا ـ المرموز لها بـ «م».
٤ ـ مخطوط مكتبة ملي رقم ١٣٠٧ ـ طهران ـ ايران ـ المرموز لها بـ «ن».
٥ ـ مخطوط مكتبة الوزير شهيد علي باشا ـ رقم ١٩٧٢ ـ استانبول ـ تركيا ـ المرموز لها بـ « و ».
٦ ـ مخطوط مكتبة الظاهرية رقم ٧٥٤٢ ـ دمشق ـ سورية ـ المرموز لها بـ «ظ».

٧ — مخطوط مكتبة خدابخش بتنه — رقم ٢٠١٢ — الهند — المرموز لها بـ «خ».
٨ — مخطوط مكتبة آستان قدس رضوي — رقم ٥٦٤١ — مشهد — ايران — المرموز لها بـ « د ».
٩ — مخطوط مكتبة آستان قدس رضوي — رقم ٥٥٧٨ — مشهد — ايران — المرموز لها بـ « ق ».
١٠ — مخطوط مكتبة كوبرولو — رقم١-٩٤١ — استانبول — تركيا—المرموز لها بـ«ك».

ب — النص المشروح : الفوائد البهائية في القواعد الحسابية

— نسخة المكتبة البريطانية — شرقيات رقم ٥٦١٥ — المرموز لها بـ « ف » .

٤ — النص العربي المحقق :

قــال*

بــاب

في

وزن الأرض

أقول : الوزن في هذا الموضع ليس الذي ذكرناه في الفلزات ، بل هو عبارة عن تفاوت بقعتين من بقاع الأرض في البعد والقرب من مركزها ، كما ينبهك عليه قوله بعد، وإنما يحتاج إلى تعرف هذا إذا أريد / إنشاءُ ٨٨ق(و)
نهرٍ أو قناةٍ من موضع إلى موضعٍ ، وذلك لأن الماء جسم ثقيلٌ سيّال إذا خُلِّيَ وطبعَه في موضع ، فلا بدّ وأن ينحدر إلى جهة المركز ، ويمتنع بطبعه من الصعود فوق ، فإن جُعل السطح الذي يجري عليه بحيث يكون أجزاؤه المتتالية من أوله متزايدة القرب إلى المركز ، سَهُل جريان / الماء عليه لموافقته لما في طبعه ، فإن تساوت في البعد والقرب ٩٢ظ(ظ)
منه ، شَقَّ نقل الماء ، لأنه لامرجح هناك يرجّح قدامه على مكانه في كونه ثَمَّةَ ، فلا بد من شيء يسوق الماء حينئذ ، وإن تزايدت في البعد عنه كان الأمر عكس الأول ، / ويمتنع نقل الماء ، فلأجل ذلك ٨٦د(و)
يحتاج إلى تعرف صعود المكان المنقول إليه أو نزوله بالنسبة إلى المكان المنقول عنه، فإن كان المنقول إليه أنْزَلَ سهُل نقل الماء ، ولو لم يكن إلا بشق الصِّلاد وجَوْبِ التلال وتسوية / الوهاد ، / أعني أن طبيعة ٣٢٨ن ، ١٣٢ح(ظ)
المكان غير / ممتنعة عنه ، وإن كان غير ذلك / صَعُبَ أو امتنع . ١٨٧أ(و)، ١٩٩و (ظ)

٦ – البعد والقرب: القرب والبعد – ن – // ٧ – إذا : ناقصة – ظ – // ٨ – من: ناقصة – م – / موضع (الثانية) : ناقصة – ظ – / لأن: ان – أ – / سيال : يسال – د – // ١٠ – السطح : الشيء – و – // ١١ – أجزاؤه: اجزاه – ن – اجزآه – ق – / متزايدة: متزايد – د – // ١٢ – لموافقته : لموافيه – د –// ١٣ – منه : ناقصة – ظ – / نقل : فعل – د – / يرجح : مرجح – ق، د – // ١٥ – كان : كما في – ظ – / يمتنع : يمنع – و – / فلأجل : فاجعل – أ – // ١٧ – المنقول (الأولى) : النقول – د – / فإن : وان – ق – / الماء : الماء اليه – ق – //

* *MAWALDI* Moustafa , *L'Algèbre de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī*, . . . , op. cit, pp. 589 – 597 .

قال : إذا أردت إنشاء نَهْرٍ أوْ قناةٍ ، وأردت أن تعرف صعود مكان على مكان ، أو انخفاضه عنه ، فلك فيه طُرق .

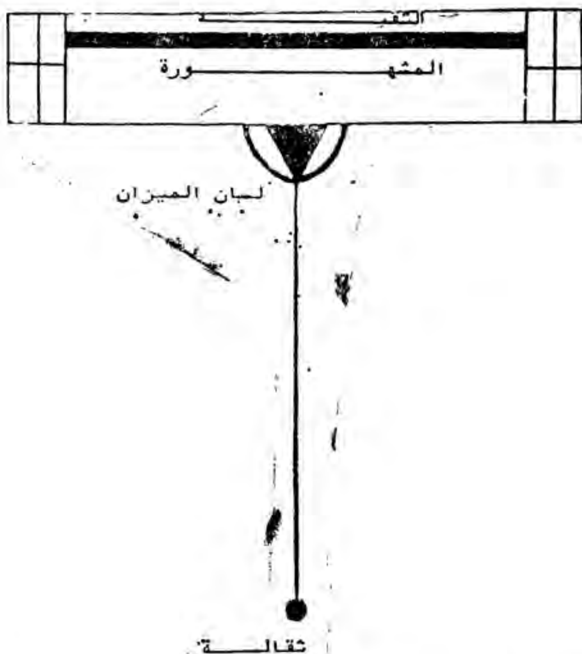
أقول : الطريق هو استعمال أحد الآلات فيه، إلا أن الآلات لما تعددت فكان الطريق أيضاً تعدد .

وقد ذكر من الآلات ثلاثاً على ماسنذكر مفصلاً .

قال : أحدها : أن تنحت خشبةً طولها ذراع ، وعرضها نحو اصبعين ، وسمكها نحو إصبع واحد ، / وتسوّيها غاية التسوية ، وتثقب فيها ٦٨م(ظ)، ثقبةً / موازية لطولها ، ثم تركب في وسطها عموداً من حديد مع ٢٦ف(ظ) منجم كالموازين ، وتثقّل ذؤابة المنجم بقليل آنُك .

أقول : فهذه الخشبة مجسم اسطواني قاعدته مستطيل اصبعين في إصبع ، وينبغي أن ينصف السطح ، أي القاعدة ، طولاً بخط من منتصف أحد عرضيه إلى منتصف الآخر ، ثم عرضاً بخط من منتصف أحد طوليه إلى منتصف الآخر ، وتجعل الثقبة مستديرة مركزها متقاطــع الخطين وسط السطح ، وإن كان إلى أحد العرضين مائلاً هو فأوفق لهذا العمل ، إلا أنه لابد وأن تجعل مركز الثقبة على الخط الطولي ، فإن كانت الثقبة ذات ميل إلى أحد العرضين فلا بد وأن يجعل العمود الذي في وسط الخشبة في الجهة الأخرى من التي مالت الثقبة إليها ، على هذه الصورة :

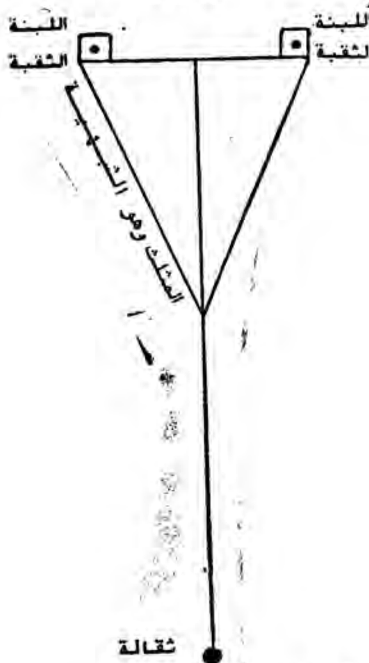
١ – أردت (الأولى) : ارتدت – ظ – / مكان : مكانه – د – // ٢ – انخفاضه : الخفاضه – ظ – // ٣ – الآلات (الأولى) : للالات – د – آلات – ح ، ق – / الآلات (الثانية) : الاالات – د – / تعددت: تعدت – ظ – // ٤ – فكان : وكان – ح ، ن – // ٦ – تنحت : منحت – أ – // ٧ – وسمكها نحو : ونحو سمكها – د – // ٨ – لطولها: اطولها – د – / في: ناقصة – أ ، ح ، م ، ظ ، د ، ق ، ك – // ٩– كالموازين: كا للموازين – و ، ن ، ف – // ١٠ – أسطواني: السطواني – د – // ١٣ – الثقبة: البقية – و ، ظ – / مستديرة: مستدير – د – // ١٤ – إلى: ناقصة – د – / مائلا : ما – أ ، ح ، م ، ظ ، ن ، د ، ق ، ك – // ١٥ – ١٦ – مركز . . . يجعل : ناقصة – ق – // .



قال : وقد تعمل صفيحة مثلثة مـــن نحاسٍ ، وفي طرفي قاعدتها عروَتان / كعرُوَتَي / عضادة الأسطرلاب ، وفي موضع العمود منها ٢٠٠و(د) ١٨٧أ(ظ)
خيطٌ دقيق معلق من ثقبةٍ في وسط القاعدة ، في طرفه قطعة آنُكٍ .

أقول : يريد « بموضع العمود » منتصف القاعدة، و « بالمثلثة » / مثلثاً ٩٧ك(ظ)
٥ متساوي الساقين البتة ، وإلا فلا يصح العمل به ، وهذه صورته :

٢ — منها : عنها — أ — // ٤ — بموضع : موضع — د — / مثلثاً : بالمثلث — ق — مثلا — د — // ٥ — البتة اليه — ق — / به : ناقصة — ن ، ق — // .



/ قال : والأنبوبة / مشهورة . ٥٣٢٩، ١٣٣ح(و)

أقول : وهي أنبوبة قصب أو جسم معمول شبيهاً بها ، أعني فضل اسطوانة مستديرة عظمى على مثلها صغرى ، إذا كانت قاعدتاهما متوازيي المحيطين وسهمهما واحداً ، ويكون / في وسطها ثقبة صغيرة ٩٣ظ(و)
٥ قدر مايقطر فيه الماء قطراً ، فهذه هي الآلات المستعملة في هذا العمل ، وأما العمل فعلى مانصفه .

قال : فإذا أردت الوزن أدخلت أيّما شئت من هذه الآلات في خيطٍ

٢ – اقول: ناقصة – و – // ٣ – إذا: ان – و ، ق ، ن – // ٤ – متوازيي: متوازي – د –/سهمهما سهمها – ح – / واحداً : واحد – ك ؛ ظ – ناقصة – د – // ٥ – قدر : قد – د – / قطراً : قطر – ح – ناقصة – و – / هي : ناقصة – و – / العمل : الفصل – و ، ق ، ن – //

طوله خمسة عشر ذراعاً ، ويكون كل واحدٍ من نصفي الخيط عن جنبي الآلة .

أقول : يعني أن الآلة ينبغي أن تكون وسط الخيط .

قال : وطرفا / الخيط على خشبتين طول كل واحدة منهما خمسة أشبار ، ٨٨ق(ظ) مقومتين غاية التقويم ، بيد رجلين كل واحدٍ في جهةٍ .

أقول : يعني أحدهما في الجهة التي يجري الماء منها ، والآخر في التي يجري إليها .

قال : والبعد بينهما بقدر الخيط .

أقول : ولنفصل من ههنا الكلام في استعمال / الآلات الثلاث ، ثم ٣٣٠ن نعود إلى كلامه لأنه قد أوجز / فيه . ٨٦د(ظ)

فنقول : إذا أردنا استعمال / الآلة الأولى التي نسميها المشهورة فيما ١٨٨أ(و) بعد ، أدخلناها / في الخيط وسطه ، وأمرنا بأن يضع الرجلان طرفي ٢٠٠و(ظ) الخيط على رأسي الخشبتين القائمتين ، اللتين كلٌ منهما خمسة أشبار ، ويعلق من رأسي الخشبتين ثقالتين تعرف بهما قيام الخشبة أو ميلها ، فإن الثقالة تميل بطبعها إلى مركز الأرض بخطٍ مستقيم عمودٍ على سطح الأفق ، ويمدّ الخيط المعلقة به ، فذلك الخيط عمود على الأفق ، فإن طابق الخيط الخشبة فهي عمود ، وإلا فلا ، فإذا أقمناهما عمودين ، نظرنا إلى لسان الميزان ، أي العمود المركب وسط الآلة من الحديد ،

١ – خمسة عشر : خمسة عشرة – د – // ٣ – أقول: ناقصة – ح ، م ، و ، ظ ، د ، ك – / الآلة : الآلات – و ، ق ، ن – // ٤ – واحدة : واحد – أ ، ح ، م ، ظ ، د ، ق ، ك – / منهما : منها – ف – / أشبار : أشياء – ح – // ٦ – أقول : ش – ق – ناقصة – ح، م، و، ظ، ن ، د، ك – / يعني : اعني – و، ن – / الآخر : الاخرى – ق – // ٩ – من : ناقصة – ق – / الثلاث : الثلث – جميع النسخ –// ١١ – أردنا : اردت – و ، ن – / استعمال : الاستعمال – ظ – / الأولى : ناقصة – د – / نسميها : يسميها – ك – // ١٢ – أدخلناها : ادخلنا – د – / وسطه : اوسطه – د – بوسط – ق – / وأمرنا : امرنا – و – / بأن : أن – ق – // ١٤ – بهما : بها – و ، ح ، ن ، ك ، ظ ، د – // ١٦ – ويمد : ويمتد – م – يمتد – و – ويمدا – ق – / الخيط (الثانية) : الخط – ق – // ١٨ – أي : إلى – د – //

فإن طابق المنْجَم ، والمنجم في سطح قائم على الأفق على زوايا قائمة للثقالة التي تفيده هذا الوضع ، علمنا أن مكاني قيام الخشبتين مُتساويا البعدين عن المركز ، وذلك لأن الخشبتين كقطعتين / من ساقي مثلثٍ ١٣٣ح(ظ)
رأسُه المركز وقاعدته الخيط ولسان الميزان كعمود في منتصف القاعدة إلى المركز ، فلو لم يكن هذا المثلث متساوي الساقين لما كان العمود واقعاً على منتصفه ، بل كان إلى أحد الضلعين أقرب ، لكنه ليس كذلك فهو متساوي الساقين ، فإذا ألقينا منهما طـــول الخشبتين المتساويتين كان الباقيان ، وهما بعدا مكانيهما عن المركز ، متساويين وذلك ما أردناه .

وإن مال لسان الميزان إلى جهة فهي العليا ، وذلك لأنه إذا مال فلا يمكن تعادل المكانين ، فيكون المثلث مختلف الساقين ، والمنجم الخط الواصل من منتصف القاعدة إلى المركز ، والعمود الخارج من المركز إلى القاعدة ، لا يمكن أن يقع على منتصفها ، بل إلى جهة الساق الأقصر / منه ، فالزاوية التي يحيط بها الخط الواصل بين المركز ٢٠١و(و)
ومنتصف القاعدة ، أعني التي يحيط بها المنجم ونصف القاعدة من جهة الساق الأقصر حادة ، لكون المنجم والعمود خارجين / من ٣٣١ن
المركز ، / فالأخرى التي من جهة الأطول منفرجة ، فالعمود الخارج ١٨٨أ(ظ)
من منتصف / القاعدة عليها ، أعني لسان الميزان ، لا بد وأن يكون بين ٩٨ك(و)
المنجم والساق الأطول مشيراً إلى الجهة العليا ، / وإذا كان كذلك ٦٩م(و)
فيحط الخيط عن رأس الخشبة – التي هي في الجهة العليا – / قليلاً ٩٣ظ(ظ)
قليلاً إلى أن يطابق اللسان المنجم ، فقدر الانحطاط من الخشبة يكون

١ – والمنجم : ناقصة – ظ – // ٢ – للثقالة : الثقالة – د – / مكاني : مكان – ق – / متساويا : متساوي – ق ، د ، ظ ، ك ، م ، ح ، ن – متساوتي – و – متساويتي – أ – // ٤ – الميزان : المركز – ق – // ٨ – مكانيهما : امكانهما – د – // ١٠ – فهي : ناقصة – و – // ١١ – تعادل : ناقصة – ظ – // ١٢ – من(الثانية) : بين – و – //١٣ – على : ناقصة – د – // ١٤ – فالزاوية : والزاوية – أ – / يحيط بها : ناقصة – د – / بها : ناقصة – ظ – // ١٦ – العمود : العود – ق – // ١٨ – لسان : لبيان – ظ – // ٢٠ – عن : من – د – / رأس : راسه – د – // ٢١ – فقدر : فقد – د – بقدر – ح – / الانحطاط : الا انحطاط – د – //

قدر صعود مكانها على مكان الآخر ضرورة ، ولنقسم كل واحدة من الخشبتين بمقدارٍ واحدٍ كالاصبع ونحوه ليكون قدر الصعود معلوماً بذلك المقدار ، فإذا عُلمّ بعد المكان الأول من المركز ، نثبت الخشبة التي في المكان الثاني ، وننقل الأولى إلى المكان الثالث ، ونتعرف الحال كما ذكر ، فإن كان الثاني صاعداً أيضاً ، جُمع الصعودان ويكون المبلغ صعود الأول على الثالث ، وإن كان نازلاً تقوبل بين الصعود والنزول ، فإن تكافأ فالمكان الأول يعادل الثالث ، وإن كان الفضل للصاعد فالصعود له على الثالث ، ذلك وإن كان للنازل فبالعكس .

وكذلك تنقل الخشبة عن المكان الثاني إلى الرابع ، ونثبت الثالثة ، وعلى هذا إلى أن ينتهي العمل إلى المكان الذي هو الغاية .

وتحفظ الصعودات والنَزولات إن كانتا ويتقابل بينهما ، فإن كانتا / ٢٠١و(ظ)
متكافئتين فالمكان / المنقول عنه يعادل المنقول إليه ، وإن تفاضَلَتا ١٣٤ح (و)
فيسهل أو يمتنع نقل الماء / على ماذكرناه . ٨٩ق(و)

وأما إن أردنا استعمال الشبهية ، فنلخل الخيط في ثقبَي عُرْوَتَيْه ونجعلها وسط الخيط ، وننظر إلى الخيط الدقيق ، فإن طابق عمود المثلث ، أعني إن طابق نقطة رأسه ، فالمكانان معتدلان ، وإن مال رأس المثلث إلى جهة فهي العليا ، بمثل ما ذُكر من الدليل ، وباقي العمل بحاله .

وأما إن أردنا استعمال / الأنبوبة ، فانا ندخل الخيط فيها ونجعلها ١٨٩أ(و)

١ – صعود مكانها : صعوده كانها – ق – / واحدة : واحد – ق، ظ – // ٣ – فإذا : وإذا – و ، ن – / المكان : ناقصة – أ – // ٤ – الأولى : الأول – ظ – // ٥ – ذكر : ذكرنا – ظ – // ٧ – تكافأ : تكافيا – جميع النسخ – / يعادل : معادل – ظ ، م ، ق ، ك (وفي الهامش : يعادل) – / وإن : فان – و ، ن – // ٨ – للنازل : المنازل – د – // ١٠ – كذلك : لذلك – ق – / إلى : ناقصة – و – // ١١ – وعلى هذا : على وهذا – ظ – // ١٢ – ويتقابل : ويقابل – و – / يتقابل – ظ – / فإن : وان – و – // ١٣ – عنه : منه – ن – // ١٤ – على ما ذكرناه : ناقصة – ق – / ذكرناه : ذكرنا – ظ، م، ك – // ١٥ – ثقبَي : ثقبين – أ – // ١٦ – نجعلها : تجعلهما – ك، ظ – / وننظر : وقطر – د – // ١٧ – طابق : تطابق – ق – // ١٨ – ذكر : ذكرنا – و ، ن ، ق – // ٢٠ – الخيط : : الخط – د – //

وسط الخيط ، ويقطر الماء في ثقبتها ، التي وسط طولها ، قطراً فان قطرت من الجانبين سواء فالأرض مستوية ، / وإن قطرت في أحد [٣٣٢ظ، ٨٧د(و)] الجانبين أكثر فهي الجهة السفلى ، وذلك واضح مستغنٍ عن البيان ، وباقي العمل بحاله .

ولنعدْ إلى الكتاب .

قال : وأنت تنظر في لسان الميزان ، فإن طابق المنجم فالأرض معتدلة ، وإن مال إلى جهةٍ فهي العليا ويُعرف كمية الزيادة بأن يحطّ الخيط عـن رأس الخشبة إلى أن يتطابق المنجم واللسان ، ومقدار مانزل الخيط هو الزيادة .

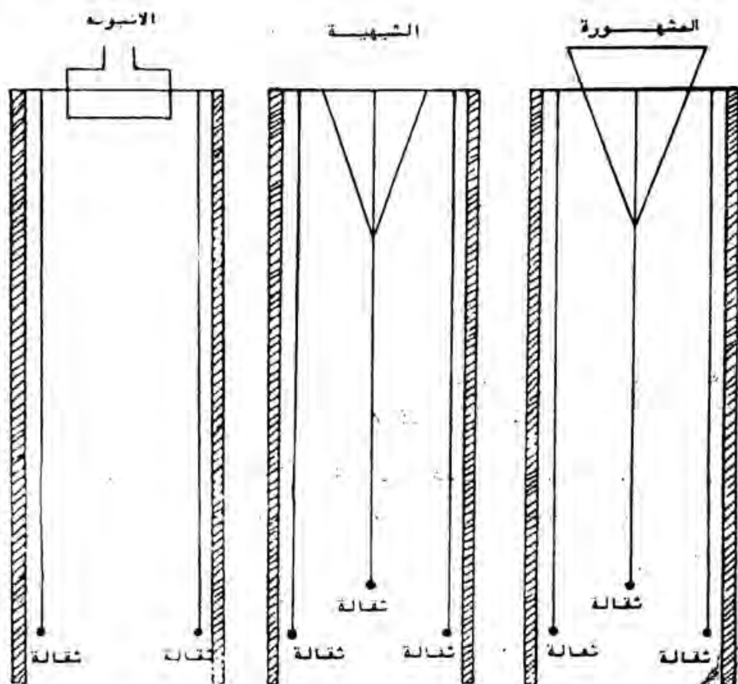
أقول : وإن حُط الخيط إلى قاعـدة ــ الخشبة ولم يطابق ، فإنا نأخذ الخيط الذي فيه الآلة أقصر ، ونزيد في القِصَر إلى أن يطابق لذلك لسان الميزان المنجم ، ويُحفظ بتوسيط الآلة طول الخيط دائماً .

قال : ثم ينتقل أحد الرجلين إلى الجهـة التي تريد وزنها ، ويثبت الآخر ، وباقي العمل كما قلنا ، ويُحفظ الصعود على حِدَةٍ والنزول على حِدَةٍ ، ثم يُلقى القليل من الكثير فما بقي فهو / تفاوت ٢٠٢و(د) المكانين ، وإن تساويا شَقَّ نَقْلُ الماء ، وإن نزلت الجهة التي إليها النقل سَهُلَ ، وإن علت امتنع .

وهذه صورة الموازين الثلاثة :

١ – ثقبتها : بقيتها – ظ – / قطرا : قطرات – و – // ٢ – أحد : احدى – ق ، ن – // ٣–الجهة : جهة – د – // ٨ – رأس : راسه – د – / يتطابق : يطابق – و ، د – // ١٠ – أقول : قال – و – / قاعدة : قاعدته – د – // ١٢ – ويحفظ : ويحتفظ – ح – / الآلة : ناقصة – ق – //١٣ – قال : ناقصة – ق – / ينتقل : ينقل – هامش م – // ١٦ – نقل : ثقل – أ – // ١٧ – سهل : سهلت – ق، م، ظ ، ك – بل – د – / علت : علمنا – ظ – / امتنع : منيع – ظ – // ١٨ – صورة : الصورة – أ ، ح ، د – / الموازين : ناقصة – م – / الثلاثة : الثلث – و ، ف – الثلثه – أ ، ح ، م ، ظ ، د ، ق ، ك – // .

[٩٨ك(ظ)
١٨٩أ(ظ)
٩٤ظ(و)]



وبه نختم هذه المقالة ، حامدين لله على نعمه ومصلين على محمد عبده ورسوله ، وعلى آله الطاهرين .

١ – وبه نختم : ولنختم – و – ونختم به – ن – / لله: لله تعالى – ف – / على (الثانية): ناقصة – ف – // ١ – ٢ – عبده . . . الطاهرين : وآله – و – عبده ورسوله – ح – // ٢ – الطاهرين : الطيبين والطاهرين – ظ – وأصحابه حامداً ومصلياً – أ – // .

كتاب الحيل لبني موسى بن شاكر

تحقيق أحمد يوسف الحسن ، بالتعاون مع محمد علي خياطة ومصطفى تعمري

حلب ، معهد التراث العلمي العربي (١٩٨١ م)

٥٦٥ ص ، ٢٧ × ٢٠ سم ، ١٠٣ رسوم ، ٢٠ لوحة مصورة ، مقدمة وافية باللغة العربية وأخرى باللغة الانكليزية مع فهارس ومعجم معاني لبعض المصطلحات المختارة (عربي – عربي) ومعجم معاني بعض المفردات (عربي – انكليزي) .

تحقيق ونشر النص العربي الكامل لكتاب الحيل لبني موسى ومعلوم أن كتاب الحيل موجود في عدد محدود من المخطوطات وأن هذه المخطوطات تكمل بعضها . تم نشر هذ النص العربي الكامل بعد اكتشاف مخطوطة طوبقابي ٣٤٧٤ وظهور الترجمة الانكليزية الكاملة لكتاب الحيل التي أعدها الدكتور دونالد هيل .

يلقي هذا الكتاب الضوء على حياة وعصر وأعمال بني موسى بن شاكر المنجم الذين عاشوا في بغداد ولعبوا دوراً هاماً في تطوير العلوم الرياضية والفلكية والهندسية إذ أن استخدامهم للصمامات التي تعمل تلقائياً وللأنظمة التي تعمل بعد زمن معين وغير ذلك من مبادىء وأفكار التحكم الآلي يدل على عبقرية وذهن متوقد بارع .

السعر : ١٤٥ ل.س أو ٣٦ دولاراً .

(لايشمل أجور البريد.)

ملف خاص عن
الملتقى المغاربي الدولي الرابع حول تاريخ الرياضيات العربية
فاس ـ المغرب ـ ٢ ـ ٤ ـ كانون الأول ١٩٩٢ م

مصطفى موالدي*

عقدت شعبة الفلسفة وعلم الاجتماع وعلم النفس في كلية الآداب والعلوم الانسانية بجامعة سيدي محمد بن عبد الله في مدينة فاس بالمغرب خلال المدة الواقعة بين ٢ و ٤ كانون الأول ١٩٩٢ م الملتقى المغاربي الدولي الرابع حول تاريخ الرياضيات العربية ، وتناول الملتقى الموضوعات التالية : الرياضيات، وعلم الفلك ، والرياضيات التطبيقية ، والرياضيات والفلسفة ، والرياضيات والمجتمع .

اشترك في الملتقى / ٢٥ / باحثاً توافدوا من الجامعات والمعاهد ومراكز البحوث المهتمة بتاريخ الرياضيات العربية التابعة للدول التالية :

انكلترا ، المغرب ، الجزائر ، تونس ، سورية ، ألمانيا ، فرنسا ، الولايات المتحدة الأمريكية ، اسبانيا ، وقد ألقى الباحثون / ٢٤ / بحثاً بإحدى اللغات التالية : العربية ـ الفرنسية ـ الانكليزية ، وكانت المناقشات تدور بلغة من اللغات الثلاث المذكورة أو باثنتين أو بأكثر ، وأقيم حفل الافتتاح الرسمي للملتقى في قاعة الاستقبال في مركز محافظة فاس، وخلال الحفل ألقى السيد الاستاذ** أحمد جبار ـ وزير التربية الوطنية الجزائري ـ محاضرة في تاريخ الرياضيات العربية حول :

(بعض عناصر التقليد الرياضي العربي في المغرب الاقصى مابين القرنين الثاني عشر والسادس عشر) (بالعربية) .

خصص الأستاذ جبار مداخلته للتقليد الرياضي في المغرب الأقصى من القرن / ١٢ / م إلى القرن / ١٦ / م ، وبين بأن كثيراً من مدن المغرب الأقصى قد عرفت

* معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب ـ حلب ـ سورية .
** حسب التقليد المغاربي ، لم يذكر منظمو الملتقى لقب دكتور لمن يحمل الدكتوراه .

مجلة تاريخ العلوم العربية ـ المجلد العاشر ٩٢ ـ ٩٣ ـ ١٩٩٤ م ـ ص ١٩ ـ ٣١ .

نشاطاً رياضياً مكثفاً خلال تلك المرحلة ، وذكر منها على الخصوص : سبتة وفاس ومراكش ، ومن أبرز رياضي تلك الفترة الحصار وابن الياسمين وابن منعم في القرنين ١٢ م و ١٣ م ، ووضح الباحث ان ابن البناء المراكشي – عاش في المغرب مابين القرنين ١٣ و ١٤ م – قد ترك بصمات واضحة على التعليم والبحث الرياضي في المغرب وذلك إلى حدود القرن ١٦ م .

ألقيت البحوث الثلاث والعشرين المتبقية خلال سبع جلسات علمية ، ونستعرض البحوث وأهم نتائجها مقسمة بحسب الجلسات .

الجلســة الأولى

ألقى في الجلسة الأولى البحثين التاليين :

١ – حضور الرياضيات في بعض الكتابات الأدبية الأندلسية (بالعربية)

للاستاذ محمد بنشريفة (المكتبة العامة – الرباط – المغرب)

استعرض الباحث من خلال محاضرته العامة بعض المخطوطات العربية المتضمنة اشارات للكتابات الرياضية والفلكية وبيّن أهميتها التاريخية .

٢ – دراسة مخطوطة : رسالة في الحساب الهوائي لنجم الدين الكاتبي (بالعربية)

للاستاذ مصطفى موالدي (معهد التراث العلمي العربي – جامعة حلب)

عرّف الباحث بمؤلف المخطوطة وبمؤلفاته ، وقدم نص المخطوطة والتحليل الرياضي لها ، قد توصلت المداخلة إلى الكشف عن مخطوطة رياضية لنجم الدين الكاتبي لم تذكرها المصادر الأساسية للتراث العلمي العربي ، والتعرف على الجانب الرياضي لنجم الدين المشهور كحكيم وكمنطقي ، وكذلك تقديم مخطوطة جديدة في مجال الحساب الذهني وبالتالي دراسة حلقة من حلقات تطور ذلك الحساب .

الجلســة الثانية

قدمت في الجلسة الثانية الأبحاث الأربعة التالية :

١ – طرق صياغة الرياضيات : الارث العربي والحقائق الحالية في الجزائر (بالفرنسية)

للاستاذ رشيد بيوشي (جامعة وهران – السانية ، الجزائر)

تساءل الأستاذ بيوشي عن مصير ارث الرياضيات العربية التي بلغت أوجها في القرنين الثالث عشر والرابع عشر الميلاديين في تعليم الرياضيات بالجزائر ؟ ودلل على ذلك بأن روح تلك النصوص ورسالتها لم تحفظ بشكل جيد ، فالتلميذ الجزائري لايعرف الكتابة بالعربية على نحو جيد ، ويرى أن الحل هو ايجاد لغة رياضية تقع بين الاسلوب البورباكي والتقاليد اللسنية وذلك بهدف الوصول إلى أسلوب واضح يحافظ في الوقت نفسه على الشعرية الخاصة باللغة العربية .

٢ – اطلاع رياضيين يسوعيين هامين على الأعمال الرياضية العربية (بالفرنسية)

للاستاذ ابرهارد كنوبلوخ (جامعة برلين – ألمانيا)

بيّن الأستاذ كنوبلوخ أن بعض أهم الرياضيين اليسوعيين كانوا على علم بمؤلفات رياضية وفلكية عربية بحيث استعملوها في تآليفهم الرياضية ، وأخذ كريستوف كلافيوس (Christoph Clavius) مثالاً على هذه الفكرة ، واستناداً إلى ترجمات لاتينية أو عبرية ، نجد أن كلاڤيوس يذكر مصارد عربية عديدة في جل مؤلفاته : في كتابه الهام المخصص للتعليق على أصول أقليدس ، وفي رسائله حول جداول الجيوب والمماسات وحول المثلثات المستوية والكروية ، وكذلك في هندسته التطبيقية وفي جبره ، وفي تعليقه حول كتاب الكرة لجون دوساكروبوسكو (Jean de Sacrobosco) وفي كتابه حول الاسطرلاب والمقياس ، وأخيراً في شرحه للتقويم الروماني الجديد ، من بين المؤلفين العرب الاثني عشر المذكورين في كتبه نجد : أبو موسى ، البطروجي ، الفرغاني جابر بن حيان ، ابن رشد ، ومحمد البغدادي .

٣ – عن بعض الخوارزميات من خلال كتاب للسموءل المغربي (بالفرنسية)

للاستاذ ميشيل جيومو (جامعة تولوز – بول ساباتيه – فرنسا)

يشير الباحث إلى كتاب الرياضي السموءل (المتوفي سنة ١١٧٥ م) المعنون بـ : « القوامى في الحساب الهندي » (مخطوط المكتبة اللورنسية رقم – ٢٣٨ – فلورنسا)

حيث نجد طرقاً متعددة لتحسين تقريب الجذور النونية لعدد صحيح ، ويبين الأستاذ جيومو الحالات الخاصة الناجحة — التي اختارها السموءل — ، ووضح الباحث بعض الحدود النظرية لتلك الخوارزميات .

٤ — انتقال كتاب الأصول لاقليدس عند العرب في ترجماته الحجاجية (بالفرنسية)

للاستاذة صوفيا برنتجيس (جامعة أوكلاهوما — الولايات المتحدة الامريكية)

بينت الباحثة من خلال الجزء المكتشف مؤخراً من المقالة الثانية من كتاب الأصول لاقليدس في مخطوط في المكتبة الوطنية بباريس (MS Paris, BN, P. 169) ، أن مخطوط مكتبة لايدن رقم ٣٩٩،١ (MS Leiden 399, I) هو عبارة عن نسخة منقحة بصفة ملحوظة لاحدى قراءات الحجاج ، وبالمقارنة بين مخطوطي : باريس ولايدن ومخطوط طهران (ملك ٣٥٨٦) استطاعت الاستاذة برنتجيس أن تحدد — فيما يتعلق بالمقالة الثانية — الخصائص المميزة لاسلوب الترجمة عند الحجاج بن يوسف بن مطر واسحق بن حنين وتدفع إلى افتراض أن ما يدعى بالعناصر المميزة للحجاج تندمج ضمن عملية المراجعة التي قام بها النيريزي — الذي يوجد شرحه في مخطوط لايدن .

وقامت الباحثة بدراسة تلك الفرضية على أساس كتابات أخرى منقولة من مخطوط لايـــــدن .

الجلسة الثالثـــة

١ — المصادر العربية للأعمال الرياضية لجوردانوس نيموراريوس (بالانكليزية)

للاستاذين منسو فولكيرتس وريشارد لورش (جامعة ميونيخ — ألمانيا)

أعلمنا الباحثان أن بعض المصادر تنسب إلى جوردانوس نيموراريوس Jordanus Nemorarus (الذي ربما عاش في باريس في بداية القرن 13 م) أعمال باللاتينية حول الحساب ، الهندسة ، الجبر ، نظرية الاعداد ، الاسقاط التجسيمي وعلم توازن القوى ، رغم أنها تتسم ببعض الأصالة ، فإن هذه الأعمال في مجملها عبارة عن منتخبات وذلك لان أغلب مصادره عربية أو يونانية منقولة عبر المصادر العربية .

ومن ثم فإن معرفته **كتاب تقسيم الأشكال** لاقليدس تبدو وكأنها قد اعتمدت على الترجمة المفقودة التي قام بها جيرار الكريموني على أساس نسخة عربية . ويبدو كذلك أن جوردانوس كان على دراية **بالأصول** ، الموضوعة على شكل منتخبات من روبيرت شيستري Robert of Chester بناء على مصادر عربية . كما أن مبرهناته الجبرية ونظريته في الاسقاط التجسيمي تجعل اعتماده على الكتابات العربية ، في هذا الميدان ، فوق أي شك . ومن الملفت للانتباه أن أغلب أعمال جوردانوس مازالت موجودة على صورتين على الأقل ، بالإضافة إلى ذلك يمكن رصد مصادر إضافية للكتابات المتأخرة .

٢ – تمرين في التحليل التوافقي عبر العصور والحضارات : قواعد المقادير الستة المتناسبة (بالفرنسية)

للاستاذة سابين كولبلن (جامعة نانت – فرنسا)

بينت الاستاذة كولبلن بأنه أثر أحمد بن يوسف وثابت بن قرة ، انشغل عدد من الرياضيين العرب واللاتينيين بالمسألة التالية : احصاء ووضع كل الصيغ من نوع : $س_١ / س_٢ = س_٣ / س_٤ . س_٥ / س_٦$ المشتقة من الصيغة المعطاة :

$$آ / ج = ب / د . هـ / و$$

ويرتبط هـذا التمرين بشكل القطع البطليموسي ، الذي كان يستعمل بكثرة في علم الفلك ، وقد اهتمت الباحثة في مداخلتها ، انطلاقاً من هذا التمرين ، بمختلف أشكال ممارسة التحليل التوافقي في عدد من مراحل تاريخ الرياضيات ، وربطت مختلف المقاربات المنصبة على المظهر التوافقي لهـذا التمرين مع الطريقة المعتمدة من الرياضيين لوضع الصيغ ، وفحصت الباحثة طريقة استعمالهم لنظرية النسب ، خاصة كيفية استخدامهم للنسبة المؤلفة ، في هذا الإطار ركزت الاستاذة كولبلن على التجديد الذي أدخله ثابت بن قرة في استعمال صيغ التناسب وبينت استفادة الرياضيين اللاحقين من تجديد ابن قره .

٣ – نظرية النسب بين المهندسين العرب وجاليليو (بالفرنسية)

للاستاذ محمد أبطوي (جامعة سيدي محمد بن عبدالله – فاس – المغرب)

قام الباحث بتحديد نماذج معبرة من شروح المهندسين العرب على التعريف

الخامس للمقالة الخامسة من كتاب الأصول لاقليدس ، وذلك بغرض مقارنتها بتأملات جاليليو المتعلقة بالموضوع نفسه ، وقد سمحت لنا هذه المقارنة على التعرف ، أولاً : على تطابق الطرق التحليلية التي اتبعها كل من الفيزيائي الايطالي ورياضيي دار الاسلام ، وثانياً: على الاختلافات التي تفصل فيما بينهم : فبينما حاول جاليليو أن يوضح التعريف الاوقليدي باعتباره أداة رياضية استخدمها في أبحاثه الديناميكية (وكان بذلك يسلط الضوء على أسس نظريته الفيزيائية) ، ونجد أن الرياضيين العرب قد عكسوا وطوروا نظرية النسب التي تنتمي للمرحلة السابقة على أودوكس توصلوا بها إلى العرب في خضم حركة الانتقال المعقدة للرياضيات الاغريقية .

الجلســة الرابعــة

١ ــ أبو العباس القطرواني من خلال كتابه: رشف الرضاب من ثغور أعمال الحساب (بالعربية)

للاستاذ حميدة هادفي (جامعة تونس ــ تونس)

أعلمنا الباحث بأنه في بداية القرن الخامس عشر قدم أبو العباس القطرواني العارف بالحساب من مصر إلى تونس حيث تفرغ للتدريس ، وتميز عن غيره من مدرسي الرياضيات بتونس خلال تلك الفترة بأن ترك مؤلفاً رياضياً ضخماً إذ جاء في أكثر من مائتي صفحة سماه برشف الرضاب من ثغور أعمال الحساب . واستعمل القطرواني عدة آليات لم تكن معتادة من قبل في التقليد الرياضي المغربي خاصة عند استخراج الجذور التربيعية والتكعيبية ، وتناول بالدرس المسائل السيالة ومسائل قسمة العشرة على جزئين مختلفين وهو مالم يكن متداولاً بافريقيا حسب المعطيات المتوفرة .

قدم الاستاذ هادفي حصراً للمعارف الرياضية للقطرواني من خلال مؤلفه مع تحديد المصادر الرياضية التي اعتمد عليها والوقوف على ماقدمه من جديد للتقليد الرياضي المغربي .

٢ ــ اكتشاف كتاب رياضي جديد لابن البنا المراكشي (ت ٧٢١هـ/١٣٢١ م) (بالعربية)

للاستاذ محمد ابلاغ (جامعة سيدي محمد بن عبدالله ــ فاس ــ المغرب)

قدم الباحث في مداخلته كتاباً رياضياً لابن البنا المراكشي لم يكن معروفاً من قبل

حيث تميز هذا الكشف الجديد بكونه يتناول هذه الطريقة الخاصة في الحساب التي تعرف بالزمام أو العمل بالرومي ويطلق عليهاأحياناً العمل بالقلم الفاسي ، بالإضافة إلى الاقتضاب بالعمل الرومي في الحساب .

رجح الاستاذ ابلاغ أن يكون ابن البنا – بهذا الكشف الجديد – قد كتب مؤلفه في بداية حياته العلمية ، وبيّن الباحث بأن معظم الكتابات الرياضية لابن البنا مما سيسهل امكانية قراءة فكره الرياضي في شموليته .

٣ – تقديم وتحليل « الجامع في الحساب » لابن هيدور التادلي (ت ١٤١٣م) (بالعربية)

للاستاذ يوسف فرفور (المدرسة العليا للأساتذة – القبة – الجزائر)

قدم الباحث كتاب « الجامع في الحساب » لابن هيدور التادلي ، وحلله وأعطى بيبلوغرافيا لأعماله الرياضية ، معتمداً على مؤلفاته وعلى المصادر التي أرخت لحياة هذا الرياضي وأعماله ، كما أبرز تأثير مدرسة ابن البناء في مؤلفات ابن هيدور ومقارنتها مع بعض النصوص الرياضية التي اهتمت بمؤلفات ابن البناء كابن زكريا الغرناطي (ت ١٤٠٤ م) من الأندلس وابن قنفذ القسنطيني (ت ١٤٠٧ م) من المغرب الأدنى (أفريقيا) وختم عرضه بمحاولة اظهار مستوى التعليم في مجال الرياضيات في عصر ابن هيدور .

الجلسة الخامسة

١ – النص العربي لكتاب الاكولمينيلاوس (مع اضافة ملحق عن النص العربي لكتاب المأخوذات لارشميدس)

للاستاذ عبدالقدوس طه (المعهد الوطني للعلوم التطبيقية – تولوز – فرنسا)

تحدث الباحث عن مينلاوس – عاش الفلكي والرياضي مينلاوس بالاسكندرية في نهاية القرن الأول للميلاد – وذكر بأنه أول من كتب رسالة في حساب المثلثات الكروية تحت عنوان **الاكر** وقد ضاع النص الاغريقي الأصلي ولم ينتقل الكتاب إلا عن طريق الترجمة ، وقد ترجم الفلكي المعروف هالي كتاب مينلاوس إلى اللاتينية سنة ١٧٥٨ م ، اعتماداً على مخطوط عبري ، مستعيناً بمخطوطات عربية ، ويوجد النص العربي لكتاب مينلاوس هذا في مخطوط بالمكتبة اللورنسية بفلورنسا تحت عنوان كتاب **الاشكال الكرية** ، وبيّن الأستاذ عبدالقدوس بأن رسالة مينلاوس تعتبر أول نص في الهندسة

اللاأوقليدية على اعتبار أنه مؤلف في الهندسة الكروية ، وقد استعمل بطليموس وكل الفلكيون اللاحقون قضاياه الأساسية ، وقام الباحث بدراسة النص العربي في مخطوط المكتبة اللورنسية ، وهو بصدد إنجاز الترجمة الفرنسية لهذا النص الذي لم ينقل من قبل إلى هذه اللغة وتحدث الاستاذ طه عن مدى تقدم أبحاثه حول هذا الموضوع ، وألحق بمداخلته دراسة حول لازمة أرشميدس السادسة كتتمة لدراسة قدمها في مناسبة سابقة .

٢ – قياس القبة حسب غياث الدين الكاشي (بالانكليزية)

للاستاذة ايفون دولد سمبلونيوس (جامعة هايدلبرغ – ألمانيا)

أعلمتنا الباحثة بأن الفلكي والرياضي غياث الدين الكاشي (توفي سنة ١٤٢٩ م بسمرقند) خصص المقالة الرابعة من **مفتاح الحساب** لقياس الاشكال الهندسية وينهي المقالة بالباب التاسع : « في مساحة الأبنية والعمارات » وينقسم الباب إلى ثلاثة فصول :

١ – في مساحة الطاق والأزج .

٢ – في مساحة القبة .

٣ – في مساحة سطح المقرنس .

وركزت الباحثة في مداخلتها على مساحة القبة وبعد تقديمها التعريفات المختلفة لها ، أعلمتنا بأن الكاشي ميز بين الأنواع الآتية للقبة : « وهي إما على هيئة نصف كرة مجوفة وإما على هيئة قطعة كرة مجوفة ، وإما على هيئة مخروط مضلع ، وإما على هيئة تحصل عن توهم إدارة وجه الطاق ، أي طاقٍ من الطيقان المذكورة على خط ارتفاعه ، أعني خط وصل بين محدَّبِه ومنتصف ما بين قاعدتيه » ثم شرحت الاستاذة دولد – سمبلونيوس طريقة الحساب بالنسبة لأحد أشكال القبة .

٣ – التقليد العربي الاقليدي الوسيط لكتاب المناظر (بالانكليزية)

للاستاذة الهيه خيرانديش (جامعة هارفارد – الولايات المتحدة الأمريكية)

بيّنت الباحثة بأن مداخلتها تستند على الاطروحة التي انتهت منها مؤخراً ، والمتعلقة بالتقليد العربي الوسيط الخاص ببصريات اقليدس ، والتي تتشكل من تحقيق وترجمة انكليزية للترجمة العربية للنص الاقليدي (التي من المحتمل أن تكون قد أنجزت في بداية القرن التاسع) مصحوبة بنصوص أخرى (بما فيها تحرير الطوسي من القرن الثالث

عشر وعدد آخر من النصوص والرسائل بالعربية والفارسية تنتمي إلى هاتين الحقبتين) وبشرح تاريخي .

وإن المداخلة نفسها شكلت محاولة لتتبع تحولات النموذج الهندسي لنظرية الشعاع البصري من خلال نظرة متعمقة إلى توارث التعريفات الأولية للنص الاقليدي ، وتم فيها نقاش اللغة الخاصة للتعريفات القديمة العربية على اعتبار أنه يمكن النظر اليها كالحلقة المفقودة بين مختلف النماذج الهندسية للإبصار في الأزمنة القديمة والوسيطية انطلاقاً من القراءات اليونانية والعربية للفرضية الأقليدية الخاصة بالشعاع البصري (مثل قراءة الكندي) ووصولاً إلى نموذج الادماج المؤسس على التحليل الجزيئي للإشعاع الضوئي المقترح من ابن الهيثم والمدعم من العلماء اللاتين في نهاية القرون الوسطى .

٤ – التحليل التقني لمخطوطة ابن الرزاز الجزري : الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل (بالفرنسية)

للاستاذ عبدالمالك دينية (معهد الدراسات والأبحاث من أجل التعريب – الرباط – المغرب)

ركز الباحث اهتمامه حول بعض الاكتشافات التقنية التي نسبت لمهندسي عصر النهضة الأوروبية والتي هي في الواقع من إبداع المهندسين المسلمين الذين عاشوا في القرنين ١٢ و ١٣ للميلاد . ومن بين هذه الاختراعات :

– نظام اليد – ذراع الذي تتحدد وظيفته في تحويل الحركة الدائرية المتصلة إلى حركة مستقيمة دورية .
– مضخة ماصة وكابسة تشتغل آلياً بصفة كاملة .
– آلية رقاص يعمل على ضبط حركة الساعة الدقاقة .

الجلسة السادســة

١ – متصل أو لامتناه ؟ اعتبارات حول الهندسة الأقليدية من خلال قراءتي ابن الهيثم ونصير الدين الطوسي (بالعربية)

للاستاذ خالد فنان بوزوبع (جامعة سيدي محمد بن عبدالله – فاس – المغرب)

بيّن الباحث أن مفهوما : اللامتناهي والمتصل ، على الرغم من قيمتهما النظرية في

البحث الرياضي ، غائبان عن قائمة التحديدات والمبادىء التي ينطلق منها أقليدس في الأصول ، وأن الشروح العربية للأصول تختلف بكيفية ملحوظة في صياغة التحديدات والمصادرات وفي مقدمتها تحديد التوازي والمصادرة الثانية والقضايا الأقليدية التي تتعلق بامتدادات الخطوط والأشكال ، حيث أن بعض الصياغات تشير إلى أن هذه الإمتدادات مقادير متصلة فقط – أي ضمنياً محدودة – والأخرى تشير إلى أنها غير متناهية (أو قابلة لأن تكون كذلك) .

– المحور الأول : يعمل على تحديد معالم هذين النمطين من الصياغات من خلال قراءتي ابن الهيثم ونصير الدين الطوسي لاقليدس حيث يعتبر الباحث القراءة الأولى « قراءة أقليدية محضة » تمثل النمط الأول ، والقراءة الثانية « قراءة تدمج اللامتناهي في الهندسة الاقليدية » وتمثل النمط الثاني ، مستنداً إلى الاقتناع بأن جوهر الاختلاف هنا لايكمن في نوعية الترجمات المقترحة آنذاك للنص الأقليدي أو في خلط بين المفاهيم ينبني على تقارب دلالاتها اللغوية ، بل يكمن في تحديد مدى مقبولية فكرة اللامتناهي في سياق هذا النص ، أو بتعبير آخر في تحديد مدى أرسطية أقليدس .

تبعاً لذلك سيكون المحور الأول مبرراً لتناول موضوع المحور الثاني وهو العودة إلى أقليدس لتحليل مقبولية فكرة اللامتناهي بناء على الدلالات المعاصرة المحددة لمفهومي المتصل واللامتناهي خصوصاً تلك التي تنبع من القراءة الهيلبرتية لأسس الهندسة .

والفكرة المطروحة هي أن القبول بأرسطية أقليدس يؤدي بالضرورة وعكس ماهو شائع إلى القول بتناهي المكان الأقليدي وهو الأمر الذي يبرر الحديث عن « قراءة أقليدية محضة » وتمييزها عن القراءة الثانية .

٢ – المواريث في الرياضيات العربية ، مثال : حساب الدور عند الخوارزمي (بالفرنسية) للاستاذ الزعيم العبيد (المدرسة العليا للأساتذة – مراكش – المغرب)

بيّن الباحث أن كتاب الجبر للخوارزمي أحد الكتب الرياضية العربية التي حظيت باهتمام الباحثين في تاريخ الرياضيات ، ولكن وبالرغم من ذلك فإن القسم الخاص بقضايا الوصايا والذي يشغل نصف الكتاب تقريباً لم يكن – حسب رأي الباحث – موضوع أبحاث جادة إلى حد الآن ، وقدم الاستاذ العبيد الباب المعنون بـ « حساب الدور » من

مواضيع الوصايا ، وحدد الاطار الفقهي – التاريخي الذي يستوجب هذا النوع من الحساب وأبرز الملامح الرياضية الأساسية التي تطبعه .

٣ – مكانة الكم بين مقولات الموجود عند ابن رشد (بالعربية)

للاستاذ محمد المصباحي (جامعة سيدي محمد بن عبدالله – فاس – المغرب)

بين الباحث بأن ابن رشد يعتبر مقولة الكم تابعة لمقولة الجوهر كسائر المقولات العرضية التسع ، إلا أنه عثر في أعمال ابن رشد الطبيعية والميتافيزيقية من البينات مايؤهل هذه المقولة لأن تحتل مرتبة تنافس فيها ، على نحو ما ، مرتبة مقولة الجوهر ، فمن جهة ، يعتبر ابن رشد « الواحد بالعدد » علة لأنواع الوحدة الموجودة في سائر المقولات ومقياساً لها ، على غرار الجوهر الذي هو علة الوجود فيها ، فإذا علمنا أن ماهو علة للوحدة في الشيء هو في ذات الوقت علة للوجود ، تبين لنا كيف صارت مقولة الكم تنافس مقولة الجوهر على صعيد « الكم المنفصل » ونفس التنافس نجده بين المقولتين على صعيد « الكم المتصل » لاسيما بالنسبة لعلاقة الأبعاد بالمادة الأولى ، ذلك أننا نشعر بوضوح ، في مجرى انتقاد ابن رشد للقدماء وبخاصة لابن سينا ، بأن هناك تنافساً بين « الأبعاد الثلاثة » و « الصور الجوهرية » في أيهما له الأسبقية في اخراج المادة الأولى إلى الفعل ، ويزداد التنافس شدة عندما تغدو « الأبعاد » علة « للتضاد الأول » في المكان ، الذي تنشأ عنه مختلف التغايير والحركات ، والتي بمقتضاها يوحد الجوهر المحسوس أو يفسد ، هكذا نجد دائماً الكم ، منفصلاً كان أو متصلاً ، حاضراً بقوة في اللحظات الأساسية للوجود ، سواء على مستوى الوحدة الميتافيزيقية للشيء ، أو على مستوى نشأته الطبيعية .

الجلسة السابعـــة

١ – الارتجاج في الأزياج الفلكية للأندلس والمغرب (بالفرنسية)

للاستاذة مرسي كوميس (جامعة برشلونة – اسبانيا)

قدمت الباحثة ترجمة لأبي اسحاق ابراهيم بن يحيى النقاش (١٠٢٩ – ١٠٨٧ م) ، المعروف أكثر تحت اسم الزرقيال ، وقد كان أحد أهم الفلكيين بالأندلس ، ومن بين النماذج الفلكية التي وضعها هناك تلك التي يتحدد هدفها في شرح حركة ارتجاج الاعتدال الفصلي ، وقد عكس عدد من الفلكيين الأندلسيين والمغاربة تأثير الزرقيال ، حيث نجد في الازياج التي وضعوها جداول مختلفة تبين أنهم استعملوا نماذج الزرقيال المذكورة أعلاه .

وهدفت المداخلة إلى تحليل جداول ونصوص الزرقيال ، ابن الكماد ، ابن الهائم ، ابن اسحاق التونسي ، ابن الرقام وابن البنا المراكشي ، واستخراج المؤشرات التي تستند عليها ، وبينت أن كل هؤلاء الفلكيين قد اتبعوا نماذج الارتجاج المرسومة من قبل الزرقيال ولو أنهم في غالب الأحيان لم ينسخوها كما هي ، بل أعادوا حسابها بالاعتماد على أرصادهم الخاصة .

٢ – نص مجهول لابن باسو : الرسالة الصفيحة المجيبة ذات الأوتار (بالفرنسية)
للاستاذة ايميليا كالفو (جامعة برشلونة – اسبانيا)

أعلمتنا الباحثة بأن المخطوط (٥٥٥٠) المحفوظ في المكتبة الوطنية بتونس يضم نصاً لاستعمال الصفيحة للجيب بعنوان : **رسالة الصفيحة المجيبة ذات الأوتار** . يضم هذا النص (٥٩) باباً ويشغل الأوراق من ٥٠ ظ إلى ٨١ ظ من المخطوط ، ويبدأ النص بمقدمة ينسب فيها إلى علي الحسين بن أبي جعفر بن يوسف بن باسو الاسلامي الذي ينعت بإمام المؤذنين بغرناطة ، وأوكلت له مهمة حساب مواقيت الصلاة بالجامع الكبير بغرناطة .

وتلتقي المقدمة في كثير من النقاط مع رسالة ابن باسو المذكورة حول صفيحة العروض المسماة : **رسالة الصفيحة الجامعة لجميع العروض** والتي درست من رونو (RENAUD) وسامو (SAMSO) وكالفو (CALVO) ويبدو أن كاتب النصين هو شخص واحد ، لكن لا أحد ذكر إلى الآن وجود النص المذكور أعلاه .

ولقد قامت الاستاذة كالفو بإعطاء نظرة عامة عن الصفيحة الموصوفة في هذا النص مع تحليل المضمون الفلكي له .

٣ – بعض ملامح حساب المثلثات الكروي عند العرب (بالفرنسية)
للاستاذ نجيب بوحلية (الأكاديمية البحرية – تونس)

أعلمنا الباحث بأن تطور حساب المثلثات الكروي كان في اتجاهين : اتجاه نظري وذلك في إطار هندسي محض في التقليد الاغريقي واتجاه تطبيقي في إطار علم الفلك ، وذلك في التقليد الهندي ، وقد ترجم الرياضيون العرب الأعمال الأغريقية والهندية ، وساهموا في تطور حساب المثلثات المستوي والكروي وذلك بوضع نظريات وجداول مثلثية جديدة ، ثم عدّد الباحث أسماء الرياضيين العرب الذين ساهموا في تطوير حساب المثلثات يمكن أن نذكر منهم : البتاني ، أبو الوفا ، النيريزي ، ابن

يونس ، الخوجندي ، جابر بن الأفلح . . . الخ ، ووضح الباحث بأننا نجد عدداً من المفردات والمصطلحات في علم الفلك وفي حساب المثلثات احتفظت بجذورها العربية في الكتابات الفلكية الأوربية بعد ترجمة المؤلفات العربية إلى اللاتينية ، كما يبرز الاسهام العربي في تطور حساب المثلثات الكروي من خلال وضع الأزياج التي هي إحدى التطبيقات الهامة لهذا العلم ، من بين الأزياج العربية الشهيرة يمكن أن نذكر أزياج الخوارزمي وابن كماد وابن البنا وابن أبي الرجال .

٤ – ملاحظات أولية على النص الفلكي لابن البنا المراكشي (بالعربية)

للاستاذ عبداللطيف الشقوري (جامعة سيدي محمد بن عبدالله– فاس – المغرب)

أعلمنا الباحث بأنه أمام تعدد الخطابات وتنوعها في متن ابن البنا المراكشي ، يقف الدارس المتساءل وراء هذه الظاهرة « التعددية » لفكر موسوعي حاول أن يكون ملماً بعلوم عصره . وتساؤلنا أو جملة تساؤلاتنا تنصب على الخطاب الفلكي ومكانته داخل هذا المتن ، وبيّن الباحث إمكانية قراءة هذا الخطاب انطلاقاً من النص الوحيد المنشور « منهاج الطالب لتعديل الكواكب » متتبعين توزع موضوعاته الأساسية التي حصرها في محورين أساسيين :

الأول : يتعلق بعملية وضع الأزياج كتقويم فلكي يدخل فيه نوع من الرصد ، مع مايرتبط بكل ذلك من تواريخ في تتبع حركة الكواكب ومطالع البروج .

الثاني : ويتعلق بالوضع الحسابي لمسألة التقويم سواء أكان هذا التقويم عددياً أم هندسياً استناداً إلى بعض قواعد الفلك النظري .

فيتساءل الباحث قائلاً : « فهل نحن أمام استراتيجية نظرية جديدة في تاريخ النص الفلكي مع ابن البنا المراكشي ، أم أن هذا النص لايخرج عن سياق « العلم الرسمي » كسياق لتقليد فلكي تم تداوله داخل نفس أعضاء « الجماعة العلمية » » .

ويتابع الاستاذ الشقوري فيقول : « إن هذا النص يحيلنا إلى مآل الخطاب الفلكي وهو في حالة سريان نمط معين من التقليد والتكرار في كتابته ، كتابة أصبحت فيها النظرية العلمية مجرد تقليد ناجح » .

وأخيراً يطرح الاستاذ الباحث السؤال التالي: فما هو مداول التاريخية في هذا الخطاب؟.

وفي يوم الجمعة ٤/ كانون الأول / ١٩٩٢ م اختتم الملتقى ، وأعلن عن عقد الملتقى المغاربي الخامس حول تاريخ الرياضيات العربية في تونس خلال شهر كانون الأول ١٩٩٤ م.

أبحاث المؤتمر السنوي الثاني للجمعية السورية لتاريخ العلوم

هيئة التحرير : أحمد يوسف الحسن ، مصطفى موالدي ، محمد سمير قمند

حلب ، معهد التراث العلمي العربي (١٩٧٩ م)
٣١٢ ص ، ٢٧ × ٢٠ سم — باللغة العربية

يضم هذا الكتاب الأبحاث التي ألقيت في المؤتمر السنوي الثاني للجمعية السورية لتاريخ العلوم الذي عقد في حلب في يومي ٦ و ٧ نيسان ١٩٧٧ م. وصنفت هذه المقالات الخاصة بتاريخ العلوم العربية — الاسلامية على النحو التالي: ثلاثة أبحاث تناولت مواضيع عامة وأربعة بحث في تاريخ التكنولوجيا والعلوم التطبيقية وأحد عشر في تاريخ الطب والصيدلة .

من بين المشاركين في هذا المؤتمر: البروفيسور فؤاد سيزكين من جامعة فرانكفورت والدكتور شوكت الشطي والدكتور نشأت الحمارنة والدكتور زهير البابا من جامعة دمشق والدكتور أحمد يوسف الحسن والدكتور عمر دقاق والدكتور سلمان قطاية من جامعة حلب .

السعر : ١٨ دولاراً أو ٧٥ ل.س .
(لايشمل أجور البريد) .

ملف خاص عن
المؤتمر السنوي السابع عشر لتاريخ العلوم عند العرب
السويداء ـ سورية ـ ٢٠ ـ ٢٢ نيسان ١٩٩٣ م

مصطفى موالدي*

عقد معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب بالتعاون مع محافظة السويداء في سورية خلال المدة بين ٢٠ ـ ٢٢ نيسان ١٩٩٣ م المؤتمر السنوي السابع عشر لتاريخ العلوم عند العرب ، وتناول المؤتمر موضوعات تاريخ العلوم الأساسية والطب والتكنولوجيا عند العرب ، كما تناولت بعض موضوعات المؤتمر بشكل خاص ابن أبي أصيبعة صاحب كتاب « عيون الأنباء في طبقات الأطباء » الذي عاش في صلخد وتوفي فيها ، وكذلك نُظم ـ خلال المؤتمر ـ ندوة حول تاريخ وآثار محافظة السويداء .

وقد رافق انعقاد المؤتمر تنظيم عدد من المعارض أقيمت في قاعات المركز الثقافي وصالة السابع من نيسان في السويداء ، وهي :

- معرض المخطوطات في معهد التراث العلمي العربي .
- معرض الكتب التراثية في معهد التراث العلمي العربي .
- معرض الكتب التي أصدرها معهد التراث العلمي العربي .
- معرض كتب وزارة الثقافة .
- معرض كتب دور النشر والمكتبات الخاصة .
- معرض الفن التشكيلي لفناني السويداء .
- معرض الصور الفلكية .
- معرض التصوير الضوئي (لقطات من محافظة السويداء)

وقد استطاعت هذه المعارض أن تلقي الضوء على جوانب هامة من حضارة أمتنا وثقافتها .

* معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب ـ حلب ـ سورية .

مجلة تاريخ العلوم العربية ـ المجلد العاشر ، ٩٢ ـ ٩٣ ـ ١٩٩٤ م ـ ص ٣٣ ـ ٤٨ .

كما نظمت محافظة السويداء لضيوف المؤتمر برنامجاً سياحياً تضمن اطلاعهم على المواقع الأثرية الهامة في تلك المحافظة الغنية بالآثار ، وقد زار الضيوف : قلعة صلخد ، متحف السويداء ، آثار شهبا ، فيليب العربي ، مسرح بصرى .

اشترك في المؤتمر (٢٨) باحثاً توافدوا من الجامعات والمعاهد ومراكز البحوث المهتمة بتاريخ العلوم العربية التابعة للدول التالية : سورية ، ايران ، مصر ، اسبانيا ، الاردن ، اليمن ، الامارات العربية المتحدة ، لبنان ، فلسطين ، وقد ألقى الباحثون (٢٩) بحثاً باحدى اللغتين التاليتين ، العربية أو الانكليزية ، وألقيت ثلاثة بحوث خلال ندوة تاريخ وآثار محافظة السويداء ، وألقيت البحوث الست والعشرين المتبقية خلال سبع جلسات علمية ، ونستعرض معظم البحوث وأهم نتائجها مقسمة بحسب الجلسات :

ندوة حول تاريخ وآثار محافظة السويداء

ألقي في الندوة الأبحاث الثلاثة التالية :

١ – تاريخ السويداء وقلعة صلخد :

للدكتور علي أبو عساف (المديرية العامة للآثار والمتاحف – دمشق – سورية)

اعتمد البحث الآثار كمادة أساسية لاستنتاج المعلومات حول تاريخ محافظة السويداء فمن خلال عمليات المسح الأثري تبين أن الانسان قد تنقل في هذه المنطقة منذ العصور الحجرية وترك مخلفاته في أماكن عديدة مثل : كوم التينة والمزرعة وقراصه وكوم الحصى . . . وغيرها ، ثم تحدث عن السويداء منذ العصر البرونزي حتى العصور الاسلامية ، وذكر أن الدولة الأيوبية التي اهتمت بالمباني العسكرية لحماية البلاد ومجابهة الحملات الصليبية فبنت الحصون ومنها قلعة صلخد ، ثم تحدث الباحث عن تاريخ القلعة الذي يشهد عن أهميتها خلال العصور الاسلامية .

٢ – جبل حوران بين ١٧٠٠ – ١٩١٠ م

للاستاذ فندي أبو فخر (المركز الثقافي العربي – السويداء – سورية)

استعرض الباحث تاريخ جبل حوران خلال الفترة الممتدة بين ١٧٠٠ – ١٩١٠ م،

مع تفصيل بعض الأحداث التاريخية منها : الثورة على حكم محمد علي باشا والانتفاضات على الحكم العثماني .

٣ – لمحات من تاريخ الجبل في العهدين العثماني والفرنسي

للدكتور فارس بوز (جامعة دمشق – سورية)

عدّد الدكتور بوز الثورات المتعاقبة في الجبل منذ عام ١٨٣٧ م وحتى عام ١٩٠٩ م ثم تحدث عن مساهمة أبناء الجبل في احداث الثورة العربية الكبرى ، وعن نضالهم ضد المستعمر الفرنسي والمتمثل في الثورة السورية الكبرى التي قادها المجاهد الكبير سلطان باشا الأطرش ، وتكلم الباحث عن أبرز معارك تلك الثورة .

الجلسة العلمية الأولى

قُدمت في الجلسة العلمية الأولى الأبحاث الخمسة التالية :

١ – دراسة الآلات الفلكية العربية (الاسطرلابات ، الارباع ، الساعات الشمسية) الواقع والأهمية

للدكتور سامي شلهوب (معهد التراث – جامعة حلب – سورية)

بيّن الباحث أن الدراسات الأوربية حول الآلات العربية بدأت بشكل كثيف منذ القرن التاسع عشر ، ووضح كذلك مدى مساهمة أبحاث العلماء الأوروبيين والعرب في تصحيح بعض الآراء الخاطئة . وذكر الدكتور شلهوب أن دراسة الآلات الفلكية الأوروبية تعتمد بشكل أساسي على الآلات الفلكية العربية ، ولذلك لابد من دراسة تأثير هذه الآلات الفلكية العربية على الآلات الفلكية الأوروبية ، وخلص الباحث إلى ضرورة الاهتمام بالآلات الفلكية إذ انها احتلت مكانة هامة في أثر الأبحاث التي أجريت في جامعات مختلفة وفي المعارض التي عرضت في مدن كثيرة ويجب الاهتمام بشكل خاص بالآلات الفلكية العربية التي لايزال جزء هام منها غير مدروس .

٢ – قطعة من زيج بالغ المفقود لكوشيار بن لبان (باللغة الانكليزية)

للاستاذ محمد باقري (ايــران)

تحدث الاستاذ باقري عن مخطوط جديد يتضمن صفحتين من زيج بالغ المفقود لكوشيار بن لبان (ازدهر في النصف الثاني من القرن العاشر الميلادي) ، وتعالج الصفحتان موضوع : « استعمال ادوار الكواكب على مذهب الهند » . ثم حلل الباحث المحتوى وعلق عليه .

٣ – النظام الشمسي في زيج ابن الهائم (باللغة الانكليزية)

للاستاذة اميليا كالفو (جامعة برشلونة – اسبانيا)

ذكرت الباحثة أن ابن الهائم (بداية القرن الثالث عشر) عالم بالفلك ، ولد في اسبانيا ولكنه عمل في المغرب العربي . ينتقد ابن الهائم في زيجه أعمال الفلكيين الآخرين وخاصة ابن الكماد ، ويظهر تأثير الزرقالي على ابن الهائم بشكل واضح وخاصة فيما يتعلق بالنظام الشمسي ، وتبين الاستاذة كالفو خصائص النظام الشمسي عند ابن الهائم والنقاط المشتركة مع النظام الشمسي عند الزرقالي ، واعتبرت الباحثة زيج ابن الهائم من المصادر الهامة جداً لدراسة النظام الشمسي بالإضافة للدراسات السابقة حول الموضوع نفسه .

٤ – نظرية التواتر في الزيج الكامل في التعاليم لابن الهائم (باللغة الانكليزية)

للدكتورة ميرسيه كوميز (جامعة برشلونة – اسبانيا)

ركزت الدكتورة كوميز دراستها حول نظرية التواتر في الزيج الكامل في التعاليم لابن الهائم من خلال مخطوط مكتبة بودلين (مارش ٦١٨) ، عالجت من خلال دراستها النظام النظري المتعلق بنظرية التواتر ، وتأثير ذلك على الازياج الأندلسية والمغربية .

٥ – ثمــن الحضــارة

للدكتور عواد جاسم الجدي (كلية زراعة دير الزور – جامعة حلب – سورية)

اهتم الباحث – بشكل رئيسي – ببيان الفكرة التالية : إن ابتعادنا عن البيئة بما

تحويه من نباتات طبية قيمة وعزوفنا عن استعمال هذه الأعشاب والنباتات والثمار واتجاهنا كلياً إلى العقاقير الكيماوية إن لم يكن السبب الرئيسي من انتشار الأمراض فيأتي في طليعة الأسباب التي أدت إلى ذلك .

الجلسة العلميـــة الثانيـــة

ألقي في الجلسة العلمية الثانية الأبحاث الثلاثة التالية :

١ – تاريخ علم الفلك عند العرب

للدكتورة أميرة عيسى (جامعة الجنان – طرابلس – لبنان)

اصطبغ البحث بالعمومية فقد تحدثت الدكتورة أميرة عيسى عن الحضارات التي تأثر بها تراثنا الفلكي ، ثم تكلمت عن الفلك في العصور العربية والاسلامية المختلفة (الجاهلي ، صدر الاسلام والأموي ، العباسي) ، وعن أشهر الفلكيين العرب ومآثرهم ، وتضمن القسم الأخير من البحث تراثنا الفلكي – الكتب الفلكية ، المراصد ، الآلات الفلكية ، صناعة الكرات الأرضية والسماوية – وختمت بحثها بأهم الانجازات الفلكية في الحضارة العربية والاسلامية .

٢ – تحقيق ودراسة مخطوط : كتاب النسب المتشاكلة في علم الجبر والمقابلة لتقي الدين ابن معروف

للدكتور مصطفى موالدي (معهد التراث – جامعة حلب – سورية)

قدم الباحث ترجمة لتقي الدين بن معروف (توفي سنة ٩٩٣ هـ / ١٥٨٥ م) ولأعماله الرياضية ، ثم قدم المخطوط المحقق والمؤلف من : مقدمة في بيان الاصطلاحات (الجذر ، الضلع ، المال ، الكعب ، . . .)، والباب الأول يعالج العمليات الحسابية المطبقة على الجبر (الجمع والطرح والضرب والقسمة) ، والباب الثاني في القواعد (الجبر والحط والمقابلة) وأما الباب الثالث والأخير في المسائل الجبرية ، وخصص تقي الدين الخاتمة للطائف المسائل الجبرية) . ثم قدم الدكتور موالدي التحليل الرياضي والتاريخي للمخطوط وخلص الباحث إلى اعتبار مخطوط « كتاب النسب المتشاكلة في علم الجبر والمقابلة »

من المخطوطات الجبرية المتأخرة التي تركز على أهمية النسبة والتناسب كطريقة لإيجاد المجهول ، وكذلك كشف عن الجانب الرياضي لتقي الدين .

٣ ـ أبو الصلت وارنو فيلانوفا

للدكتور سيمون الحايك (اسبانيا)

أعلمنا الباحث أن الطبيب أمية بن عبدالعزيز بن أبي الصلت ولد في شرقي الأندلس سنة ٤٦٠ هـ / ١٠٦٨ م ومن مؤلفاته كتاب في **الادوية المفردة على ترتيب الأعضاء المتشابهة الاجزاء والآلية** ، وقد ترجمه إلى اللاتينية ارنوفيلانوفا (ولد في شرقي الأندلس سنة ١٢٤٠ م) المستعرب ، وبيّن الدكتور الحايك أن العديد من المؤلفات المنسوبة لارنوفيلانوفا ليست في الحقيقة سوى كتب مترجمة عن العربية ، كما أنه استفاد من مدرسة سلرنو الطبية التي باكرت في نقل العلوم العربية الطبية إلى اللاتينية في القرن الحادي عشر الميلادي .

الجلسة العلمية الثالثـة

تضمنت الجلسة العلمية الثالثة الأبحاث الثلاثة التالية :

١ ـ مساهمة العلماء العرب في تاريخ الطب عالمياً

للدكتور محمد زهير البابا (كلية الصيدلة ـ جامعة دمشق ـ سورية)

لقد تميز البحث بعموميته وشموله ، فقد تحدث الدكتور البابا عن جذور الطب العربي وأطبائه في مختلف مراحل العصور العربية والاسلامية ، وعن مؤلفاتهم الطبية ، وعن الكتب المترجمة إلى العربية من اللغات : السريانية ، اليونانية ، الفارسية ، الهندية .

٢ ـ الأمراض اللثوية عند العرب في القرن الرابع الهجري

للدكتور محمد فؤاد الذاكري (حلب ـ سورية)

تناول البحث المقارنة في شؤون العلاج والتشخيص للأمراض اللثوية عند أربعة من أطباء العرب القدامى وهم على التوالي : الطبري (١٦٩ هـ ـ ٢٤٧ هـ) في كتابه **فردوس**

الحكمة ، والرازي (٢٥١ – ٣١٣ هـ) في كتابه **الحاوي** ، والكشكري (عاش في أوائل القرن الرابع الهجري) في كتابه **الكناش في الطب** ، والزهراوي (٣٢٥ هـ – ٤٠٠ هـ) في كتابه **التصريف لمن عجز عن التأليف** .

بيّن الدكتور الذاكري أن للأطباء العرب القدامى دور كبير في تطوير المعالجات اللثوية والأفكار الأساسية التي قدموها بهذا الصدد لاتختلف عما هي اليوم ، فالعلاج الدوائي ثم الاهتمام بجرد الأسنان وإزالة الترسبات القلحية كان لديهم كما هو لدينا في الوقت الحاضر ، اجراء فعال في علاج الالتهابات اللثوية ، إضافة إلى استخدام الكي الحراري وأخيراً اللجوء إلى الجبائر السلكية التي تدعم بشكل أساسي وفعال المسار الذي تعتمده المعالجة الحديثة للأمراض اللثوية .

٣ – تذكرة داود الانطاكي في ضوء البحث المعجمي الحديث

للدكتور مصطفى ابراهيم علي عبدالله (جامعة الامارات العربية المتحدة – الامارات)

أعلمنا الباحث أن **تذكرة أولي الالباب والجامع للعجب العجاب** للشيخ داود الانطاكي (توفي ١٠٠٨ هـ) تضمنت – بين أبوابها – بابين : أحدهما – وهو الباب الثالث – يعد معجماً في الأدوية المفردة والمركبة . والآخر – وهو الباب الرابع – يعد معجماً في الأمراض والعلوم ، وهدفت دراسته إلى الكشف عن السمات والملامح التي تجعل منهما معجمين ، وأجاب بحثه عن القضيتين اللتين أثارتهما دراسته : الأولى : كيف رتب الانطاكي مداخل معجمية في هذين البابين ، والأخرى : كيف شرح المصطلحات في كلا المعجمين . ولخص الدكتور مصطفى أهم نتائج دراسته في أمرين :

أولاً : قدم داود معجمين واتبع في ترتيب مداخلهما اتجاهين :

– الاتجاه الأول : الترتيب الهجائي وفق حروف الهجاء في المشرق العربي (أ ، ب ، ت ، ث ، . . .) .

– الاتجاه الثاني : الترتيب الهجائي وفق حروف الهجاء في الأبجدية السامية (أ ، ب ، ج ، هـ ، و ، . . .). ويمكن أن يضم إلى الاتجاهين اتجاه ثالث اتضح في أثناء شرحه لمصطلحات معجم الأمراض .

– الاتجاه الثالث : التصنيف الموضوعي أو الترتيب وفق المجالات الدلالية .

ثانياً : اتضح أن داود يمتلك بنية نظرية سبقت عمله المعجمي التطبيقي من خلال مجموعة من القوانين واضحة الملامح في ذهنه ، وان شرح المداخل قد عكس – في سماته العامة – هذه القوانين مراعياً الطبيعة الخاصة للمصطلحات من حيث العجمة .

لقد استطاع الباحث تبيان مكانة تذكرة داود في تاريخ المعجم العربي والسمات التي تجعل منها نشاطاً معجمياً يضع اسم داود بين قائمة المعجميين العرب .

الجلسة العلمية الرابعة

قُدمت في الجلسة العلمية الرابعة الأبحاث الثلاثة التالية :

١ – أفكار أصيلة في الحبوب والبذور من كتاب : « جامع فرائد الملاحة في جوامع فوائد الفلاحة » للغزي

للاستاذة ابتسام فاني (حلب – سورية)

سلطت الباحثة الضوء في بحثها على أفكار أصيلة للغزي وردت في الباب الخامس من كتابه « جامع فرائد الملاحة في جوامع فوائد الفلاحة » ، ومن أهمها :

١ – وضع الغزي مبادىء الدورة الزراعية وأشار إلى أهمية تتابع المحاصيل الزراعية ، كما نوه إلى إدخال القرنيات (القطاني) في الزراعة لزيادة خصوبة التربة .
٢ – تكلم عن طرق اصلاح الأرض حيوياً ، كالأراضي المرة والمالحة وغيرها .
٣ – طبق مبادىء اختبار الإنبات في البذور وعرف مبادىء تكنولوجيا الحبوب .
٤ – عرف مبدأ الحضي أو « التطويش » الذي يساعد على اتزان نسبة الكربون إلى النتروجين في النبات .
٥ – عرف مبدأ التبييض ، والتي تتبع حالياً في بعض الخضار فهي معروفة منذ القدم .
٦ – توصل إلى موضوع الكثافة النباتية وأهمية دوره في عملية البذر .
٧ – قدم نصائح عديدة في البذر والحصاد والخزن ، كما ذكر فوائد طبية لبعض النباتات مما هو ذو نفع في تاريخ الصيدلة والمداواة .

بينت الاستاذة ابتسام فاني أن تلك الأفكار انفرد بها الغزي ولم يرد ذكرها في كتب الفلاحة ممن سبقه وخاصة كتب الفلاحة الأندلسية .

واستنتجت الباحثة أن كتاب الغزي يعد كتاباً موسوعياً شاملاً لأبحاث مهمة في علوم الزراعة والنبات من الناحيتين النظرية والعملية في العصر الذي كتب فيه ، وهو يضم مابين دفتيه معلومات علمية تطبيقية لاتزال مفيدة حتّى وقتنا هذا .

٢ ـ الحمض والخلة بين التّراث العربي والعلم الحديث

للدكتور كمال الدين حسن البتانوني (جامعة القاهرة ـ جمهورية مصر العربية)

ركز الباحث دراسته على قدرة العرب على تمييز نباتات المراعي إلى مجموعتين هما الحمض والخلة ، وتعريفهم لكل مجموعة حيث عرفوا الحمض بصفات تنطبق على مانعرفه اليوم باسم النباتات الملحية ، أي التي تعيش في الأراضي الملحية وتتحمل الملوحة وتقاومها وأعطوها من الصفات مايتطابق تماماً مع الصفات التي أسبغها العلم الحديث عن هـذه النباتات الملحية التي تقطن السباخ حتّى اليوم ، كما عرفوا الخلة بأنها النباتات التي لاملح فيها . وتعرضت الدراسة للتعرف على صفات الحمض والخلة في التّراث العربي من منظور العلم الحديث وكذلك اعطاء أمثلة لكل مجموعة مع شرح لصفات بعض هذه الأنواع النباتية سواء في التّراث العلمي أو في الدراسات الحديثة .

وأوضحت الدراسة أهمية مثل هذه الموضوعات وتطبيقاتها والاهتمام بها ، سواء في تدارس انقراض بعض الأنواع ، أو دراسة التوزيع الجغرافي لها أو الأهمية الاقتصادية أو التّراثية لبعضها .

٣ ـ فلاحة العنب وتقانة معاصره في علوم العرب وآثارهم القديمة

للاستاذ اسماعيل أحمد ملحم (دائرة الآثار العامة ـ اربد ـ الاردن)

يهدف البحث إلى القاء الضوء على الأسس التي كان يعتمدها العرب في فلاحتهم لنبات العنب من استصلاح للأرض وطرق في الزراعة والقطاف وهي أسس خبرها العرب بالممارسة الطويلة تظهر جلية في آثارهم القديمة من تنظيمات للكروم وعمل للمعاصر : وكذلك في المؤلفات التي تناولت العنب والأغذية والمشروبات المصنعة منه ، كما يتناول البحث ماآلت اليه فلاحة العنب ومعاصره بعد ظهور الاسلام .

الجلسة العلمية الخامســــة

دُرست في الجلسة العلمية الخامسة الأبحاث الأربعة التالية :

١ - دراسة مخطوطة في الأختام وتاريخها :

للدكتورة منى حداد يكن (جامعة الجنان - طرابلس - لبنان)

وصفت الباحثة مخطوط : « عيون المها في تاريخ الختوم ونقوشها » لحكمت شريف ، بعد أن قدمت ترجمة كاملة لمؤلفه : فذكرت بأن المؤلف صدّر مخطوطه بذكر مصادر كتابه والتي كانت كثيرة كما يقول ، وأتى على ذكر أهمها فناهز عددها الثمانين مصدراً ، وقد تحدث المؤلف عن تاريخ الخواتم القديم وخواتم الخطبة والزواج والطلاق والازرار المصورة ثم عن الخواتم في الاسلام وخاتم النبوة ثم رسائل النبي إلى الملوك وخواتم بعض الأنبياء والخلفاء الراشدين والأمويين والعباسيين والأندلسيين ثم ختوم بعض الصوفية والحكماء ، كما تحدث عن أنواع الختوم وطرافة بعضها ودلالتها على أخلاق أصحابها . وأورد الكثير من النوادر عن الخواتم في التاريخ واستعمالات الخاتم الرسمي .

٢ - أبــواب عــدن التاريخيــة

للدكتور أحمد صالح رابضة (مركز الدراسات والبحوث اليمني - اليمن)

تحدث المحاضر عن فن الهندسة المعمارية في اليمن ، وعن مآثر اليمن الحضارية الرائعة التي آل معظمها للاندثار نتيجة للحرب والدمار والاهمال والجهل والتخلف كقصر غمدان وسد مآرب . ثم تناول أبواب عــدن بالتفصيل فتكلم عن باب البر بمدينة عدن وباب الزيادة (العقبة) ، وباب حقات .

٣ - عمائر اجتماعية في فلسطين « الاسبلة »

للدكتور جلال قزوح (جامعة النجاح الوطنية - فلسطين)

بدأ المحاضر دراسته بمقدمة تاريخية للاسبلة وبتعريف لها وهو : الاسبلة من الأبنية المختصة بشرب الماء وتوفيره لسقاية المارة وارواءهم من باب الحسنى والتقرب إلى الله سبحانه وتعالى .

وتناول الدكتور جلال في دراسته خواص تصميم الطراز التركي وتخطيطه واختلافه عن الطراز المملوكي ، وكذلك موضوع الزخرفة التركية على السبل التي اختلفت إلى حد ما عن زخارف سابقتها في المباني المملوكية التي عدت بها طرقات القدس ، وبحث في أسباب هذا الاختلاف ومصدر هذا الطراز والزخرفة . وتضمنت دراسته مقارنات معمارية وزخرفية، وبحث الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية التي رافقت تشييد هذه الاسبلة وأثرت عليها ، وعالج كذلك موضوع صيانة الاسبلة وترميمها من أجل المحافظة عليها .

٤ – ملامح عن مساهمة الطب العربي الاسلامي في علم الصيدلة والعقاقير

للدكتور أكرم منيب الدجاني (الجامعة الاردنية – الاردن)

تميز البحث بالعمومية والشمولية ، فقد تضمن مقدمة عن الاقرباذين والكتب المشهورة التي ألفها العديد من مشاهير العلماء العرب والمسلمين وكبار الأطباء ، كما بيّن الباحث ماقدمه العرب والمسلمين بالنسبة للصيدلة كعلم ومهنة ، كما أورد الدكتور الدجاني ماساهم به العلماء العرب والمسلمين في مجال العقاقير من حيث الأسماء والوصف والفعل والتركيب وطرق التحضير والآلات التي استعملوها لصناعة الأدوية وقد شمل البحث تقسيمهم للأدوية إلى مفردة ومركبة واهتمامهم بفعل الأدوية ونصائحهم لتجنب مضارها ، ثم بيّن الباحث ماأدخله الطب العربي الاسلامي بالنسبة للأدوية من تحسينات سهلت تناولها ، وأخيراً كشف عن تأثر أوربا بالانجازات العربية الاسلامية ولا سيما بواسطة طريقي صقلية واسبانيا .

الجلسة العلميـــة السادســـة

تضمنت الجلسة العلمية السادسة الأبحاث الثلاثة التالية :

١ – التقنيات الحديثة وتطبيقاتها في علم الآثار :

للدكتور شوقي شعث (مديرية الآثار والمتاحف – حلب)

تحدث المحاضر عن الوسائل والتقنيات الحديثة منها : الطرق الميكانيكية والمغناطيسية والكهربائية والتصوير العادي والجوي والفوتوغراميزي والكوني وغيرها وتطبيقها في المسوح الأثرية على اليابسة وتحت الماء ، وفي تاريخ الموجودات الأثرية المكتشفة .

وبين الدكتور شعث أن استخدام هذه الوسائل في كثير من البلدان المتقدمة ساعد على التعرف إلى كثير من المواقع الأثرية وأهميتها تمهيداً لاجراء تنقيبات أثرية فيها ، ومن ثم تعرض الباحث لسلبيات تلك الطرق وإيجابياتها ، وبيّن الأسباب التي أدت لقبول بعض تلك الوسائل ورفض بعضها الآخر من قبل علماء الآثار .

وفي نهاية البحث طالب المحاضر بتوطيد الثقة بين علماء الآثار وعلماء الفيزياء والرياضيات والنبات وغيرهم للتعاون من أجل تطوير أعمالهم المشتركة خدمة للعلم وللحضارة وللانسان .

٢ - عمارة التراث والتكيف البيئي :

للدكتور صخر علبي (كلية العمارة - جامعة حلب - سورية)

بين الباحث أن عمارة التراث تركت لنا في الواقع دروساً في علوم البيئة ، فقد أنتجت عطاء مميزاً في تخطيط المدن وقدمت حلولاً معمارية تتميز بمرونتها في التأقلم في العوامل المناخية وبتلبيتها لمتطلبات البيئة الاجتماعية وبتأثيرها في نمط الحياة الاجتماعية ، الأمر الذي يجدر بنا إلى رد الاعتبار اليها كعمارة بيئية أصيلة .

وقال الدكتور علبي بأن عمارة التراث قد قدمت لنا أمثلة رائعة عن العمارة البيئية - لاتزال معظم مدننا القديمة تزخر بها - تبتعد في جوهرها عن عمارة اليوم التي تتنافى مع أدنى مقومات العمارة البيئية أمثلة يجدر بنا تحليل خصائصها العمرانية والمعمارية والوقوف على مقوماتها المعنوية في زمن يتسارع فيه الاهتمام بالوصول إلى عمارة بيئية معاصرة ويتزامن مع تفاقم مشكلات البيئة التي أصبحت حديث الساعة وناقوس خطر يتهددنا جميعاً .

٣ - مراحل انشاء القناة والمهندس محمد بن الحسن الكرجي

الاستاذة بغداد عبدالمنعم (معهد التراث - جامعة حلب - سورية)

قدمت الباحثة الكرجي (عاش في أواخر القرن الرابع وأوائل القرن الخامس الهجري) كعالم بالرياضيات والهندسة ، ومن كتبه الهامة كتاب **انباط المياه الجوفية** يبحث فيه استخراج المياه الجوفية وهندستها .

وبينت الاستاذة عبدالمنعم أن الكرجي – في كتابه السابق الذكر – يعالج انشاء القناة بمختلف مراحله ، ويقصد بها القناة التي تحفر كنفق داخل الأرض للاستفادة من خزانات المياه الجوفية وسوق المياه عبر القناة إلى أماكن استثمارها تحفر آبار تهوية تصل إلى القناة لتأمين التهوية واخراج منتجات الحفر ، وفيما بعد لأغراض الصيانة والتنظيف والمراقبة .

وبعد أن يذكر المؤلف طرائق التعرف على المياه الجوفية ، وهي طرائق طبوغرافية وجيولوجية ونباتية ، يتوسع في الحديث عن الأعمال المساحية التي تسبق حفر القناة والأجهزة المساحية ، ثم يذكر بالتفصيل مراحل تنفيذ حفر القناة وانشائها .

الجلسة العلمية السابعة

ألقى في الجلسة العيملية السابعة خمسة أبحاث منها أربعة متعلقة بابن أبي أصيبعة .

١ – شيء عن الطوابع الثلاثة : العلمية والانسانية والأدبية لعيون الأنباء

للاستاذ صياح جهيم (السويداء – سورية)

لقد حلّق الاستاذ صياح جهيم بالأفكار العامة والشمولية لكتاب **عيون الأنباء في طبقات الأطباء** لابن أبي أصيبعة ، وقسم بحثه إلى ثلاثة محاور تناولت الجوانب العلمية والانسانية والأدبية وطبع دراسته بطابع أدبي متميز .

٢ – النظرة العلمية النقدية والنزعة الانسانية عند ابن أبي أصيبعة

للاستاذ فندي أبو فخر (المركز الثقافي العربي – السويداء – سورية)

لخص الاستاذ فندي خصائص كتاب **عيون الأنباء** عما سبقه من الكتب المختصة وعدد أهمها :

١ – انفراد الكتاب بما أتى عليه من ترجمة ومعرفة علمية وعامة متعددة من علمية طبية وفلسفية وتاريخية وجغرافية وأدبية .

٢ – محاولته الجادة في أن يكون موضوعياً جريئاً واضح الرأي ، دقيق العبارة في أحكامه وآرائه المختلفة .

٣ – اعتماده منهجاً علمياً استقرائياً في تفسيره للنصوص ومقارنتها واستنباط النتائج والآراء .

٤ – قدرته على رسم ملامح نقدية واضحة تلامس منهج ابن خلدون من حيث المناقشة والتعليق والتدقيق والقبول أو الرفض أو الميل إلى الترجيح .

٣ – المنهج ومفهوم الطبقات في كتاب : عيون الأنباء في طبقات الأطباء لابن أبي أصيبعة

للاستاذ قاسم وهب (سورية)

بيّن الباحث أن المنهج الذي سلكه صاحب كتاب عيون الأنباء – رغم اعتماده التاريخ أساس للتصنيف – لم يتقيد بالتوالي الزمني على نحو دقيق ، كما أن المحتوى لم يكن معبراً بدقة عن عنوان الكتاب الذي اختاره المؤلف ، إذ ان مفهوم الطبقة كما ورد لايتعدى المنزلة التي تصف وتصنف الفرد لاالجماعة في حين أن مفهوم الطبقة يوحي بالترتيب والتجانس الفئوي القائم على أساس الاتقان والمهارة في مزاولة المهنة أو الفن من قبل طبقة (مجموعة) ممن ينتمون إلى حرفة واحدة في عصر واحد ، أو قطر محدد ، ويختم الاستاذ قاسم بحثه بتقريظ الكتاب فيقول : « فالكتاب يعد بحق من أهم المراجع التي تناولت تاريخ الطب وتراجم الأطباء والعلماء خلال القرون الوسطى » .

٤ – أضواء على صناعة الكتابة الدواوينية عند العرب منذ نشأتها حتى عصر ابن أبي أصيبعة

الدكتور سليم الحسنية (كلية الاقتصاد – جامعة حلب – سورية)

بيّن الباحث أن صناعة الكتابة – رغم التطور التكنولوجي الهائل – من أهم وأنفع الصناعات التي اخترعتها البشرية ، سواء على مستوى التدوين والتوثيق أو على مستوى الاتصال وتبادل المعلومات . ثم يعرّف الدكتور الحسنية الكتابة الدواوينية فيقول : « هي الكتابة الرسمية التي استخدمتها الدولة العربية الاسلامية للاتصال الإداري وتصريف شؤونها فنشأ بينها وبين الإدارة وأنظمة الدواوين علاقة اعتماد متبادلة » ثم يتحدث الباحث عن تطور الكتابة الدواوينية خلال العصور الاسلامية (عهد الرسول ، الراشدي ، الأموي ، العباسي ، الفاطمي ، الأيوبي) ، وينهي بحثه ببعض المقترحات المتعلقة بتشجيع الدراسات المتعلقة بتاريخ الكتابة الدواوينية .

٥ ـ الكحالة عند العرب من خلال ابن أبي أصيبعة

للدكتور كمال الفقيه (السويداء – سورية)

بيّن الباحث أن كتاب **عيون الانباء** يضم خمسة عشر باباً جاء فيها ذكر مايفوق على ثلاثين كحالاً عملوا واشتهروا في عواصم العالم الاسلامي بدءاً من أول ظهور دولة بني العباس . ثم يعدد الدكتور الفقيه الكحالين بحسب تقسيم ابن أبي أصيبعة ، ثم يستنتج أن معرفة العرب بالكحالة وطب العيون مرت بثلاث مراحل : (مرحلة الترجمة ونقل العلوم ، مرحلة التأليف والابداع ، المرحلة الذهبية والتي تميزت بالنضج العلمي) .

أبحاث مقبولة لم تلق لعدم حضور أصحابها

ـ ابن البراء ، يحيى (موريتانيا)	الحركة العلمية العربية في موريتانيا نموذج الطب والصيدلة .
ـ حسن ، سمية (مصر)	تطور أدوات الجراحة منذ العصر الحجري حتى العصر الإسلامي .
ـ حمادة ، محمود أحمد (الاردن)	دراسة مقارنة بين آلات العرب في القرن الثاني عشر والآلات الأوربية في القرن السادس عشر .
ـ الحمارنة ، نشأت (سورية)	ابن النفيس في عيون الأنباء .
ـ الحمود ، محمد حسن (العراق)	تقنيات وتجارب عربية في علوم الحياة .
ـ رضوان ، يسرى عبدالجليل (السعودية)	دراسات تاريخية عن الخيول العربية الأصيلة في شبه الجزيرة العربية .
ـ ريحاوي ، عبدالقادر (السعودية)	اسهامات الحضارة العربية الاسلامية في تطوير العمران والعمارة .
ـ طبازة ، خليل (الاردن)	توجهات معاصرة نحو احياء الحرف اليدوية التراثية ودورها في تأصيل وتميز التصميم الداخلي للعمارة العربية المعاصرة .
ـ المنشداوي ، خضير عباس (العراق)	مدخل لدراسة المؤلفات العربية في علم الهندسة .

توصيات المؤتمر السنوي السابع عشر لتاريخ العلوم عند العرب – السويداء ٢٠ – ٢٢ نيسان ١٩٩٣ م

أقر الباحثون والمشاركون – في نهاية المؤتمر – التوصيات التالية :

١ – التعاون مع وزارات الدولة وخاصة وزارة الثقافة ومجمع اللغة العربية لاصدار الكتب التراثية العلمية وترجمة مايحسن منها باللغة الأجنبية .

٢ – التوسع في نشر الكتب التراثية الصادرة عن معهد التراث العلمي العربي .

٣ – دعم الجمعية السورية لتاريخ العلوم وذلك بتكوين الاتحاد العربي لتاريخ العلوم وابرازه إلى حيز الوجود بالتعاون مع المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم .

٤ – العمل على جمع وتحقيق ونشر المخطوطات العلمية العربية وتوزيعها واتباع اسلوب التصوير بالأوفست في بعض الحالات التي يحسن فيها اتباع هذه الطريقة .

٥ – ابراز الكتب التراثية عن طريق تصنيفها في مكتبته كل بشكل مستقل .

٦ – الاهتمام بتدريس تاريخ العلوم العربية فيالكليات المختلفة .

٧ – السعي لاستصدار معاجم متخصصة في مختلف الاختصاصات العلمية على غرار المعجم الطبي .

٨ – السعي لتخصيص جوائز لأفضل بحث علمي في مختلف الأقطار العربية .

٩ – تشكيل لجنة لاحياء التراث في محافظة السويداء لتكون نواة لنشاطات ثقافية في مجال تاريخ العلوم العربية وتسمية بعض الشوارع بأسماء بعض العلماء والباحثين العرب في محافظة السويداء .

في يوم الخميس ٢٢ / نيسان / ١٩٩٣ م اختتم المؤتمر .

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

الأصل العربي لمؤلفات جابر اللاتينية

أحمد يوسف الحسن

يوضح البحث النقاط الرئيسية التالية :

١ – كان علم السيمياء في الجزء الأخير من القرن الثالث عشر مادة غير معروفة بعد في العالم اللاتيني وفقاً لبيكون (Bacon) الذي ألّف في عام (١٢٦٦) . ويتبع ذلك أن أعمالاً مكتملة أمثال كتاب *Summa* والمؤلفات اللاتينية الأخرى لجابر لم يكن بالامكان كتابتها فوراً من قبل مؤلفٍ لاتيني عاش في الفترة ذاتها .

٢ – لم يتم الاقتباس من جابر من قبل أي من الذين كتبوا عن علم السيمياء في القرن الثالث عشر أي : سكوت (Scot) وڤينسنت (Vincent) وألبرت (Albertus) أو روجر بيكون (Roger Bacon) ، كما أنه لم يتمتع بشهرةٍ عالية في الغرب اللاتيني في ذاك القرن. وقد ذاع صيته فجأةً بعد ترجمة أعماله في نهاية القرن، وهذا يعني أنه لم يكن هناك من سببٍ لأن يعزو مؤلف لاتيني كتاباته إلى سيميائي عربي مغمور .

٣ – وحتى لو أننا افترضنا أن المؤلف اللاتيني المزيف قد قام فقط بتجميع المؤلفات السيميائية العربية المترجمة قبل ذلك، فإن مؤلفات جابر اللاتينية موضوع النزاع تحتوي على معلوماتٍ أوسع بكثير من الذي كان متوفراً في التراجم اللاتينية قبل ذلك الحين . وفضلاً عن ذلك فإن الجهل السائد بالسيمياء كما يصفه بيكون لم يمكن أياً من المؤلفين اللاتينيين من التوصل إلى معرفةٍ واسعة ومفصلة كتلك المعرفة المعطاة في كتاب *Summa Corpus* .

٤ – أُعطيت المقاطع المقتبسة المذكورة سابقاً من مؤلفات موثوقٍ بها من القرن السابع عشر والتي أظهرت بأن جوليوس (Golius) المستشرق المشهور قد ترجم مؤلفات جابر – والتي هي محور البحث – من مخطوطةٍ عربية وأنه نشر الترجمة اللاتينية في مدينة لايدن .

إن أحد الأسباب الرئيسية – في رأينا – التي ساعدت على ظهور فرضية برتلو (Berthelot) هـي أن كتاب **مجموع الكمال** (The Sum of perfection) والمقالات الأربع الأخرى كانت من الأهمية والتأثير بحيث أنه شعر بأن هذا التفريق لايجب أن يُترك مجرداً . تحتوي المقالات أيضاً على بعض الإرشادات الهامة المتعلقة بالحموض المعدنية كحامض التريك (ماء الفضة) مثلاً . إن منح هذا الشرف إلى المؤلف اللاتيني الزائف جبر (Geber) كان مستحباً .

ولا يمكننا مناقشة هذا الأمر بتفصيلٍ أكثر ضمن هذا الموجز . إن هولميارد (Holmyard) الذي كان دائم المعارضة لفرضية برتلو يخلص – حين مناقشة المقالات – إلى : « أننا يمكن أن نقول دون حرجٍ بأن هذه المقالات ليست غير جديرة بجابر وبأنه هو جدير بها ؛ وبأننا لانعرف أي كيميائي آخر مسلمٍ أو مسيحي يمكن أن يتخيل نفسه ولو للحظة واحدةٍ بأنه كتبها .



أربعة انشاءات هندسية لخطين متناسبين بين خطين معطيين في كتاب الإستكمال للمؤتمن بن هود

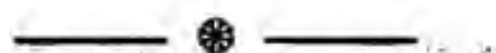
يان هوخنديك

يبحث هذا المقال في مسألة إيجاد خطين متناسبين متوسطين بين قطعتين معطيتين (a) و (b) – أي – قطعتين (x) و (y) بحيث أن $a : x = x : y = y : b$. يقدم العالم الرياضي الأندلسي المؤتمن بن هود في كتابه **الإستكمال** أربعة حلول هندسية لهذه المسألة ، ثلاثةٌ منها يرجع تاريخها إلى العصور القديمة الكلاسيكية . أما الحل الرابع (بواسطة الدائرة والقطع المكافىء) فإنه من اكتشاف المؤتمن على مايبدو . نورد في هذا البحث نصاً عربياً محققاً بالإضافة إلى ترجمةٍ وتعليقٍ بالإنكليزية للأشكال الهندسية الأربعة كلها .

حل مسائل بحسب أيوب البصري
« عالم جبر مبكر »

بارناباس هاغر

أدرج ابراهام بن عزرا (Abraham ben Ezra) – الجامع الشهير لكتاب (Liber augmenti et diminutionis) – طريقة مغايرة لحل بعض المسائل بطريقة الخطأين . وقد أطلق على هذه الطريقة اسم (regula infusa) ونَسبَها إلى يوب بن سليمان المقسِّم (Job filius Salomonis divisoris) . وقد عُرِّف هذا الشخص بأنه أيوب البصري مقسِّم الممتلكات . تُركز طريقة البصري على المعادلات من الدرجة الأولى بمجهولٍ واحد أمثاله لاتساوي الواحد. وحيث أن الخوارزمي يبين قاعدةً وحيدةً لاختزال الأمثال التي لاتساوي الواحد إلى الواحد فإن أيوب يأخذ بعين الاعتبار ثلاثة أنواعٍ من الأمثال الموجبة هي : أقل من واحد والأعداد المركبة (من الصحاح والكسور) والأعداد الصحيحة التي هي أكبر من واحد. كما أنه يبيِّن طرائق مختلفة لمعالجة كل حالة.



« خط زوال الماء » في جداول الإحداثيات الجغرافية
في الأندلس وشمال افريقيا

ميرسيه كوميــز

تتضمن جداول الإحداثيات الجغرافية استعمال زمرتين من الإتجاهات هما : خط الاستواء الأرضي حيث تقاس منه عموماً خطوط العرض ، وخط الزوال الوهمي المنصوص عليه ، والمحض إلى حدٍ ما ، والمستخدم كنقطة بدايةٍ لحساب خطوط الطول إضافة إلى خطوط الزوال الرئيسيةً المعروفة فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار خط زوالٍ وهمي جديد . وأشير إلى « خط زوال الماء » (meridian of water) – الذي دعي هكذا لأنهمتوضع في المحيط الأطلسي ، خط الطول ١٧ والدرجة ٣٠ إلى غرب جزر الكناري . نجد الإشارة الأولى لخط الزوال هذا والمشتق بطريقةٍ ما من خط الزوال الهندي

لـ Arin في التعديل الذي أجراه مسلمة على جداول الخوارزمي الفلكية (القرن العاشر الميلادي). إن « خط زوال الماء » هذا المبرهن عليه في عدد من الجداول الجغرافية والنصوص والقوانين الفلكية أيضاً والذي يُعزى أساساً إلى جغرافيي وفلكيي الأندلس والمغرب الغربية كان له تأثير عظيم خلال أكثر من خمسة قرون ليس في شبه الجزيرة الأيبرية وشمال افريقيا فقط ولكن أيضاً ، وإلى حدٍ ما ، في كلٍ من الشرق الإسلامي وأوربا اللاتينية .

مقالة لفلكي مغربي من القرن الثامن عشر
عن بنية الإسطرلاب الجامع لابن باص

اميليا كالفو

كان حسن بن محمد بن باص فقيهاً ورئيساً للمؤقتين في الجامع الأعظم في مدينة غرناطة . وأكد ابن الخطيب مهارته الفائقة في إنتاج الأدوات الفلكية وقال بأنه كان مخترعاً ومؤلفاً لمقالات بعنوان « مستنبطات وتواليف » ، وقد توفي عام ٧١٦ هـ / ١٣١٦م.

كتب ابن باص مقالةً حول استعمال الجهاز الذي أسماه **الصفيحة الجامعة لجميع العروض** (Universal plate for all latitudes) ، وهي تتألف من (١٦٠) باباً . هذه المقالة التي أنجزت عام ١٢٧٤ محفوظةٌ في عدة مخطوطات موجودة في مكتبة الإسكوريال (Escorial — المخطوط رقم (٩٦١) ، وفي المكتبة الوطنية بتونس (National Library of Tunis) — المخطوط رقم (٩٢١٥) ، وفي المكتبة الملكية في الرباط (Royal Library of Rabat) — المخطوط رقم (٤٢٨٨) .

كما توجد أيضاً بعض الملخصات لهذه المقالة ، وأكثرها تميزاً ملخصٌ بعنوان « نبذة فيما يتعلق بالصفيحة الجامعة » وهو المصدر الوحيد المعروف الذي يصف بنية هذه الصفيحة ، وهو موضوعٌ لم يسبق طرحه في مقالة ابن باص ولا في الملخصات الأخرى الموجودة . ومؤلف هذا الملخص هو أبو الربيع سليمان بن أحمد القشتالي وهو « فقيه » مغربي من القرن الثامن عشر (توفي في فاس عام ١٢٠٨ هـ — ١٧٩٤ م) .

وقد عرف علم الميقات والتعديل (The science of timekeeping and spherical astronomy) « باستعمال الأدوات أو بدونها » ، وكان استاذاً لسليمان الهوّات ولم تعرف معلوماتٌ أخرى عن حياته .

نعرف العديد من مؤلفات الفشتالي منها **بغية ذوي الرغبات** والتي تتحدث عن صعوبات مقالات سبط الماردیني مثل **الرسالة الفتحية** (Opening treatise) أو **شرح السلك العالي في مثلث الغزالي** (Explanation on the thread of the gazālī triangle)، وكتب أيضاً ملخصاً عن مقالة ابن باص حول **الصفيحة الجامعة لكل العروض** (Universal plate for all latitudes) .

والمقالة حول استعمال هذه الصفيحة تحتوي على وصف الخطوط المنقوشة عليها وطريقة استعمالها . ولكن لايوجد فصلٌ واحدٌ يبحث في موضوع بنية الصفيحة . لذا فالمصدر الوحيد المعروف لدينا عن بنية هذه الصفيحة هو ملخص الفشتالي المذكور سابقاً لمقالة ابن باص .

إن ملخص الفشتالي موجود على شكل مخطوطة برقم (١٠٠٩) في المكتبة الملكية في الرباط (الصفحات ١٦ ظ — ١٩ ظ) ، وتحتوي كل صفحة على ٢٤ سطراً والكتابة مغربية . والنص مقسّم إلى خمسة فصولٍ وكل فصل مؤلفٌ من جزء أو عدة أجزاء حيث يشرح فيها الفشتالي بشكلٍ أساسي مسائل « الميقات » ، ويبدأ الفشتالي هذه الفصول بمقدمة ينسب فيها اختراع هذه الصفيحة إلى ابن باص حيث يعرِّفه بأنه استاذ للزبير .

أما فيما يتعلق بمحتويات **الرسالة** فإن الفصل الأول يصف بنية الصفيحة كما ذكرت سابقاً . ويقدم الفصل الثاني أسماء الخطوط المرسومة على الصفيحة . ويقسم الفصل الثالث إلى ثلاثة أجزاء هي : كيفية تحديد قوس النهار والليل ، وكيفية حساب القوس الدائر مع الكرة السماوية ، وكيفية تعيين درجة الشمس على الصفيحة حسب ارتفاعها . وأما الفصل الرابع فهو مقسّم إلى أربعة أجزاء هي : كيفية تحديد زاوية السمت للشمس أو لنجمة ما ، ونطاق شروقهما ، وغروبهما ، ونصف « الفضل » (وهو الفرق بين منتصف قوس النهار والدرجة التسعين) ، وكيفية حساب دائرة خط الزوال الزاوي للشمس أو النجم . وأخيراً يحتوي الفصل الخامس على أربعة أجزاء مخصصة على التوالي

لتغيرات الإحداثيات وحساب الارتفاع الشمسي في أوقات صلاة « الظهر » و « العصر » وارتفاع النجم في آخر الغسق وبداية الفجر وكيفية تحديد الجهات الأربعة الرئيسية وزاوية السمت « للقبلة » .

وكما ذكرت سابقاً فالفصل الأول من البحث يحتوي على توضيحات لإنجاز بنية الصفيحة . ولا يوجد أي رسم في النص يوضح الخطوات المختلفة المتبعة في بنية هذه الصفيحة . إن الرسم البياني المتشكل من توضُّع مستويات الأفق والأقواس في القطاع الدائري المتشكل بين خط الاستواء والقطب والناشىء من إسقاط استيريوغرافي (تجسيمي) قطبي قياسي هو مطابق للرسم البياني الذي نجده على الأسطرلاب الجامع لعلي ابن خلف أو على صفيحة " Saphea " الزرقالي . وعلى أية حال فهذين الرسمين الأخيرين ناشئين من إسقاط استيريوغرافي استوائي . ومن هذا المنطلق علينا أن نتذكر بأن الإجراء لتحويل الإحداثيات بهذه الأداة (عن طريق تحوُّل مساوٍ إلى متمم خط عرض المكان (Colatitude of the place) يستخدم عــادةً عنــد استعمال أدوات الزرقالي وابن خلف وليس باستعمال الاسطرلاب . ولكن في مقدمة مقالته حول « الصفيحة الجامعة » شعر ابن باص بأنه مضطر لأن يصرِّح باستقلالية صفيحته عن « صفيحة » الزرقالي ، وذلك لأنه ربما كان مدركاً لانعكاس تأثير هذه الأداة على عمله . ومن الواضح تماماً بأن ابن باص قام بإعادة شرح المبادىء لتركيب « الصفيحة » باعطاء وجهة نظر جديدة لها وبالتالي احتمالات جديدة للاستعمال . وفي القرون التالية تبنى بعض الفلكيون هذه الفكرة وأعادوا التوسع فيها بطرقٍ مختلفة . وكانت النتيجة ظهور بعض الأدوات الدقيقة حيث جُمعت فيها إسقاطات قطبية واستيريوغرافية للخط الاستوائي وذلك للحصول على ميزات كلا النظامين . ويمكننا أن نجد مثل هذا النوع من الأدوات ليس فقط في العالم الإسلامي بل أيضاً بين الأدوات المصنوعة في أوروبا بين القرنين الرابع عشر والسابع عشر .

إسهامات ابن زهر في الجراحة

فريد سامي حداد

فضلاً عن وصف الأمراض الجراحية للمرة الأولى كمرض بيروني (Peyronie) والتهاب الحيزوم والنُغلة (الغنغرينا) إلخ . . . ، فإن اسهامات ابن زهر الجراحية العظيمة تتضمن طرائق حديثة من المعالجة والمداواة كاستعمال انبوب خاص للتغذية في حالات شلل آلية عملية البلع ، واستعمال الحقنة الشرجية للتغذية ، واستعمال الحرير في خياطة الإصابات البطنية والمعوية ، واستعمال الذبابية الماسية لتفجير الحصيات الاحليلية ، واستعمال القطن في تدبير كسور الأنف والهبوط المهبلي . إضافة إلى ذلك فقد وصف عمليات جراحية جديدة كالاستئصال الجزئي للمعي وفغر الرغامى وهي عمليةٌ قام بإجرائها لأول مرة على الماعز . من أجل جميع هذه الإسهامات فإن ابن زهر ينبغي أن لايُعتبر طبيباً عظيماً فقط بل أيضاً ينبغي اعتباره واحدُ من أوائل وأعظم الجراحين التجريبيين .



المشاكل في كتاب الطبيعة لأرسطو (الفصل الأول من الباب الأول) وشرح ابن باجـة عليـه

بول ليتينك

من بين شروح العلماء العرب على كتاب الطبيعة (Physics) لأرسطو (Aristotle) (أمثال ابن السمح وابن سينا وابن باجه وابن رشد) فإن شرح ابن باجه يدعو للاهتمام بشكل خاص للأسباب التالية :

أ) كونه سلفاً لابن رشد الذي ناقش آراءه وفي بعض الأحيان كان يناقضها .

ب) تختلف بعض آرائه عن آراء أرسطو ، كما أنها كانت محور جدل على مدى العصور الوسطى في الغرب اللاتيني (مثلاً حول قوانين الحركة) .

تم نشر نص شرح ابن باجة مرتين في عامي (١٩٧٣) و (١٩٧٨) ، وتوجد دراسة لم يتم نشرها عن نظرية الحركة (theory of motion) في فلسفة ابن باجه . ولكن لم تُجرَ أية دراسة مفصلة للنص أو حتى مقارنة له مع تعليقات أخرى (إغريقية وعربية) والتي كان من الممكن أن تُظهر بمن تأثر .

ليس من السهل فهم نص ابن باجه لأنه ليس شرحاً حرفياً لنص أرسطو وليس هو كلٌ تامٌ في ذاته مثل كتاب **الشفاء** لابن سينا . وأغلب مناقشاته غير كاملة ولا يمكن فهمها إلا بمقارنتها مع شروحٍ أخرى وبخاصة شرح ابن رشد .

نقدم هنا نتيجة الدراسة عن كتاب **الطبيعة** – الفصل الأول من الباب الأول – والشروح المتعلقة بهذا الفصل وبشكل خاص شرح ابن باجة لنُظهر نوع المشاكل التي على المرء أن يواجهها .

يعرض أرسطو في كتاب **الطبيعة (الفصل الأول من الباب الأول)** منهجه في تحصيل المعرفة حول الطبيعة . ويصرِّح بأن المعرفة الحقيقية حول موضوع ما تتألف من معرفةٍ بمبادئه وأسبابه وعناصره ، ثم يناقش طريقة إيجادها . وطرح هذا النص المشاكل للمعلقين بدءاً من ثيوفراست (Theophrast) حتى وقتنا الحاضر .

أ) ظهرت المشاكل بالدرجة الأولى حول معنى الكلمات : المبادىء والأسباب والعناصر . ويتفق معظم المعلقون الحديثون بأن هذه الكلمات لها عملياً المعنى ذاته في الباب الأول من كتاب **الطبيعة** . وسنناقش مافكر به المعلقون العرب والإغريق حول معنى تلك الكلمات .

ب) تكلم أرسطو عن الطريقة لإيجاد هذه المبادىء في الصفحة ١٨٤ أ ، الأسطر ١٦ – ٢٦ . ونشأت المشاكل بشكلٍ رئيسي حول معنى الكلمات التالية : « الأشياء المختلطة » و « الكلي » و « المفرد » .

بالنسبة لمعظم المعلقين الحديثين فإن أرسطو يعني في هذا المقطع بأنه علينا أن نبدأ بالأشياء الملموسة المعطاة عن طريق التجربة الحسية والتي مازالت غير محللة وغامضة (أي الأشياء المختلطة أو الكلي) وعن طريق تحليلها يمكننا أن نتوصل إلى العناصر والمبادىء (أي المفرد) . وبالتأكيد هذا هو نهج أرسطو في الباب الأول من كتاب **الطبيعة** حيث يبحث عن مبادىء تحوُّل الأشياء (المادة ، الشكل ، العدم) .

وعلى أية حال يمكننا أن نفسر الفقرة التي تتحدث عن « الكلي » و « المفرد » (صفحة ١٨٤ أ ، الأسطر ٢٤ — ٢٦) بطريقة أخرى حيث علينا أن نبحث في الأشياء العامة ومبادئها أولاً ثم نتقدم إلى الأشياء المفردة ومبادئها . وهذا ماقام به أرسطو إذا — أخذنا بعين الاعتبار مجموعة أعماله عن العلوم الطبيعية بشكل إجمالي .

في هذه الحالة إذاً يتكلم أرسطو عن طريقتين هما : التقدم من الأشياء المختلطة إلى عناصرها ومن الأشياء العامة إلى الأشياء المفردة . فمثلاً باكيوس (Pacius) — المعلق من القرن السادس عشر — قد ميّز بالفعل بين هاتين الطريقتين .

سنُظهر كيف أن المعلقين العرب والإغريق أمثـال يوحنا النحوي (Johannes Philiponos) وابن سينا وابن رشد قد بدا أنهم فكروا بهاتين الطريقتين دون أن يميزوا بينهما بوضوح .

استطرد كل من ابن باجة وابن رشد في شرحهما على هذه الفقرة حول مناقشة الأنواع المختلفة للبرهان في العلوم (كالبراهين المطلقة وبراهين الحقائق وبراهين الأسباب) حيث أن العلوم الطبيعية تستخدم النوعين الأخيرين المذكورين من البراهين . وقد استنتجا هذا من كتاب **التحليلات الثانية** (Analytica Posteriora) . وسنناقش هـذه الأنواع المختلفة من البراهين وسنُظهر كيف أن نص ابن باجة حول هذا الموضوع يصبح مفهوماً فقط عند مقارنته مع شرح ابن رشد والذي بدوره أصبح واضحاً بواسطة جرسونيدس (Gersonides) الذي كتب في القرن الرابع عشر شرحاً متميزاً عن شرح ابن رشد **المختصر والمتوسط على كتاب الطبيعة** .

وناقش الفارابي أيضاً هذه الأنواع من البراهين . وإن دراسةً حول شرحه على كتاب **التحليلات الثانية** وشرح ابن باجة على هذا الشرح ستكون مفيدة .



مفارقـــة اللانهاية عند الكندي

ابراهيم كـــرو

من المعروف عند مؤرخي وفلاسفة العلوم أهمية المفارقات (Paradoxes) في خلق طفرات فكرية وخاصة في علمي الفيزياء والرياضيات . وربما كان اليونان أول من وضع المفارقات وبالأخص مفارقات زينون الشهيرة .

أما مفارقة الكاذب لإبيميندش (الرجل الذي يقول أنا كاذب) فقد استعملها عالم المنطق الرياضي كودل لاستخلاص نظريته الشهيرة لعدم التمام – في أوائل القرن الحالي . وما زالت تحتل مركزاً هاماً جداً حتّى يومنا هذا . وهي مصدر وحي وإلهام لدى العلماء .

وعلى الرغم من أن فلاسفة اليونان قد تحدثوا عن اللانهاية واعتمدت عليها مفارقات زينون للحركة – وأن ارسطو تحدث عنها في مجالات عديدة – كما سنرى في هذا المقال – إلا أن أول عالم اعتمد على فكرة وجود لانهايات مختلفة في الكبر واعتبر ذلك متناقضاً – هو يوحنا النحوي ، وربما أخذ عنه الكندي هذه الفكرة وصاغها في قالب رياضي متطور معتمداً على البديهيات – كما أشرنا في مقال سابق ووصل من خلالها إلى تناقض . وبالرغم من أن الكندي لم يسمها مفارقة" إلا أنها في الواقع كانت كذلك .

أما في العصور الحديثة فإن أول من وصل إلى متناقضات اللانهاية هو غليليو الذي رفض إضافة علاقات التساوي والأكبر والأصغر بين اللانهايات . لكن العالم الذي توصل إلى حل مفارقة اللانهاية والذي كرس معظم أعماله لدراستها هو الرياضي كانتور فقد وضع بذلك أسس المنطق الرياضي وحساب الأعداد الترتيبية والأصلية وذلك في القرن التاسع عشر .

هذه لمحة موجزة عن تاريخ اللانهاية ندرسه في هذا المقال كما أننا نقارن مساهمة الكندي بغيره من الفلاسفة الذين سبقوه فنجد أن مساهمته تختلف عن مساهمة أرسطو الذي كانت معظم دراساته للنهاية فلسفية – بينما استعمل الكندي منطق البديهيات وفعل بحساب اللانهاية مافعله أقليدس بالهندسة إنما على شكل مصغر . ولا نستغرب هذا الأمر من الكندي – إذ كما أشرنا في مقال آخر أبرزنا فيه دراسته للنهاية في الهندسة .

أما مفارقة اللانهاية عند الكندي فيمكن اختصارها بما يلي :

إذا أخذنا عظماً آ لامتناهٍ وأخذ منه عظماً متناهياً ب فالباقي ج إما أن يكون متناهياً أو لامتناه .

أولاً : إذا كان ج متناهياً وأعدنا جمع ب وج المتناهيين نتج عنهما عظم متناهي – وقد عاد لأصله غير المتناهي وهذا خلف .

ثانياً : إذا كان ج لامتناه وجمعنا معه ب المتناهي حصل عظم لامتناهٍ أكبر من آ اللامتناهي وهذا خلف أن يكون لامتناه أكبر من لامتناه آخر .

أما برهان الكندي فيبدأ من بديهيات أولية رياضية كانت معروفة لدى اليونانيين منها بديهيات الكم (عددية) أو الكيف (هندسية) . وطريقة براهينه تذكرنا بحساب الأعداد الترتيبية التي وضعها كانتور .



العلم والتكنولوجيا تجاه الإسلام

هانس دايبر

يصف هذا البحث النقاش الذي تم عن كون الاسلام عقبة في تطور العلوم والتكنولوجيا عندما ألقى إرنست رينان (Ernest Renan) في (٢٩) آذار (١٨٨٣) محاضرته في جامعة السوربون في باريس . ولكن جمال الدين الأفغاني قام بنقد رأي رينان السلبي وأكد على مساهمة العلماء العرب في تحسين وإنجاز العلوم الهيلينية – الساسانية . وعلاوةً على ذلك يظهر الدين في ردة فعل الأفغاني كعاملٍ حافز للخيال الانساني ومؤملٍ إلى أعمال جديدة . ويعتبر الباحث سيد حسين نصر (Seyyed Hossein Nasr) (١٩٦٨) أن العلوم ليست مجرد وسيلة للتقدم التكنولوجي بل هي قبل كل شيء وسيلة لإظهار الحكمة الإلهية التي تشمل كل العلوم . انتُقد هذا التقييم للعلوم الإسلامية كونها أفضل من العلوم الحديثة من قبل المؤرخ جوزيف نيدهام (Joseph Needham) عام (١٩٨٠) في كتابه العلم والحضارة في الصين (Science and Civilization in China) ؛ حيث يرفض تحديد نصر للعلوم الأساسية « بالعلوم الأسلامية »

ويعتبر العلوم الإسلامية جزءاً من تاريخ العلوم وأن تطورها قد تأثر بمديونيتها للدين الإسلامي وإلى الفكرة القائلة بأن العلم هو نتيجةٌ لتجلي حكمة الله . وبطريقة مماثلة للأفغاني ونصر قام عالم اللاهوت الألماني إرنست بنتز (Ernst Benz) عام ١٩٦٤ بالدفاع عن الفرضية القائلة بأن التقدم التكنولوجي له جذوره في الدين حيث انتُقدت هذه الفرضية من قبل لين وايت (Lynn White) . وتدعو هذه الإختلافات إلى التحقيق في مسألة ما إذا كان الإسلام قد حث على تطور العلوم وإلى أي مدى . وكما يُظهر تاريخ العلوم والتكنولوجيا في الاسلام فإن الفضل الكبير في نشأة العلوم وتطورها يرجع إلى متطلبات الدين الإسلامي وإلى واجباته . إن دراسة العلوم الاغريقية هي نتيجة للدين ، فمثلاً استطاع المسلمون بدقة تحديد الزمان والمكان المطلوبين للصلوات وشهر رمضان والقبلة وذلك بمعرفة الرياضيات الفلكية الهيلينية . وعلى الرغم من أن العلم والتكنولوجيا في الإسلام أظهرا أولى إشارات الركود بعد عام (١١٠٠) م إلا أنه يجدر بنا أن نعترف بإسهام العلوم في الإسلام في تطور العلوم في العصور الوسطى وفي الجنس البشري . إن القوة الحافزة للدين الإسلامي على تطور العلم والتكنولوجيا قد تأكدت من قبل الباكستاني محمد عبدالسلام (Mohammed ʿAbdus Salam) الحائز على جائزة نوبل والذي أكد في الوقت نفسه على شمولية العلم كواجب على البشرية بأكملها وهي مدعوةٌ للإنعكاس على الطبيعة وعلى تنظيمها التكنولوجي وبالتالي يمكنها أن تكتسب ثروة مادية وتبصراً بالعالم وبحكمة الله . وبعكس ماجاء به بعض الأصوليين في الإسلام الحديث فإن هذا لايعني وجود أي تآلف بين الاسلام ومضامين العلم أو طرائقه .

المشاركون في هذا العدد

– **فريد سامي حداد** : اختصاصي في أمراض المسالك البولية والجراحة في مشافي أمريكا . عمل في عدة مشافي حكومية ودولية في الولايات المتحدة الأمريكية . وهو مهتم بتاريخ الطب عند العرب .

– **أحمد يوسف الحسن** : يحمل شهادة الدكتوراه في الهندسة الميكانيكية من جامعة لندن. في عام ١٩٧٦ م أسس معهد التراث العلمي العربي وتولى إدارته ، وهو أحد محرري « مجلة تاريخ العلوم العربية » . كما أنه باحث في تاريخ التكنولوجية العربية ، وأصدر العديد من الكتب في هذا المجال .

– **هانس دايبر** : حاصل على شهادتي دكتوراه : الأولى من جامعة ساربروكن (عام ١٩٦٧ م) ، والثانية من جامعة هايدلبرج (عام ١٩٧٣ م) . وكان تخصصه في الدراسات الإسلامية ، وهو يعمل في جامعة امستردام برتبة استاذ منذ عام ١٩٧٧ م .

– **إميليا كالفو** : أنهت حديثاً اطروحة الدكتوراه في مجال تاريخ الفلك الأندلسي، وهي تعمل حالياً كاستاذة وباحثة مساعدة في جامعة برشلونة في اسبانيا .

– **ابراهيم كرو** : يحمل شهادة دكتوراه في المنطق الرياضي، وله العديد من الأبحاث المنشورة في مجال تاريخ المنطق .

– **ميرسيه كوميز** : تعمل كأستاذة في قسم الفلسفة العربية في جامعة برشلونة في اسبانيا . وهي تعمل الآن في مجال تاريخ الفلك العربي والأندلسي ولها مؤلفات عديدة حول هذا الموضوع .

– **باتريك لاندري** : مهندس حاصل على شهادة الدبلوم في مجال تاريخ التكنولوجيا العربية من جامعة السوربون الجديدة ، شارك في العديد من المؤتمرات .

– **بول ليتينك** : حاصل على شهادة دكتوراه في الفيزياء (عام ١٩٧٣ م) وعلى شهادة الدكتوراه في اللغات السامية (عام ١٩٩١ م) من جامعة فري (Free) في امستردام . انتسب حديثاً إلى جامعة فري حيث يجري بحثاً عن الشروح العربية للأرصاد الجوية لأرسطو ، ومقالات عربية أخرى عن الأرصاد الجوية .

– **مصطفى موالدي** : يحمل شهادة دكتوراه في تاريخ الرياضيات العربية من جامعة السوربون الجديدة بباريس يعمل مدرساً لمادتي الرياضيات والمنهج التاريخي والمراجع والمخطوطات في معهد التراث ووكيلا للمعهد ذاته ، شارك في العديد من المؤتمرات والندوات المحلية والعربية والدولية .

– **بارناباس هاغنر** : استاذ في جامعة ولاية كاليفورنيا، نشر كتباً عديدة في تاريخ الرياضيات مركزاً بشكل خاص على رياضيات العصور الوسطى. كانت أهم أعماله كتباً نقدية للترجمتين اللاتينيتين لكتاب الجبر للخوارزمي : الأولى لجيرارد الكريموني والثانية لروبرت التشستري .

– **يان بيتر هوخنديك** : متخصص في تاريخ الرياضيات عامة عند العرب والمسلمين . ويحمل شهادة دكتوراه في مجال تاريخ الهندسة عند العرب . وله مؤلفات عديدة حول هذا الموضوع .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

تقديم نسختين من كل بحث أو مقال إلى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات إلى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بـين ٣٠٠ – ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكنا وإلا باللغة العربية .

طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشـار إليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضاً ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ – بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب– أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج– أما إذا أشير إلى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة إلى أرقام الصفحات .

أمثلـــــة :

أ – المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١

ب– عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية . مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣ .

ج– المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .

انبوبــــا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

Notes on Contributors

CALVO Emilia : Has recently finished her Doctorate Thesis in the field of the History of Andalusian Astronomy. She is now teaching and researching at the University of Barcelona/Spain as an assistant.

COMES Mercé : Teacher in the Department of Arabic Philosophy at the University of Barcelona / Spain . She is now working in the field of the History of Arab and Andalusian Astronomy and had published several papers on this topic.

DAIBER, Hans : Got the Ph. D. degree in 1967 from Saarbrucken University; Dr. of philosophy (habil 1993) from Heidelberg University. He has been professor of Islamic Studies at the Vrije Universiteit, Amsterdam since early 1977 .

GARRO, Ibrahim : He holds the Ph. D. degree in mathematical logic and has published several researches in the field of the history of logic .

HADDAD, Farid S.: A specialist in urology and general surgery. He attended several university hospitals and held positions with governmental and international bodies in the US and in Arab countries.

AL-HASSAN, Ahmad Y . : Ph. D. in mechanical engineering from University College , London . In 1976 he founded the I. H. A. S. and directed it. He is also the founder and editor of the " J. H. A. S. ", and a researcher in the field of the History of Arabic Technology and had published several books on this topic.

HOGENDIJK, Jan P. : Specializing in the History of Arabic Mathematics in general since 1974. Ph. D. in the field of the History of Arabic Architecture.

HUGHES, Barnabas : is professor of Secondary Education at California State University . He has published considerably in the history of mathematics, with particular emphasis on medieval mathematics. His major works have been critical editions of Latin translations of al-Khwarizmī's *al-Jabr*, one by Gerard of Cremona, the other by Robert of Chester .

LANDRY, Patrick : an engineer. He holds a Diploma in the History of Arabic technology from the Université de la Sorbonne Nouvelle-Paris, and had participated in several conferences.

LETTINCK, Paul: received a Ph. D. (1973) in physics and a Ph.D. (1991) in Semitic languages from the Free University, Amsterdam. He is at present affiliated with the Free University, Amsterdam, where he is conducting research on the Arabic commentaries on Aristotle's *Meteorology* and other Arabic treatises on meteorology.

MAWALDI, Mostafa: holds a Ph. D. in the History of Arabic mathematics. He is now holding the position of Vice Director at the I. H. A. S. and teaches the two subjects of the "history of mathematics" and "historical methodology, references and manuscripts". He had participated in several local, Arabic and international Conferences and Symposia.

Zohair M . Agha , *Bibliography of Islamic Medicine and Pharmacy*: Bibliographie der Islamischen Medizin und Pharmazie, Leiden, E. J. Brill, 1983.

The title of this book is misleading. The author claims to have included in his bibliography what has been written on Islamic Medicine and Pharmacy both in the Middle Ages as well as in modern times. Yet, one finds the name of Jabir Ibn Hayyan whose works could hardly be called medical or pharmaceutical . Works which do not relate to medicine and belong to alchemy and physiognomy are also included (see nos 12,15,32,175,177 and 179). On the other hand some of the well known medical writers and writings are missing. While listing the Arabic, Persian and Turkish manuscr pts-only of the British Library, the Wellcome Libr. ry, the Bankipore Library, the University of California (Los Angeles), the library of ʿArif Hikmet in Medina Munawwarah, and few Turkish Libraries- of those medieval works, Ahga rarely mentions the modern editions of the same works.

Agha is not systematic in his bibliography. He occasionally lists the dates of the medieval authors, and translates some of the Arabic titles, while leaving both the Persian and Turkish titles, when the need is most pressing, without translation. Moreover his translation of the Arabic works is not always correct (he translates *al*-buḥran (*crisis*) into delirium).

If one turns to the contributions of modern scholars which are confusingly mingled with medieval names one is struck by the absence of most of Meyerhof's works, Levey's edition of Ibn Wahshiyah's *K. al-Sumum w-al-tiryaqat* and Rosenthal' " The Classical Heritage in Islam ".

I find it better to rename this book as " bibliography of some Islamic medical and pharmaceutical manuscripts,", accompanied by a short list of the contributions of some modern scholars in the same field.

One still has to rely on Sezgin's *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, Ullmann's *Die Medizin in Islam* and *Catalogues of Manuscripts in Major Libraries* .

Amal Abou Aly

Khouri RM: Histoire de la castration au Liban . . . et ailleurs. *J Med Lib* 1991; 39 (1) : 33 – 5 .

Part III (83 pages) is an alphabetical index of about 3 800 authors. Here are a few examples of the citations found in this part:

Ammar S : L'école de médecine de Bologna . Ses emprunts à l'Arabisme . In : XXXI Congrès international d'histoire de la médecine . Bologna 1988. *Actes. Bologna*:Monduzzi Editore, 1988. p. 5 – 12.

Haddad FS: Two of the earliest rœntgenograms taken in Lebanon. *J Med Lib* 1989; 38 (1) : 64 – 7.

Hamarneh SK: Introduction to Arab-Islamic alchemy. *Hamdard Med* 1989 Jan-Mar; 32 (1) : 45 – 9.

Part I (56 pages) contains, in Section B, about 2 000 citations concerning individual biographies and, in Section A, over 100 citations concerning collective biographies . Biographies of the following are included : Abulcasis, Ibn al-Jazzar. Alhazen, al-Tabari, Avenzoar, Avicenna, Al-Biruni, al-Qaisi, Hunayn, Ibn al-Quff, Ibn an-Nafis, Ibn Sallum, Jabir, Al-Jahiz, Medawar, Rhazes, Béchara Saad, Shiyraaziy etc.

The work is extensive and very useful.

The few inconsistencies in transliterating foreign names and in capitalization (as an example: al and Al) do not detract from the great value of this volume and its preceding companions which are very handy research tools with an inestimable usefulness . Their comprehensive scope makes them incomparable bibliographical reference works.

After seeing how various authors use different spellings in the transliteration of foreign words and foreign names into English, it becomes very evident that a lot remains to be done on the subject of transliteration of Arabic words and names . Some organization has to take the lead and assume the urgent initiative of revamping our system of transliteration and diffusing a new code for the transliteration of Arabic names and words . In the age of the computer, an urgent need has developed for a new system which will be computer compatible and which will transliterate letter for letter without ambiguity .

Farid Sami Haddad

Book Review

Bibliography of the History of Medicine No. 27 – 1991. National Library of Medicine. National Institutes of Health, Publication No. 92 – 315. Bethesda Maryland, USA.

This is the 27th number (volume) of a series of annual publications which are prepared from the computerized database HISTLINE at the National Library of Medicine. It focuses on the history of medicine and relted sciences, professions , and institutions. It is an invaluable instrument of research for anyone who is working in the field of medical history.

The volume cites about 3 800 articles and books arranged into three parts. The bulk of the citations are found in Part II (223 pages) which is a subject index arranged alphabetically. There are 145 subjects, the largest being: diseases and injuries, education, hospitals, medicine, pharmacy, psychiatry, public health and surgery. The citations under each subject are subdivided into chronological and / or geographic subheadings.

For example, the subject of medicine has a subheading " 500 AD – 1450 " in which can be found the following citations:

Haddad FS: Ibn Zuhr (Avenzoar) (11091 – 11620, *Acta Belg Hist Med* 1991 Sep; 4 (3) : 135 – 46.

Jacquart D : Remarques préliminaires à une étude comparée des traductions médicales de Gérard de Crémone. In Constamine G, ed: Traductions et traducteurs au Moyen Age. Paris: CNRS, 1989, p. 109 – 18.

Here are some examples of the citations under Surgery:

De Bakey ME: A surgical perspective. *Ann Surg* 1991 Jun; 213 (6) : 499 – 531 .

Haddad FS: Surgical firsts in Arabic medical literature. *Stud Hist Med Sc* 1986 – 7; 10 – 11 : 95 – 103.

The subject of Surgery has a subheading " Tracheal' in which can be found the following citation:

Haddad FS: Shiyraaziy on foreign bodies of the gullet. In: XXXI Congrès international d'histoire de la médecine. Bologna 1988. *Actes. Bologna*: Monduzzi Editore, 1988. p. 837 – 45.

The subject of Urology has a subheading "Lebanon" in which the following citation appears:



Taylor & Francis Group

Annals of Science



Editor

G. L'E. Turner
History of Science and Technology Group, Level 4, Sherfield Building, Imperial College, London SW7 2AZ, UK

Scope

ANNALS OF SCIENCE was launched in 1936 as an independent review dealing with the development of science since the Renaissance. Now firmly established, its field of interest has widened to cover developments since the thirteenth century and to include articles in French and German. Contributions from Australia, Canada, China, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Japan, USA and USSR bear testimony to its international appeal. Each issue includes a comprehensive book reviews section and essay reviews on a group of books on a broader level. The editor is supported by an active international board. The original index has been extended to cover the period 1970 to 1986, and is available from the publisher.

Recent Contents

Newton and Goethe on colour: physical and physiological considerations, *M. J. Duck (UK)* / Varignon ou la théorie du mouvement des projectiles 'comprise en une Proposition générale', *M. Blay (France)* / The introduction and development of continental drift theory and plate tectonics in China: a case study in the transference of scientific ideas from West to East, *Yang Jing Yi and D. Oldroyd (China and Australia)* / Some aspects of Japanese science, 1868-1945, *Eikoh Shimao (Japan)* / Poincaré's role in the Crémieu–Pender controversy over electric convection, *L. Indorato and G. Masotto (Italy)* / Catholic astronomers and the Copernican system after the condemnation of Galileo, *J. L. Russel, SJ (UK)* / The light and the dark: A reassessment of the discovery of the Coalsack Nebula, the Magellanic Clouds and the Southern Cross, *E. Dekker (The Netherlands)* / Engineering education in Europe and the USA, 1750-1930. The rise to dominance of school culture and the engineering professions, *P. Lundgreen (Germany)* / Newton's unpublished dynamic principles: A study in simplicity, *J. B. Brackenridge (USA)* / Essay review: 195 years of photochemical imaging 1794-1989, *A. V. Simcock (UK)* / Benjamin Franklin and earthquakes, *D. D. Dean (USA)* / The introduction of scientific rationality into India, *S. I. Habib and D. Raina (India)*.

Publisher: Taylor & Francis Ltd

Subscription information
Volume 49 (1992) Bimonthly ISSN 0003-3790
Institutional: US$380 / £223 Personal: US$176 / £80

Send for a free sample copy to:

TAYLOR & FRANCIS
UK: Rankine Road, Basingstoke, Hants RG24 0PR
USA: 1900 Frost Road, Suite 101, Bristol, PA 19007-1598

Rosenthal, Franz: *Knowledge Triumphant*. Leiden 1970 .

id.: State and Religion according to Abū l-Ḥasan Al-ʿĀmirī.-In: *Islamic Quarterly* 3, London 1956, pp. 42 – 52. (Reprinted in: id., *Muslim Intellectual and Social History*. London 1990. = Variorum Collected Studies Series).

Rowson, Everett K. : *A Muslim Philosopher on the Soul and Its Fate: Al-ʿĀmirī's Kitāb al-Amad ʿalā l-abad*. New Haven. Conn. 1988. = *American Oriental Series* 70.

Sardar, Ziauddin: *The Future of Muslim Civilization*. London ² 1987.

id. : *Science, Technology and Development in the Muslim World*. London 1977.

Schimmel, Annemarie: *Islamic Calligraphy*. Leiden 1970.

Schioler, T. : *Roman and Islamic Water-lifting Wheels*. Odense 1973. = Acta historica scientiarum naturalium et medicinalium. 28.

Schmeller, Hans: *Beiträge zur Geschichte der Technik in der Antike und bei den Arabern.* . Erlangen 1922. = Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin. VI.

Schoeler, Gregor: Die Frage der schriftlichen oder mündlichen Überlieferung der Wissenschaften im Islam. – In: *Der Islam* 62, Berlin 1985, pp. 201 – 230.

Science in the Middle Ages. Ed. by David C. Lindberg. Chicago/London 1978.

Sezgin, Fuat: *Geschichte des arabischen Schrifttums*. I ff. , Leiden 1967 ff.

– *Shahrastānī*, Hibataddīn al-Ḥusainī: *al-Hai'a wa-l-Islām*. Nadjaf 1961.

Singer : → *A History of Technology*.

Sourdel-Thomine, J./*Spuler*, B.: *Die Kunst des Islam*. Berlin 1984.=Propyläen- Weltgeschichte. IV.

Strohmaier, Gotthard : Byzantinischer und jüdisch-islamischer Ikonoklasmus. – In: *Der byzantinische Bildersteit . Sozialökonomische Voraussetzungen- ideologische Grundlagen- geschichtliche Wirkungen*. Ed. by Irmscher. Leipzig 1980, pp. 83 – 90.

The Touch of Midas: science, values and environment in Islam and the West. Ed. by Z. Sardar. Manchester 1984.

Van der Pot , Johan Hendrik: *Die Bewertung des technischen Fortschritts*. I.II. Assen / Maastricht 1985.

Watson , Andrew M. : *Agricultural Innovation in the Early Islamic World*. The Diffusion of Crops and Farming Techniques. Cambridge 1983.

Wensinck , Arent Jan: *The Muslim Creed*. Cambridge 1932 .

White, Lynn jr. : Cultural Climate and Technological Advance in the Middle Ages. - In: *Viator* 2, 1971, pp. 171 – 201.

id. : *Medieval Religion and Technology*. Collected essays. Berkeley, Los Angeles, London 1978.

id.: *Medieval Technology and Social Change*. Oxford 1962.

id. : Was beschleunigte den technischen Fortschritt im westlichen Mittelalter? – In : *Technikgeschichte* 32, Düsseldorf 1965, pp. 201 – 220 .

Wiedemann, Eilhard: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*. Ed. by Wolfdietrich Fischer. I – II. Hildesheim, New York 1970 .

id. : *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaft*. Gesammelt und bearbeitet von Dorothea Gerke und Dieter Bischoff. I – III. Frankfort / M. 1984.

Weit, G./ *Elesseeff*, V./*Wolff*, P. : L'évolution des techniques dans le monde musulman au moyen age. – In: *Cahiers d'histoire mondiale* 6, Neuchatel 1960 – 1, pp. 15 – 44. (Also in: *Historie du developpement culturel et scientifique de l'humanité* III, Paris 1969, pp. 255 ff.) .

Hadjar, ʿAbdallāh : Die römischen Straßen in Syrien . - In : *Das Altertum* 25, Berlin 1979, pp. 88 – 92.

Hassani, A. M. : The Appearance of Scientific Naturalism in Syria and Egypt. – In : *Journal for the History of Arabic Science* 1 , Aleppo 1977, pp. 284 – 298.

Hill : → Al-Hassan .

A History of Technology. Ed. by Ch. *Singer* (a. o.). II. Oxford 1956.

Hourani, Albert: *Arabic Thought in the Liberal Age* 1798 – 1939. Oxford 1962. (Repr. 1970).

Iliyas, Mohammed: *A Modern Guide to Astronomical Calculations of Islamic Calendar, Times & Qibla*. Kuala Lumpur 1984.

Ipşiroglu, M. S. : *Das Bild im Islam . Ein Verbot und seine Folgen*. Wien–Munich 1971.

Izutsu, Toshihiko: *The Concept of Belief in Islamic Theology*. Tokyo 1965. = *Studies* in the Humanities and Social Relations. VI.

Khalidi, Tarif: The Idea of Progress in Classical Islam. – In: *Journal of Near Eastern Studies* 40, 1981, pp. 277 – 289.

Krafft, Fritz: Die Stellung der Technik zur Naturwissenschaft in Antike und Neuzeit. – In: *Technikgeschichte* 37, Düsseldorf 1970, pp. 189 – 209.

Kühnel, Ernst: : *Die Kunst des Islam*. Stuttgart 1962.

Löwith, Karl: *Weltgeschichte und Heilsgeschehen*. Stuttgart[3] 1953.

Lombard, Maurice : *The Golden Age of Islam*. Amsterdam (a. o.) 1975. = *North* – Holland Medieval Translations. 2 .

Madelung, Wilferd : Early Sunni Doctrine Concerning Faith as Reflected in *the Kitāb al - īmān of Abū ʿUbayd al - Qāsim B. Sallām (D. 224 / 839)* . In : *Studia Islamica* 32, Paris 1970, pp. 233 – 254.

Maula, Erkka J. . Islamic Science Revisiting: some vestiges of hope. – *In*: *International Conference on Science in Islamic Polity*. Papers presented II, Islamabad 1983, pp. 268 – 279.

Meier, Christian: Ein antikes Äquivalent des Fortschrittsgedankens. Das " Können -Bewußtsein" des 5. Jahrhunderts v. Chr. – In: *Historische Zeitschrift* 226, Munich 1978, pp. 265 – 315.

Nasr, Seyyed Hossein: *The Encounter of Man and Nature*. London 1968.

id. . Islam and Modern Science. - In: *Islam and Contemporary Society*. London and New York 1982, pp. 117 – 190.

id. : *Science and Civilization in Islam*. With a preface by Giorgio di Santillana. Cambridge, Mass. 1968. (Repr. 1987).

Needham, Joseph . Mechanistic Biology and the Religious Consciousness. – In : *Science , Religion and Reality*. Ed. by J. Needham. London 1925, pp. 219 – 257.

id. : *Science and Civilization in China*. I ff. Cambridge 1954 ff.

Paret, Rudi : Die Entstehung des islamischen Bilderverbots. – In : *Kunst des Orients* 11, 1976 – 7, pp. 158 – 181.

Pauly- Wissowa: *Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft*. Stuttgart 1894 ff.

Qaisar, Ahsan Jan: On the Definition of a " Muslim Scientist " and the Parameter of his Role within the Ummah. – In: *International Conference on Science in Islamic Polity*. papers presented II, Islamabad 1983, pp. 236 – 244.

Renan, Ernest: *Der Islam und die Wissenschaften*. Basel 1883.

Bibliography

ᶜAbdus Salam, Mohammed: Role and Development of Science and Technology in the Islamic World. *In : International Conference on Science in Islamic Polity*. Papers presented. Scientific and Technological Potential and its Development in the Muslim World. II. Islamabad 1983, pp. 115 – 131 .

Abū Ḥātim ar-Rāzī: *Aᶜlām an-nubūwa*. Ed. Salah Al-Sawy. Teheran 1970.

Akiyama, Toshiyuki : *Islamic Perspectives on Science and Technology*. An Essay on Interrelations Between Science and Technology in Islam. Niigata 1988. = The Institute of Middle Eastern Studies [= IMES]. International University of Japan. Working papers series no. 13.

Al-Hassan, Ahmad Y./*Hill*, Donald R. : *Islamic Technology*. An illustrated history. Cambridge (etc.) 1986. (With bibliography).

ᶜĀmirī, Abū l-*Ḥassan* Muḥammad: *Kitāb al-Iᶜlām bi-manāqib al-Islām*. Ed. Aḥmad ᶜAbdalḥamīd Ghurāb. Cairo 1967.

Benz, Ernst: *Evolution and Christian Hope*. Garden City 1966.

id. : Fondamenti cristiani della tecnica occidentale. – *In*: *Tecnica e casistica*. Ed. Enrico Castelli. Roma 1964, pp. 241 – 263.

Bianca, Stefano: *Architektur und Lebensform im islamischen Stadtwesen*. Zürich 1975.

Butt, Nasim: *Science and Muslim Societies*. London 1991.

Christides, V. : Naval Warfare in the Eastern Mediterranean (6–14 th centuries). – *In: Graeco-Arabica* 3, Athens 1984, pp. 137 – 148.

Daiber, Hans: Abū Ḥātim ar-Rāzī (10th century A. D.) on the Unity and Diversity of Religions. – In: *Dialogue and Syncretism*. An Interdisciplinary Approach. Ed. by J. Gort, H.Vroom (a.o.) Grand Rapids, Michigan/Amsterdam 1989, pp. 87 – 104 .

id. : Anfänge und Entstehung der Wissenschaft im Islam . –In: *Saeculum* 29, *München/Freiburg* 1978, pp. 356 – 366. English version: The Qur'ān as Stimulus of Science in Early Islam. – In: *International Conference on Science in Islamic Polity*. Papers presented. Islamic Scientific Thought and Muslim Achievements in *Science* I, Islamabad 1983, pp. 122 – 130. – Also in: *Islamic Thought & Scientific Creativity* 2 / 2, Islamabad 1991, pp. 29 – 42.

id. : Semitische Sprachen als Kulturvermittler zwischen Antike und Mittelalter. Stand und Aufgaben der Forschung. – In: *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft* 136, Wiesbaden 1986, pp. 292 – 313.

– *Dārimī*: *Sunan* Ed. by Dahmān. I – II. (Without date and place).

Djidᶜūn, Fahmī: *Usus at-taqaddumᶜind mufakkirīl-Islām fil -ᶜālam al-ᶜarabīl-ḥadīth*. Beirut 1979 .

Dodds, E. R. : *The Ancient Concept of Progress*. Oxford 1973.

EI¹ = *Enzyklopaedie des Islam*. I – IV and suppl. Leiden 1913 – 1938.

EI² = *Encyclopaedia of Islam*. 1ff. Leiden/London 1960 ff.

Elena, Alberto: Westwards or Eastwards? Reconsidering the Decline of Islamic Science. – In: *Proceedings of the 4th International Symposium for the History of Arabic Science* (Aleppo 21 – 25 April 1987). [In print].

Enderwitz, Susanne : *Gesellschaftlicher Rang und ethnische Legitimation*. Freiburg 1979. = *Islamkundliche* Untersuchungen. 52 .

Endress , Gerhard : Handschriftenkunde. – In : *Grundriß der arabischen Philologie*. I. Ed. byWolfdietrich Fischer. Wiesbaden 1982, pp. 271 – 315 .

Forbes, R. J. : *Man the Maker*. New York 1950.

Von Grunebaum, Gustav Edmund: *Der Islam im Mittelalter*. *Zurich*/Stuttgart 1963.

Haarmann, Ulrich: Islamic Duties in History. – In: *Moslem World* 68, 1978, pp. 1 – 24.

This is an attempt by a Muslim physicist of the 20th century to understand science and technology in Islam not only as an expression of the wisdom of God, not only as the rehearsal of a glorious past which is claimed to be equal or even superior to Western science and technology[93] but also as a part of the universal development of science and technology for the benefit of mankind . Islamic religion has again become a motivating force for science and technological development ; it can contribute to the formation of moral consciousness, although it dœs not determine the contents and methods of science and technology[94] .

Contrary to what has been maintained by some fundamentalists of modern Islam[95] , religion and science or technology do not form an integrated whole with regard to contents and method. Such an assumption necessarily leads to a recently expounded[96] postulate of a universal "macro-paradigmatic" Islamic worldview, of a "holistic system", within which a science is developed which is not any more in conflict with Islam , with religion and its ethics. Such an harmony of Islam and science can be found in the beginning of the history of Islamic science-in so far as we can find " the Qur'ān as stimulus of science in early Islam'[97] . Its contents and methods, however, are developed primarily from within science, which thus found its own identity, received its own rights and became an equal partner of religion . This partnership means mutual dependence and exchange of roles.

The mentioned exchange of roles between Islam and science has a parallel in the history of cultures and their relations to each other: examples are Islam and Europe in the Middle Ages and on the whole permanent worldwide interactions of cultures in modern time. A participant of this interaction continues to be Islam and its cultural heritage.

93. Cf. *Qaisar* (a Muslim scholar); *Maula* (esp. pp. 273f.) .

94. This correct view can also be found in the already mentioned article by Qaisar (pp. 242f.).

95. Cf. e. g. *ash-Shahrastānī* (born 1883); *Sardar, Science* (esp. pp. 29ff.); id., *Future*; *The Touch of Midas and a Japanese sympathizer. Toshiyuki Akiyama, Islamic Perspectives* . esp. pp. 43ff .

96. → *Butt, Science and Muslim Societies*, esp. pp. 37ff.

97. *This* is the title of my article in Islamic Thought & Scientific Creativity 2/2, Islamabad 1991, pp. 29 – 42.

forms part of economic and religious history and opens a chapter in the conquest of human freedom[85].

After A. D. 1100 science and technology in the Islamic world show the the first signs of stagnation; historians of science speak of " decline ". We should, however, be cautious in the use of such a terminology. Islamic culture seemed to be declining because somewhere else, in medieval Europe, scientific- technological progress was occuring. Yet this very progress was partly based on the preceding progress in Islam. Islam contributed to the development of mankind, even if its achievements have been replaced by new scientific findings, methods and interests. Moreover, we should realize that even those periods of Islamic culture, which have been classified by historians as periods of decline , have contributed to scientific progress[86]. The European Middle Ages took over the Islamic heritage[87]. But in Islam we cannot find a comprehensive connection between the theoretical study of nature and technology, as could be found much more in Europe[88]. Technological progress could not keep pace with the theoretical knowledge of nature . This finally led to the stagnation of sciences in classical Islam where after 1100 A. D. traditionalism and isolation increasingly impeded unprejudiced research; religious dogma more and more determined and limited the aims of scientific research. Research in nature for nature's sake was not fully developed and on the contrary was replaced more and more by religious teleology .

What is the situation in the modern Islamic world where modern technology has been introduced? The Pakistani Nobel Prize-winner Mohammed ᶜAbdus Salam in his already mentioned paper from 1983[89] , points to the necessity for cooperation between science and technology in Islamic countries . A prerequisite is committed , unprejudiced and guaranteed protection for scientific research which administers itself and which is internationally orientated[90] . Individual scientists engaged in research have to keep to the obligations of Koran and Sunna, in which they are invited to reflect on nature and its technological control[91] . Science gives us insight into the world and the plan of Allah, promotes material wealth and is in its universality a means to the cooperation of all mankind and especially the Arab and Islamic nations[92].

85. Cf. *White, Medieval Religion* p. 22.
86. This is indicated in a paper by Elena.
87. Cf. *White, Medieval Religion* p. 85 and the volume on *Science in the Middle Ages*, ch. 1 – 2.
88. Cf. *White Medieval Religion* p. 227.
89. → abov n. 30.
90. *ᶜAbdus Salam* p. 125.
91. *ᶜAbdus Salam* pp. 124f.; cf. above n. 30.
92. *ᶜAbdus Salam* p. 127 .

Muslim victory in the Crusades[77]. From the time of Saladin in the 6th/12th century gun-powder, originally a Chinese invention, seems to have been used more and more in incendiary bullets and grenades, wreaking terrible havoc[78]. At the same time canons were introduced; we find them at the beginning of the 7th/13th century in North-Africa and Spain. The Mamluks used them with much success against the Mongols in the 7th–8th/13th – 14th century[79]. Gun-powder and canon reached Europe via Spain.

An important weapon which was developed and successfully used by the Arabs was the ship. Ships played an essential role in trade and war[80]. They guaranteed connections between separate parts of the Islamic empire; perhaps even in the 3rd/9th century[81] and certainly from the 7th / 13th century on seamen could use the magnetic compass[82]. – Loanwords like "corvette" (from *ghurāb* " raven ") or French " challand " (from *shallandī*), a scow or flat-bottomed ship for cargo transport, remind us of this glorious past of Arabic ship-building[83].

We have reached the end of our survey. We have seen that nearly all the religious duties of Islam, shahāda, ṣalāt, ṣawm, ḥadj and djihād[84], have encouraged scientific-technological activities and integrated them into a simultaneous contemplative and activistic notion of belief; religion inspires to knowledge and action, but sometimes-as history shows-it has determined and limited knowledge and action to the detriment of scientific and technological progress. In this the technology of Islam dœs not differ from technology in the European Middle Ages. In both cases technology

77. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 106ff.

78. Cf. *Al-Hassan - Hill* pp. 115ff. – On the history of gunpowder which is not yet clear, cf. *White, Medieval Technology* pp. 96ff. However, according to *Needham, Science V*/7 (Military Technology: the Gunpowder Epic), 1986, pp. 39ff. the use of gunpowder during the Crusades cannot be proved with certainty; possibly the Arabs took over the Chinese technique of gunpowder fabrication from Mongols in the 6th/ 12th century (pp. 63 and 573 f.); already around 900 A. D. Arabs themselves transmitted to the Chinese the fabrication of "Greek fire" resp. of " destillated petroleum ": cf. pp. 80, 86 and 92.

79. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 112ff.

80. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 123ff.; Christides.

81. One single piece of evidence from the 3rd/9th century (A. D. 854) is mentioned by *Wiedemann, Aufsätze* I p. 37. The majority of Islamic evidences, however, is late: cf. besides *Needham* (→ the following note) also *Wiedemann, Gesammelte Schriften* I pp. 102f.; 282; II p. 883; III pp. 12037; 1041 and 1107.

82. Cf. *Al-Hassan/Hill* p. 129. – It is not yet clear whether the Arabs have invented the compass independently from the Chinese: cf. *Needham, Science IV*/1 (1962), pp. 245ff. – *Simultaneously* the Arabs had a deep interest in cartography and cosmography which both have their roots in the Hellenistic-Greek world: cf. art *Kharīṭa, Djughrāfyā* in EI².

83. Cf. *Al-Hassan/Hill* p. 130.

84. Cf. on them Haarmann.

in mosques or tombs of Islamic saints and later sometimes even in Christian churches of the Middle Ages[66] The technique of spinning with a spinning wheel was already known to the Arabs at least before the 4th/10th century and entered medieval Europe before the 7th/13th century[67].

A recently published illustrated history of Islamic technology – the first of its kind[68] – has with good reasons classified Islamic religion as the main impulse behind the rise of sciences in Islam; economical wealth and the demand for science and technology go together and are able to overcome destructive religious-political fanatism such as that, which has often determined the history of post-classical Islam since the 16th century[69]. Science and technology in Islam were inspired by religion as long as this conformed to the political and economical interests of Islam. This harmony guaranteed a certain freedom of scientific-technical creativity.

We can realize this even in the history of war, especially of the Holy War, the *djihād*. The conquests of Spain and Asia Minor and above all the Crusades from the end of the 5th/11th to the 7th/13th century required technological developments in warfare. These also turned out to be important for the Mamluks whose empire included many peoples and who at least initially feared Mongol invasions[70]. The defence and internal consolidation of the Muslim empire demanded the refinement and development of weapons. Famous were the swords from the Yemen and from Damascus; steel and iron were of high quality[71]. Cross-bows[72] and machines of warfare turned out to be very impressive[73]. Towns were fortified and frontier fortifications were built[74]. From the beginning of Islamic history incendiary bullets were used and developed into a dangerous weapon. It seems that from the 4th/10th or 5th/11th century on the Arabs were using salpetre and oil[75] gained by destillation[76]. This may have been decisive for the

66. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 182f.
67. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 85f.
68. Till now only short surveys by *Forbes* (pp. 93 – 102) and *Wiet/Elesseef/Wolf* have been available.
69. *Al-Hassan/Hill* p. 282.
70. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 93 ff.
71. On the production of metals in the Islamic empire cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 233 ff.
72. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 98f.
73. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 99ff.
74. Cf. *Al-Hassan /Hill* pp. 102ff.
75. On the production and application of oil cf. Al-*Hassan/Hill* pp. 144 ff.
76. Here, Islamic chemistry had reached a high standard. On the etymology (Chinese chien → Greek chēmeia → Arabic *al-kīmiyā'* → "chemistry") cf. *Needham, Science* V/4 pp. 346ff. – Destillation had also been used for the production of medical preparations and of alcohol (for medical aims), perfums, rosewater or etheric oils: cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 138 ff. – A precondition for the mass production of chemistry as well as for the refining of sugar and the production of syrup (from Arabic *sharāb*; an Arabic invention → *Forbes* pp. 99 ff.; *Al-Hassan/Hill* pp. 220 – 222) were pots and holders of good quality; their fabrication had become an important branch of industry: cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 160 – 170.

of ancient Egyptian and Graeco - Roman irrigation techniques[52] were essential for more than merely the agricultural revolution in the Eastern part of the Islamic empire during the 5th–11th century[53].

Because Islamic belief dœs not allow any pictures of living beings or of God[54], Islamic artistic expression was concentrated on architecture and on the interior design of mosques[55]. Here, the artist became a transmitter of old and new methods; his growing reputation changed his social position from slave to free artisan[56]. He decorated mosquewalls with ornaments- a typical Islamic mural decoration, which used Hellenistic elements, is the arabesque - and with ornamental script reproducing single Suras of the Koran. The artisan used ceramic techniques[57] and decorations like mosaics made from coloured stones and glass[58], a legacy from Byzantine artists who had been invited by the Omayyads to Damascus and later to Cordoba[59]. Mosque decoration reproducing Koranic Suras led to the appearance of artistically fashioned handwriting, to calligraphy[60]. The same concern for beauty can be found in the design of the Koran, its script, the use of various inks[61] and the leather binding[62]. The artist based his work on geometrical structures. These he could learn from numerous works by Islamic mathematicians who commented on ancient works belonging to this field[63].

Even the cotton and silk industries which from the beginning played an important role in the Islamic empire and entered Europe via Spain[64], profited from religious art. Famous are prayer-rugs[65] and silk covers used

52. Cf. *Schioler* and EI² V (1986), pp. 859 – 889 (art *mā'*). – On Islamic technical literature about waterwheels, wells and water-pipes cf. *Schmeller* and *Al-Hassan / Hill*.
53. Cf. *Al-Hassan / Hill* pp. 303 ff. and *Watson*.
54. Cf. *Ipşiroglu*; *Paret*; *Strohmaier*.
55. Cf. *Bianca* pp. 121 ff.
56. Cf. *Brian Stock, Science, Technology and Economic Progress in the Middle Ages, in: Science in the Middle Ages p.* 31. – The social status of the artist improved thanks to the social developments of the 2nd / 8 th and 3rd / 9th century, the revolts of farmers, slaves and poor towndwellers; these culminated in the 4th / 10th century in the Qarmatian movement, in which high estimation of manual labour and art led to the organisation of guilds: cf. *Lombard* pp. 51 ff. and on the role of slaves in the Islamic world ib. pp. 194 ff.
57. Cf. *Al-Hassan / Hill* pp. 160ff. ; *Lombard* p. 188.
58. On glass mosaics cf. *Al-Hassan / Hill* p. 156.
59. Cf. *Lombard* pp. 187 f.
60. Cf. e. g. *Schimmel*.
61. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 170 ff.
62. See above n. 38.
63. E. g. Abū l – Wafā' al-Būzadjānī (A. D. 940 – 997 or 998) wrote a book "*On Geometrical Constructions which are required by the Artisan*" (Sezgin V [1974] p. 324).
64. Cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 179ff.
65. Cf. art. *Sodjdjāda* in EI¹ IV (1934) pp. 48 – 52. – On the technique of carpet fabrication → *Al-Hassan/Hill* pp. 271ff. and on the production of natural colours pp. 174 – 176.

ledge and satisfy their curiosity[39]. The Arabs developed a religious interest in many Greek sciences which were mostly transmitted to them in translations by Christians of the 2nd-3rd / 8th–9th century[40] ; Islamic astronomers studied Hellenistic trigonometry[41], and used their own observations to refine the Hellenistic astrolabe[42] and Hellenistic astronomical mathematics. This enabled Muslims to solve problems of measuring time: the determination of time and place had a practical importance for the regulation of prayers, Ramaḍān and the qibla[43]. We should not forget that this sometimes appeared to be difficult in a huge empire with a multiplicity of trade relations extending as far as China.

To further these trade relations and during their conquests the Muslims built roads or repaired existing ones like those of the ancient Romans in the Middle East[44]. Roads were important not only for trade[45], but also for the ḥajj to Mecca. The exchange of ideas between people and cultures could profit very much from them[46].

Commercial relations in the Islamic empire[47] led to economic wealth. This enabled caliphs and patrons of learning and culture to finance the cultivation of sciences, religion and art. Mosques were built, monasteries for Sufis, schools and hospitals[48]. In the building of mosques a style of architecture was developed which in its technique of arches and domes[49] partially followed and old - Iranian model and in turn influenced the Gothic arch of medieval churches[50]. The mosques required a watersupply[51], to enable the praying Muslim to fulfill the ritual prescriptions for cleanliness; thus special techniques for transporting water had to be evolved. The technology concerned, including the underground channels (qanāt) became important both for religion and for irrigation. The adaption and refinement

39. For more details cf. *Daiber, Anfänge* p. 363f. and id., *Semitische Sprachen*.

40. For this purpose the caliph al-Ma'mūn (A. D. 813 – 833) organized in Baghdad an " academy " of translators (*bayt al-ḥikma* " House of wisdom ").

41. Cf. *Sezgin* VI (1978) and V (1974) on astronomy and mathematics respectively.

42. On the history of the astrolabe in the Arabic and Latin Middle Ages cf. White, *Medieval Technology* pp. 122f.; Willy Hartner, art. *Asṭurlāb* in: EI² I pp. 722 – 728.

43. Cf. *Al-Hassan* / Hill p. 26; Ilyas.

44. Cf. *A History of Technology* II pp. 497 f.; 524; Pauly - Wissowa 2nd ser., 4. vol. (1932), col. 1645 – 1680 (art Syrien, § 14); Hadjar.

45. Cf. *Watson*, esp. ch. 18.

46. Cf. *Al-Hassan* / Hill p. 78.

47. Cf. *Lombard* ch. 9.

48. Cf. the survey by *Sourdel-Thomine* / *Spuler* and the introduction pp. 78 ff.

49. Cf. *Al-Hassan* / *Hill* pp. 73 ff.

50. Cf. *Al-Hassan* / *Hill* p. 34.

51. Cf. *Al-Hassan* / *Hill* p. 45.

physics, Mohammed ᶜAbdus Salam referred in 1983 to this Sura in his paper on the Role and Development of Science and Technology in the Islamic World[30].

The relation of science and technology to Islamic religion is likewise stressed by the 4th/10th century Khorasani scholar Abū l-Ḥasan Muḥammad al-ᶜ mirī in his monograph on the moral superiority of Islam (manāqib al-Islām)[31]. He ranks technology among the sciences and classifies it , in accordance with Aristotle, as part of mathematics (together with arithmetic-geometry, astronomy and music)[32].

Here it is our task to look at the reality of history and to examine whether a relation exists between Islamic religion and science and technology, and if so , how it exists. As we have seen , the acquisition and oral or written[33] transmission of knowledge was a central ideal of early Islam. It started with the Koran and with allied sciences and continued with religious legal knowledge and various " Islamic sciences "[34]. Therefore it is no mere accident that in the middle of the 2nd/8th century, the paper, originally a Chinese invention (around 100 A. D.)[35], found its way to the Islamic empire . After the battle near the river Talas (133/751) the technique of papermaking was taken over from Chinese prisoners; the first paper-mill was built in Samarqand[36]. The fabrication of paper was essential for the transmission of sciences in Islam and in the Middle Ages . An impressive witness to scientific activity are millions of manuscripts which were copied in the Islamic empire; this continued even after the introduction of printing in the 18th/19th century[37] . The handwritten book sometimes ingeniously illustrated with miniatures and skilfully bound in leather[38] attracted much attention. It was possible to register and study religious-traditional knowledge and even foreign sciences in translations from the 2nd-3rd/8th–9th century on. The translations include books on philosophy and texts for practical use or such as would quench Muslim conquerors' thirst for know -

30. See bibliography.
31. *Kitāb al-Iᶜlām* p. 91,7f./English translation by *Al-Hassan/Hill* pp. 263f. – On the book cf. *Rosenthal, State and Religion*; *Rowson, A Muslim Philosopher* pp. 8f.
32. The Aristotelian conception was criticized by Galilei in the 16th century: → Krafft pp. 189ff.
33. On the simultaneity of both kinds of transmission in early Islam cf. Schœler.
34. Cf. *Daiber, Anfänge.*
35. *Cf. Needham, Science* V/1 (1985) pp. 1 ff.; 296ff.
36. Cf. *Al-Hassan / Hill* pp. 190ff.; *Lombard* pp. 191 ff. – From the midst of the 5/11th century paper was being imported in Byzantium from the Islamic countries: → White *Medieval Religion* p. 226. – On the water-mills, which date back to classical times and on the less frequent wind-mills in Islam (required for the fabrication of flour, sugar and paper) cf. *Al-Hassan/Hill* pp. 52ff.; 213 ff. and the index, under " mill".
37. Cf. *Endress* pp. 271 ff; 291 ff .
38. Cf. *Al-Hassan / Hill* p. 200; *Kühnel*, index, under " Bucheinband", " Buchillumi-nation ".

Lynn White seven years later[19]. White correctly relates the progress of sciences to " some degree of respect for manual labor...., along with activism "[20]; but he states that progress is to be found more in the medieval West than in the East, Byzantium and Islam[21]. Although " for nearly 500 years the world's greatest scientists wrote in Arabic yet a flourishing science contributed nothing to the slow advance of technology in Islam "[22].

White's opinion requires some revision. Is it correct to speak of contemplative tendencies in Islam as an obstacle to technological progress? Was religion in Islam a hindrance to the development of science and technology? A modern notion of progress, which has its roots in the Enlightenment of the 17 / 18th century, seems to be used as a criterion by many historians of science. However, we must differentiate. The idea of progress in Islam, as in antiquity[23], can be characterized as consciousness of man's ability, life and acting and is not related to the charge of contents; it is not related to humanity and society[24]. Nevertheless, the modern historian of sciences cannot but include Islamic sciences in the history of progress of mankind. The religion of Islam has not simply been an obstacle to science and technology. On the contrary, it appears to have been an important stimulus.

The scientific formation of early Islamic culture started with the study of Koran, tradition and law; later it received decisive inspirations especially from Hellenistic - Greek culture. It culminated in original contributions in the fields of language and thought, philology and logic, single fields of Philosophy and natural sciences[25]. Already in early traditions Muslims are advised to acquire knowledge in all fields[26]; moreover, religious tradition[27] and the Sunni ideal of belief[28] recommend linking knowledge with action, ʿilm with ʿamal. This has been of great importance for scientific thought and action, which could refer to the Koran, Sura 45, 12 – 13[29]. According to this Sura God has given to man the sea at his disposal and also everything in heaven and on earth. The Pakistani Nobel prize-winner of

19. *Cultural Climate*; cf. id., *Medieval Religion* pp. 217 – 253, esp. pp. 235ff.
20. *Medieval Religion* p. 241. – On the positive Jewish -Christian-medieval attitude towards labour cf. also White, Was beschleunigte den technischen Fortschirtt pp. 214ff.
21. *White, Medieval Religion* p. 224; cf. also id., *Was beschleunigte den technischen Fortschritt* pp. 217ff.
22. *White, Medieval Religion* p. 227.
23. Cf. *Dodds*; Meier and on the evaluation of technical progress Van der Pot.
24. Cf. *Khalidi*; Enderwitz pp. 137f. and 224f.; on the modern time Djidʿān.
25. Cf. *Daiber, Anfänge*; Brian Stock in: *Science in the Middle Ages* pp. 11 ff.
26. Cf. *Rosenthal*, *Knowledge* pp. 70ff. – On the scholar in Islam as " a normative model of human nature and acting" see von Grunebaum pp. 310ff.
27. Cf. *ad-Dārimī* (died 255/868), *Sunan* I p. 106.
28. Cf. *Wensinck*; *Izutsu*; *Madelung*; *Rosenthal*, *Knowledge* pp. 240ff.
29. Cf. also *Sura* 2,164 (159); 3,190 (187) – 191 (188); van der Pot I pp. 501f.

book on chemistry (published 1980)[13] he rejects Nasr's restriction of true science to Islamic science. Needham prefers to classify Islamic science as part of the history of sciences of mankind. The forms of human experience are similar everywhere; Islamic natural sciences are not separate from the progressive movement of natural sciences common to all mankind. Not religion, nor the sacralization of nature offers a synthesis of all forms of experiences, but " the existential activity of individual human beings dominated by ethics" (p. XL). Everyone who studies nature as if nature were profane will on the whole be more respectful of divine wisdom[14]. Islamic wisdom has not been able to avoid inhumanity in the modern Islamic world, whereas modern science has contributed to the welfare of mankind.

Needham is historian of sciences who is persuaded that every traditional system is interesting not only in itself but also in relation to our present-day pattern of ideas[15], he has been called a marxist and Christian, a biologist and historian[16]. According to him all cultures in all times have contributed to scientific knowledge. This enables him to view the whole history of science as relevant to the present time. Such a view can contribute to the development of ethical notions in existential actions. The idea of history as development, as continuity and universality of sciences and technology Needham illustrates in the following manner, including a quotation from the New testament, Acts 2,9: " (Islamic science) was part ,I should want to maintain, of all human scientific enterpise, in which there is neither Greek nor Jew, neither Hindu nor Han. ' Parthians, Medes and Elamites, and the dwellers in Mesopotamia and in Judaea and Cappadocia, in Pontus and Asia ... and the parts of Libya about Cyrene... we do hear them speak in our tongues the marvellous works of God' "[17]. Scientific progress according to Needham, is not the result of the unfolding of God's wisdom. Science is universal; it is not a legacy of Christianity.

Contrary to this thesis the German theologian Ernst Benz maintained in 1964 that technological progress in Europe has its roots in Christian belief[18]. This was criticised but not completely rejected by the historian

13. Vol. V/4, pp. XXXVIII – XLI.
14. *Needdham*, *Science* V/4 p. XL, referring to a remark by Giorgio di Santillana in his introduction to Nasr, Science p. XII .
15. *Needham*, *Science* V/4 p. XLI; cf. III (1959) p. XLII midth.
16. White, *Medieval Religion* p. XCII. On the philosophical biologism of Needham, who proceeds from a biologistically interpreted conception of a universal active intellect, cf. his article Mechanistic Biology .
17. *Needham*, *Science* V/4 p. XXXIX; cf. also IV/1 (1962) p. XXXI and V/5 (1983) pp. XXVIIf., where Needham disassociates himself from Oswald Spengler's view of sciences in different cultures as "separate and irreconcilable works of art." .
18. *Fondamenti cristiani della tecnica occidentale*. Cf. *Benz*, *Evolution* pp. 121 – 142: " The Christian Expectation of the End of Time and the Idea of Technical Progress".

a higher form of civilization; and besides this, religion restricts the dominion of reason , because mankind requires the refuge of phantasy and has hopes which cannot be satisfied by philosophy and the exact sciences.

We are reminded here of the German writer Gotthold Ephraim Lessing who in his " Education of mankind " from the year 1780[10] identified the morality prescribed by reason with the transcendental truth of all religions. Religion appears in Afghānī's criticism mainly as a factor which inspires human phantasy more than human reason and which can stimulate hopes and aspire mankind to new actions.

Afghānī did not develop these interesting ideas. The relation of religion to philosophy and the exact sciences is not explained sufficiently. Afghānī's classification of religion as something required by human phantasy which is not satisfied by reason, contradicts to some extent his description of religion as being in conflict with philosophy and exact sciences.

For this dilemma the Iranian scholar Seyyed Hossein Nasr offered a solution 85 years later in his book Science and Civilization in Islam (published 1968 and reprinted 1987). According to Nasr the fact that modern science could not develop in Islam is not a sign of decadence; it is a result of the Islamic idea of science: knowledge in Islam is not secular knowledge and differs from what modern science conceived to be the ultimate goal of human existence[11]. History of science is not only the progressive accumulation of techniques and the refinement of quantitative methods in the study of nature; science is not primarily evolution but the unfolding of divine wisdom in which all sciences have their place, serving mystical theology as the highest form of human experience. Starting from this notion of science, which criticizes modern natural sciences as a development of nature, Nasr is able to present a positive view of sciences in Islam ; these cannot be evaluated with the criteria of modern science. According to Nasr sciences, including sciences in Islam , are not only useful but above all aim " to relate the corporeal world to its basic spiritual principle through the knowledge of those symbols which unite the various orders of reality"[12].

This estimation of Islamic wisdom as superior to modern science has inspired the historian Joseph Needham to critical remarks in his monumental work on Science and Civilization in China; in the introduction to his

10. This is pointed out by the German translator of the Renan-Afghānī-dispute (p. 35, note); on Lessing cf. Löwith pp. 190ff. - An Islamic forerunner from the 4/10th century is the Ismaili scholar Abū Ḥātim ar-Rāzī who in his book on "The Proofs of Prophecy" (Aʿlām an-nubūwa) propounded the thesis of the transcendental unity of religions and their different forms. (→ Daiber, Abū Ḥātim ar-Rāzī pp. 95 ff.).

11. Cf. *Nasr, Encounter* p. 97 and id., *Islam and Modern Science* .

12. See *Nasr, Science* p. 40 .

not distinguish between the divine and the world of experience. Furthermore, he considered European science as heresy, because it adhered to the principle of invariability of the laws of nature. In Renan's opinion science and reason are identical, form the only way to " military", " economic " and " social " superiority and lead to " justice ", " human love " and " freedom ".

These explanations by Renan were strongly criticised by Djamâladdīn al-Afghānī (1839 – 1897). Al-Afghānī was in Paris when Renan gave his paper, and he published his answer shortly afterwards, on 18 May 1883, in the Journal des débats. Al-Afghānī admitted that Islamic religion in history appeared to be an enemy of science and progress; he expressed, however, the hope that in future Islam would be free from the dominion and control of religion. Christianity had been successful in its struggle against control by religion - apart from the heads of the Catholic Church, who still strive to rule over science[5]. Afghānī doubted, however, Renan's view of Arabic science as being only Hellenistic-Sassanian science expressed in the Arabic language. According to him the Arabs had developed the transmitted sciences, improved and accomplished them. Even the Arabs' interest in Aristotle is evidence of their intellectual superiority and their natural sympathy for philosophy[6].

Afghānī is giving us here a correct evaluation of the role of Islam. However, in his opinion a reconciliation between religion and philosophy or sciences is not possible[7]; neither religion nor free thought would be victorious. Science too could not completely satisfy mankind, with its longing for ideals and special liking for floating in dark and remote regions beyond the reach of philosophers and scholars[8].

Afghānī's criticism sparked off a short reaction by Renan which in fact adds no new ideas. It emerges that the two scholars differ mainly on one point, namely on the classification of religion. According to Renan religion is something individual; in the opinion of Afghānī every religion, Islamic, Christian or heathen, is an infinite field for the " hopes of mankind, of the nations " which is following the " advice " and the orders of their divine "educator ", which have abandoned the state of barbarism and which advanced to a higher civilization and cultural behaviour[9]. Contrary to Renan, Afghānī dœs not regard religion only as the enemy of science, although history sometimes gives us this impression. Like reason religion educates to

5. Printed in the appendix to Renan, *Der Islam* p. 36.
6. Appendix to Renan, *Der Islam* p. 38.
7. Appendix to Renan, *Der Islam* p. 41.
8. Appendix zu Renau, *Der Islam* p. 42.
9. Appendix to Renan, *Der Islam* p. 35.

Science and Technology versus Islam. A controversy from Renan and Afghānī to Nasr and Needham and its historical background

HANS DAIBER*

In the past historians of science often gave the impression that Islam was an obstacle to the development of sciences and technology. They referred us to the contemplative character of Islam and to its fatalistic tendency, which runs counter to every belief in progress.

This prejudice has a long history; it has its roots in Christian polemics against Islam during the middle ages and received new impetus during the period of Enlightenment from the 17th to the 19th century . European achievements in science and technology were contrasted with the contemporary deplorable state of affairs in Islamic countries.

An eloquent example of this negative attitude to Islamic science is a paper, which the French orientalist Enrest Renan gave at the Sorbonne in Paris on 29 March 1883[1]. Renan was deeply influenced by the rationalism of his time and considered religion as a main obstacle to the rise of sciences in Islam. Scientific achievements of the early Arabs should be ascribed to Nestorian Christians[2], while the rationalism of Islam was in reality Graeco-Sassanian and was implanted in the Latin Occident before it disappeared in the East[3]. Islamic religion was an enemy of sciences and philosophy.

Renan based this negative view of Islam on his view of religion in general . Here , he was influenced by the Enlightenment; religion consoles people and helps the weak . Renan[4] referred to the contemporary Egyptian scholar Rifāᶜa Bey aṭ-Ṭahṭāwī (1801 – 1873), who according to him did

* Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987.

1. *L'Islam et la science.* A German translation (Der Islam und die Wissenschaften) was published in 1883 in Basel, together with a critique by Djamàladdin al-Afghānī and an answer by Renan. The dispute is commented on by Hourani pp. 120 ff.; cf. also A.M. Hassani pp. 295 f.
2. Renan, *Der Islam* pp. 12f.
3. Renan p. 16.
4. pp. 23f.

the finitude of the universe). However, it is not surprising that there was an indirect feedback into mathematics , from this application of mathematics into physics, as usually occured in the history of both disciplines.

We notice that al-Kindī proved mathematical theormes (Thesis I – IV of (8)) about finite and infinite magnitudes using intuitive axioms, whose consistency he proved by giving simple geometrical models; a method which is used in modern mathematical logic.

Although he reached a contradiction by assuming the existence of infinite magnitudes, we must give him credit for the fact that he used axioms derived from the common mathematical praxis to guard himself against inconsistency. He also extended finitistic arguments to the infinite. He did not give a complete axiom system for the kind of arithmetic he introduced, but he realized that in order to establish such an arithmetic he had to use Euclid's method .

In another article (4) , we have shown that al-Kindī arrived at a contradiction because of the introduction of infinity in geometry. We could call this the paradox of the infinite in geometry. We shall compare both paradoxes of the infinite in another article.

The resolution of the former paradox of the infinite needs set theory (more exactly, ordinal arithmetic), whereas the resolution of the latter anticipates non-euclidean geometry. We claim that al-Kindī arrived at a paradox (contradiction) in both cases; but he did not know what to do with it. The resolution of both paradoxes calls for new ideas in mathematics.

Bibliography

1 – Abu Raideh, M. ; *The philosophical letters of al'Kindi.* (arabic) I'timad press, Cairo 1950 .

2 – Aristotles, *al'Tabi'ah (Physics)*; arabic translation by Ishaq- Ibn-Hunain; ed. A. Badawi, Cairo 1964 – 65 .

3 – Garro, I.; "al'Kindi and mathematical logic". *Proceedings of the first international symposium for the history of arabic science*, Aleppo 1976.

4 – Garro, I.; Paradoxes in arabic geometry an archeology of scientific discovery ; *logique et analyse*, 1981 vol 24, pp 351 – 379.

5 – Ivry, A. L. ; *al-Kindi's metaphysics*, Albany 1974.

6 – Ivry, A. L. ; in *essays in islamic philosophy and science*, ed. Hourani, J. F. N. Y. 1975

7 – Piaget, J. . ; *Epistemology genetique*, Paris 1972.

8 – Rescher, N. and Khatshadourian, H. , " al'Kindi's epistle on the finitude of the universe", *ISIS* 1965, vol 56 pp 426 – 433.

9 – Walzer; *l'Eveil de la philosophie islamique*, Paris 1971.

remarked that there is no possibility to go beyond all definite magnitudes, because otherwise there would be something bigger than heavens. He also remarked that to think about the infinite does not necessarily imply its real existence; because thought does not disturb or touch upon physical existence. All of this is different with al-Kindī. Al-Kindī makes no difference between physical and intellectual infinities. A body is infinite with respect to a certain (mathematical) measure. The measure is a mathematical model (here it is geometrical). We could, therefore, safely conjecture that al-Kindī's notion of the infinite is not metaphysical but mathematical. It remains so, even when applied to the real world*. It is a purely formal concept. This is drasticly different from Aristotle's ontological consideration. On p. 238, Aristotle says that an infinite object could be neither simple nor complex. On p. 250, he starts considering the quantitative infinite. He differenciates between an infinity obtained by multiplication and an infinity obtained by division. On p. 263, Aristotle makes the following remark '... number could be increased to infinity, but it is finite by descension...'. The distinction between number and quantity disappears in al-Kindī's work. According to the latter, magnitudes could be measured. It is either divisible by a unit measure, or part of it is divisible.

We have another encounter with the potential infinite in Greek mathematics in the form of the celebrated Archimedean axiom, but only implicitly. This is more like al-Kindī's argument.

Some authors like Ivry, Davidson and Walzer (6,9); considered the influence of the Alexandrian philosopher, John Philoppon, of the sixth century A. D., upon Arab scientists in general and al-Kindī in particular. Here again, I reviewed the alleged influence of Philoppon on al-Kindī's epistles and found it to be not very relevant. It is evident that the above authors refer to a certain argument of Philoppon regarding the finitude of the world body. Philoppon proves this finitude by showing that, otherwise, there would be different infinities relative to different numbers of revolutions of different celestial bodies.

Al-Kindī might have been inspired by this work of Philoppon. Al-Kindī dœs not, however, take up this hypothesis of Philoppon as an axiom. He proves it logically as we have seen earlier.

In (8) Walzer mentions al-Kindī's work and gives him some credit of originality.

Conclusion

Al-Kindī's intention from his epistles was to mathematize the physical world as he mentioned on page 192 of (1) (page 432 of (8), the epistle about

* Compare with his notion of a similarity attached to a body, as discussed earlier.

A similar attitude was taken up by Ivry in his translation of al-Kindī's first epistle, also called the 'Metaphysics'(5). After Ivry, the only new figure to have influenced al-Kindī's thought is John Philoppon.

A complete evaluation of al-Kindī's work could only be achieved in a modern setting of mathematical logic. It is quite an urgent matter that the historian of science must possess the wellrounded knowledge that is possessed by the ancient scientist, whose work is under investigation. This is becoming more difficult today, due to the proliferation of knowledge, which demands the collaboration of an interdesciplinary teamwork.

A comparison of the notion of the infinite in Greek philosophy and al-Kindī's philosophy.

The Greek philosophers Thales, Anaximenes and Heraklitus believed that the world was made up of finite elementary matter. Anaximender, on the other hand, thought that the world was made up of an infinite elementary material with no special qualities, called the 'Apeiron'. The quantitative infinity of Anaxagoras complements the qualitative infinity of Anaximander. It proclaims that matter was made up of an infinity of infinitely divisible elements.

The Pythagoreans conceived of number as finite and possessing definite mathematical properties. It could never become infinite, because the infinite could not possess the elementary properties of numbers. They believed that infinity could be realized in the physical world, that it is an essence, and that part of the infinite is infinite too. This position became inconsistent with their discovery of the irrationals.

The infinite was not regarded as a complete entity, but rather as a potential becoming. This was Plato's and Aristotle's position. It was, therefore, different from the notion of the infinite as used by Anaxagoras or the Eleatics.

Aristotle made a careful study of the notion of the infinite, both in the 'Physics' and the 'Metaphysics'. The following page citations refer to the 'Physics'(2) when not otherwise indicated. According to him, the physical and the mathematical concepts of the infinite are different. In fact, on p. 208, he gives the example of a point as something which is neither finite nor infinite*. On p. 220, he gives several ways by which a physical object could be infinite; by multiplication, by division, or by both together. On p. 227, he says that if one looks at the matter from a logical angle ... a body is finite if it is bounded by a surface. Therefore, no body could be infinite. Even number could not be infinite. For if number or what could be numbered were infinite, then they could be counted and exhausted. On another occasion he

* Compare with al-Kindī's axiom of the infinite.

examples with proofs to the very fundamental axioms such as : homogeneous magnitudes , which are not such that one of them is greater than the other, are equal.

2) We have stated earlier that the argumentation presented by al-Kindī could be considered as a predecessor to ordinal arithmetic or an arithmetic of infinite magnitudes. There are two drawbacks to this supposition.

Firstly, al-Kindī denied the existence of infinite magnitudes , and consequently, the existence of such an arithmetic. He realized that if such an arithmetic existed it would be based upon logical axiomatic deductions. He, therefore, realized the possibility of extending finite arithmetic to the infinite via logic. He was counscious, therefore, of the fact that these basic axioms should be checked out against a mathematical model which he conjured up from a linear geometric model. A similar process is followed in modern mathematical logic to check the consistency of an axiom system.

The second shortcoming is that he did not define the addition and subtraction operations on infinite magnitudes.

3) The formal language employed by al-Kindī is rather rich as we have shown in the formal description of his system. In (8) the authors allude to the fact that al-Kindī was inspired by Euclid's *Elements*. In a footnote p. 427 , they realize , however , some important differences between both authors. The differences are too great, in my opinion, to be discarded.

The primitive notions in Euclid's *Elements* are rather different from these of al-Kindī. As remarked by the authors in (8), the concept of homogeneous magnitude introduced by al-Kindī is too involved compared with Euclid's concept .

What should be said comparing the works of al-Kindī and Euclid is that both of them make use of an axiom system to prove some facts. The purposes and goals are, however, different.

4) Another shortcoming of al - Kindī's work is that it was not mathematically motivated . For he commenced his argumentation with a theological bias. It was in his intention to arrive at the inconsistency of the concept of an infinite magnitude; inorder to support his theological belief that body, time and motion are finite and created from nothingness with the might of a creator. Thus al-Kindī was not aware of what this theologically inspired methodology could lead to in mathematics. He was interested in general applications of mathematics to diversified fields, and especially to philosophy. It did not become obvious that there was a reciprocal feedback from philosophy and logic, into mathematics until the present century.

If we have two infinite objects a and b ($I(a)$ and $I(b)$) such that $a > b$, then $b|a$* or $b|c$ and $c < a$. Therefore, $b = a'$ and $a' \subset a$ (the containment relation is strict). From this point on, we expect al-Kindī to jump to the conclusion that since $a' < a$, therefore, a' is finite. From which he would deduce that b is finite. However , he made use of a complicated argumentation where he employed the notion of a similarity, akin to that of order-type.

It is very difficult to find out exactly what al-Kindī intends from his argument, and whether it adds anything to the soundness of his proof. (The proof is, of course, false in so far as it shows that a part of an infinite magnitude is necessarily finite.

Al-Kindī elaborated upon the hypothesis that a part of an infinite body is necessarily finite. He did this by recurring to a three dimensional similarity and showing that it has ends i.e. is finite. Then he made use of the same argument to deduce the finitude of b from that of a', knowing that $b = a'$. Equality after al-Kindī is obtained with respect to a volume measuring unit. This led him to the desired inconsistency, that b is infinite and finite at the same time.

Argu. B applies directly to the completion of *Argu.* A. Namely, it takes care of the case where the result of subtracting the finite quantity from the infinite quantity is itself infinite. In this case he could have applied *Argu.* B that the body has not decreased by taking a part from it; thus arriving at the logical contradiction that the part is equal onto the whole. However, he elaborated on that by adding the missing part to $a \mid b$, which is already infinite. He thus obtained two infinites, the smaller of which must be finite.

The rest of the work which is devoted to the demonstration of the finitude of time and motion, dœs not concern us since it adds nothing new or relevant to the concept of the infinite by al-Kindī.

Looking back at al-Kindī's mathematical argument we could make the following observations:

1) It is true that al-Kindī has made some use of what was known from the Greek sources about infinity, to some extent. He started from very basic properties, and relations (axioms or tautologies, as he called them). He then developed his own mathematical proof in a totally logical manner, irrespective of whether or not his ideas coincided with the Greek sources.

To really appreciate the mathematical rigour of al-Kindī , we must remember that he elaborated upon his mathematical proofs in four epistles, adding now and then what he found necessary to the completion of his work. Thus, for example, in one epistle we find him giving linear geometrical

* This means: There exists a natural number c such that b.c = a.

First of all, let us look at the primitive or fundamental notions (also called non-logical), employed by al-Kindī. These are the basic mathematical or physical concepts about which al-Kindī writes down his axioms (tautologies, as he calls them on page 188 of (1).

The only physical concept is that of homogeneous body or homogeneous magnitude. By this he means what falls under one genus; such as line, surface, and solid body. He defines a line as that entity which has one dimension (length). A surface has two dimensions, length and a breadth. A body or solid has three dimensions, length, breadth and depth.

The non-logical relations among magnitudes are, the order relations; bigger than, and the number theoretic relation, divides*.

The non logical operations are these of a rough set theoretic subtraction and set theoretic union.

The non-logical predicates are, ' infinite ' and ' finite '.

In the four epistles he gives the axioms defining these notions, as well as, their calculus. In an earlier paper(4), I have written down these axioms explicitly in a modern logical language and classified them as they occur in the epistles. I shall be referring to that paper and use its terminology.

Al-Kindī mixes between axioms and postulates. It is our aim here, to analyze the concept of the infinite as visualized by al-Kindī. It is remarkable indeed that al-Kindī makes no remark about infinity (save for its definition) without proving it. In this manner he contradicts his predecessors, notably Aristotle, who used only his intuition and philosophical arguments in talking about the infinite.

We shall look at al-Kindī's proof of the inconsistency of the concept of the infinite magnitude, and divide it into two subarguments:

Argu. A al-Kindī starts with some tautologies such as :

$$a = b = \implies a \cup c > a, b, c \qquad \text{etc. (cf, (3))}.$$

He then argues that, subtracting a finite body from an infinte body, the result could be either finite or infinite. He excludes the finite case using the postulate that the union of finite bodies is finite.

The infinite case is also excluded based on the following argument:

Argu. B The inconsistency of the concept of two non - equal infinite magnitudes :

* It should be well understood that al-Kindī does not make use of modern logical termimology, but that we are analyzing his concept in the framework of modern set theory.

tion by formulating al-Kindī's paradox of the infinite . The resolution of such a paradox, should lead to some sort of ordinal arithmetic, such as the one put forth by Frege and Cantor in the last century. This is done with the help of modern terminology and techniques. At the same time, care is taken to compare al-Kindī's ideas and methods with ancient Greek and Eastern sources, especially the works of Aristotle.

The formulation of the paradox

The paradox* was formulated by al-Kindī in four epistles discussed in (1)in some detail . An English translation of one of the epistles was carried out by Rescher and Khatchadourian in(7), and another by Ivry in (5).

Al-Kindī starts by giving a collection of tuatologies about homogeneous magnitudes, using the relations of equality and inequality, properties of basic set operations, as well as the property of being finite and infinite. His argument runs as follows.

Let A be an infinite object . A finite part B is taken from A . The resulting object C is either finite or infinite . The first case is impossible, since the union of two finite objects is itself finite . The second case leads to two situations:

A larger than C. This leads to C being finite, which is a contradiction.

A is equal to C; that is the part is equal to the whole; which is another contradiction. Although al-Kindī sometimes, makes use of implicit axioms, his arguments are quite logical .

The resolution of this paradox anticipates some form of set theory and ordinal arithmetic. Al-Kindī realizes the fact that an arithmetic extended to infinite magnitudes has to rely on logical axiomatic deductions rather than the intuition. In so far it is quite a remarkable discovery. In so doing, he is axiomatizing arithmetic as Euclid axiomatized geometry . The arithmetic axiomatized here is, however, infinitistic and non-intuitive; whereas Euclidean geometry represents the intuition. For if al-Kindī depended upon the intuition, he would have rejected the phenomenon of non-equal infinities without further ado, as did his precursors, Aristotle and John Philoppon . The Euclidean axioms and concepts are figuratively demonstrable. Whereas the axioms and concepts of the infinite are not figuratively demonstrable.

Al-Kindī's Work

I should like to start with a careful analysis of al-Kindī's work on the infinite , which was already studied in (3,4) . I shall concentrate on the form of the axioms in a modern setting.

* Following al-Kindī's formulation, it is more likely to be called a fallacy than a paradox.

The Paradox of the Infinite by al-Kindī

IBRAHIM GARRO*

Introduction :

This paper should be regarded as a contribution to the historical and philosophical study of the concept of the infinite. The role that infinity plays in mathematics and mathematical logic could only be under-estimated.

It was through a systematic study of the concept of the infinite by modern mathematical logicians that the many facets of this concept were discovered. This led to highly respected fields of logic in which infinite magnitudes were the main issue. We mention as examples, the field of inaccessible and large cardinals of set theory. The notion of higher infinities is also an important issue in several mathematical disciplines, such as topology and analysis.

On the other hand, the dialectical concepts of the finite and the infinite are strongly related to mathematical existence. These investigations have remained to be domains of controversy among mathematicians for a long time. They ended with schisms among different schools; finitists, constructivists, intuitionists, and others.

It is our aim here to discuss these matters. We should like to note, however, that there has been a general shyness from the infinite in western thought, starting with the Greek and continuing through medieval times; until Wallis introduced the symbol of infinity in the seventeenth century.

Arab scientists, however, ventured into the limits of the infinite as I have shown in my paper(4), and as will be shown in this paper concerning the work of al-Kindī. He is to my knowledge, the first scientist to put forth a formal (logical) study of this concept, only to arrive at its own contradiction as a mathematical concept.

In an earlier article (4), I have given a formal demonstration given by al-Kindī to the effect that the existence of infinite magnitudes leads to logical contradictions. At that point the question of the originality of al-Kindī's contribution was left unsettled. In this paper, I hope to settle this ques-

* Nayal, Amiri St., Aleppo, Syria. Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : pp. 111 – 118 .

To Contributors of Articles for Publication in the *Journal for the History of Arabic Science*

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. In matters of paragraph-indentation and the indication of footnotes, please follow the style used in this journal.

2. Please include a summary – if possible in Arabic, but otherwise in the language of the paper – about a third of the original in length.

3. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and they should contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page-numbers. For journals give author, number, year, and page-numbers.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sına aletler bahsi", *Belleten* 25 (1961), 213-238.

After the first quotation, if the reference is repeated, then the author's name and the abbreviation *op. cit.* may be used. Alternatively, the books and articles cited may be collected into a bibliography at the end of the article, according to the above format, so that reference may be made to them in the footnotes by author or short title.

4. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

', b, t, th, j, ḥ, kh, d, dh, r, z, s, sh,
ء ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش
ṣ, ḍ, ṭ, ẓ, ʿ, gh, f, q, k, l, m, n, h, w, y,
ص ض ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه و ي

Hamza at the beginning of a word is omitted in transcription. The *lām* of the Arabic article before sun-letters is not assimilated (thus *al-shams* and not *ash-shams*).

For short vowels, *a* is used for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for *ḍamma*. For long vowels diacritical marks are drawn over the letters: *ā*, *ī*, *ū*. The diphthong *aw* is used for 'وْ' and *ay* for 'يْ'. Long vowels before *hamzat al-waṣl* are printed long (thus "abū'l-Qāsim" and not "abu'l-Qāsim").

– –, *Aristotelis omnia quae extant Opera . Averrois Cordubensis in ea opera omnes, qui ad haec usque tempora pervenere*, commentarii, vol. IV, Venetiis 1562, reprinted Frankfurt am Main 1962.

– –, *Physics*, A revised text with introduction and commentary by W. D. Ross, Oxford 1936.

– –, *Aristotle's Physics Books I and II*, translated with Introduction and Notes by W. Charlton, Oxford 1970 .

– –, *Aristotle's Physics Books III* and *IV*, translated with Notes by E. Hussey, Oxford 1983.

– –, *Physikvorlesung*, transl. H. Wagner, Darmstadt 1983.

– –, The Physics. With an English translation by P. H. Wicksteed and F. M. Cornford, 2 vols., Cambridge (Mass.), London 1934.

Charlton, W., *Aristotle's Physics I,II*, Oxford 1970.

al-Fārābī, (1) *Kitāb al-burhān wa-kitāb šarā'iṭ al-yaqīn ma'a ta'līq Ibn Bājja 'alā* l-*burhān*, ed. M. Fak̲rī, Beirut 1987.

– –, (2) "The Attainment of Happiness", in: *Al-Fārābī's Philosophy of Plato and Aristotle*, transl. M. Mahdī, Glencoe 1962.

Harvey, S., *Averroes on the Principles of Nature : The Middle Commentary on Aristotle's Physics I,II*, Thesis Harvard University, Cambridge, Mass. 1977.

Ibn Bājja, (1) *Šarḥ as-samā' aṭ-ṭabī'ī*, ed. M. Fak̲rī, Beirut 1973.

– –, (2) *Šurūḥāt as-samā' aṭ-ṭabī'ī* , ed. M. Ziyāda, Beirut 1978.

– –, (3) *Rasā'il falsafiyya*, ed. J. al-'Alawī, Casablanca, Beirut 1983.

– –, (4) *Ta'ālīq 'alā* l-*burhān*, in: *Al-Fārābī* (1), ed. M. Fak̲ri.

– –, (5) *Rasā'il Ibn Bājja al-ilāhiyya*, ed. M. Fak̲ri, Beirut 1968.

Ibn Rušd, (1) Long Commentary on Aristotle's Physics, Latin translation in: *Aristotle* , *Aristotelis omnia quae extant Opera.....*, vol IV.

– –, (2) Middle Commentary on Aristotle's Physics, Latin translation Books I – III in : *Aristotle*, *Aristotelis omnia quae extant Opera...*, vol IV. English translation Books I,II in Harvey.

– –, (3) *Kitāb as-samā' aṭ-ṭabī'ī* (Epitome in Physicorum libros), ed. J. Puig, Madrid 1983. English translation Books I,II in Harvey. Spanish translation as Averroes, Epitome de fisica by J. Puig, Madrid 1987.

Ibn Rušd, (4) *Averroes' Questions in Physics*, translated and edited by H. T. Goldstein, Dordrecht, Boston, London 1991.

Ibn as-Samḥ, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle*, *aṭ-Ṭabī'c* .

Ibn Sīnā, (1) *aš -Šifā', aṭ - Ṭabī'yyāt*, I. *As-samā' aṭ - ṭabī'ī*, *eds. S. Zāyid and I. Madkūr*, *Cairo* 1983 .

– –, (2) *Kitāb an-Najāt*, ed. M. S. al-Kurdī, Cairo 1938.

– –, (3) *Livre des directions et remarques* (*Kitāb al-išārāt wat-tanbīhāt*) transl. by A. – M. Goichon , Beirut, Paris 1951 .

Konstan, D., "A note on Aristotle's Physics I,1 ", in: *Archiv für Geschichte der Philosophie* 57 (1975) 241 – 245.

Lettinck, P., *Aristotle's Physics and its reception in the Arabic world*: *with an edition of the unpublished parts of Ibn Bājja's Commentary on the Physics*, Leiden 1992.

Philoponos, *In Aristotelis physicorum octo libros commentaria*, ed. H. Vitelli , CAG XVI – XVII, Berlin 1887 – 88.

Ross, W. D., *Aristotle's Physics*, Oxford 1936.

Wagner, H., *Aristoteles*, *Physikvorlesung*, Darmstadt 1983.

Wicksteed, P. H. and Cornford F. M., *Aristotle*, *The Physics*, Cambridge (Mass.), London 1934 .

Wieland, W., *Die Aristotelische Physik*, Göttingen 1970.

Yaḥyā, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle*, *aṭ-Ṭabī'a*.

Ziyāda, M., *The Theory of Motion in Ibn Bājja's Philosophy*, Thesis McGill University , Montreal 1972; translated as : *Al-ḥaraka min aṭ-ṭabī'a ilā mā ba'da ṭ-ṭabī'a*, Beirut 1985 .

some of them, then which ones? And as it is an investigation of nature, it is effected when we ask according to the first kind of question "What is this natural body absolutely?" Such as our question "What is a rainbow?", and "What is rain?" and so on. In some of these (cases)
13,15 we get to know from this kind (of question) what its essence is, as when we get to know that rain is what falls from the clouds - and then we would like to know how it occurs, what occasions it, and why it occurs. With respect to the rainbow, we look for its nature and essence, for the first we ask is : What is it? Is it something which has (really) come into existence, or is it suggested to our vision? When we have a correct idea of its genus, then we would like to know what occasions it, what its essence is, and why it occurs. Our physical
13,19 knowledge is complete if we know all this. So it is necessary for the physical scientist to know the four causes and to be able to enumerate them with all their specific properties.

The second kind of question also refers to these (causes), for we ask "Why is the heat in summer more intense?" Then we answer: "Because the sun is closer to the zenith," and the cause given here is the efficient cause. We say about a mule : "Why did it not give
14,5 birth?" Then one gives the answer: "Because the matter has gone to the bones of her body," and the cause given in this question is the material cause. We say:" Why do teeth fall out and then grow?" We answer: "Because that is for the best." "And why do eyebrows grow in the womb?" We say "as protection for the eyes", and the cause given is the final cause. We say: "Why dœs an animal move?" and we answer: "Because it perceives with the senses," and this cause
14,10 is the formal cause. So it is necessary for the natural scientist to enumerate these (causes) and study their special properties.

BIBLIOGRAPHY

Abū Bišr Mattā, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle, aṭ-Ṭabī'a.*

Abū l-Faraj ibn aṭ-Ṭayyib, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle, aṭ-Ṭabī'a.*

al-'Alawī, J., Mu'allafāt Ibn Bājja, Casablanca, Beirut 1983.

Alexander of Aphrodisias, Commentary on Aristotle's Physics, in: *Aristotle, aṭ-Ṭabī'a.*

Aristotle - Arisṭūṭālīs, aṭ-Ṭabī'a. Ṭarjamat Isḥāq ibn Ḥunayn ma'a šurūḥ Ibn as-Samḥ wa Ibn 'Adī wa Mattā ibn Yūnus wa Abī l- Faraj ibn aṭ-Ṭayyib, ed. A. Badawī, 2 vols., Cairo 1964 – 65.

APPENDIX

Translation of Ibn Bājja's Commentary on the Physics 12,9 - 14,10 (edition Ziyāda)

12,9 Physical science is a theoretical discipline, so it must have these (three) things. Its subject-matter is the physical body, and everything in this discipline is connected with it and with its different kinds, and (this sciene) gives its principles and causes.

Most things which are treated in natural philosophy are known by perception, but we are looking for knowledge of its causes, or the causes of its causes absolutely, regarding to what exists absolutely, like the white, for instance. We know its existence by perception, but we do not know its causes , because we cannot conceive it by (only)
12,15 that to which its definition refers. We also know the existence of many of its attributes , but we do not know firstly by which of these it exists essentially, and which of these are existing by it, and which of these have no existence by it nor are a condition for its existence.

Although we know the answer, we may also ask when we see the white on a certain place like hair, why is it there? This is another question than the first one , and the cause which is given is a cause which is different from the one given in the first question , and the
13,5 demonstration which is given regarding to this is a demonstration of cause only.

In other cases it may happen that we do not know its existence at a certain place; then we give a statement from which follows its existence on that place, and the reason for its existence there, like (the statement) that in the body of an old man there is much rottenness because of the little natural warmth in it. This statement will be an absolute demonstration when its premisses are necessarily true or (true) in most instances (*'alā l-akṯari*), in accordance with what is described in the *Analytica Posteriora* , and therefore are certain .
13,10 So in both questions it is necessary to give the cause.

As there are in total four kinds of causes , we should investigate whether this science gives them all or only some of them, and if only

Ross[1] quotes Pacius, a 16th – century commentator, who in accordance with Ibn Rušd and his predecessors assumed that Aristotle talks about two things in this passage: the way to find the principles of natural things from the " mingled " concrete observable things in 184a 16 – 23, and the order in which he will treat the different subjects in his books in 184a 23 – 26. (According to Pacius Aristotle means with 184a 26 – b12 even a third method, not an illustration of the former one).

Ross assumes however that in fact Aristotle means only one procedure, namely the first one. Therefore according to him 184a 23 – 26 also refers to this procedure, and καθόλου means (different from its usual meaning) the συγκεχυμένον, the object known by perception to have some general characteristic (e. g. being an animal), whereas one dœs not yet know its specific characteristics (e. g. whether it is a horse or a cow).

Wagner[2] assumes the same sense of καθόλου : the perceived, still undifferentiated thing.

Wieland's[3] interpretation is the same as that of Ross : he says that the καοόλου means what is known in an undetermined, pre-reflexive way, whereas the καθ' ἕκαστα is what is known with exact, explicit knowledge, including knowledge of causes and elements.

Konstan, who devoted a special article on this subject, agrees with these commentators after having analysed the example of the babies in 184b 13 ff.

All above-mentioned commentators agree in their explanation of 184a 16 – 23 with the Greek and Arab commentators, but they do not agree with them about 184a 23 – 26. There according to the Greek and Arab commentators Aristotle talks about something different, whereas according to these modern commentators he talks about the same thing.

Charlton[4] finds the sentence 184a 23 – 26 obscure, but he thinks it probable that it means that Aristotle will first give a general account and talk about the principles of physical objects generally, without distinguishing between the different sorts of things like plants, animals, houses, etc. Indeed, this is what he dœs in the *Physics*, whereas in his other books he will treat the different sorts of physical objects: the celestial bodies, the four elements, the plants, the animals, etc. So Charlton completely agrees with the Greek and Arab commentators.

1. Ross 466.
2. Wagner 395.
3. Wieland Kapitel I,II.
4. Charlton 52 .

called " *dalīl* " (sign) . Thus Ibn Sīnā made the same distinctions as Aristotle and al-Fārābī, in a somewhat different formulation. He also mentions the four types of questions which Aristotle gives in Anal. Post B1, calling them *maṭlab al-ayy*, *maṭlab li-mā*, *maṭlab hal* and *maṭlab mā*[1].

Ibn Bājja has written a commentary on the *K. al-Burhān* of al-Fārābī. It is not surprising that he distinguishes the same three kinds of proofs as al-Fārābī[2]. Furthermore in one of his *Risālāt*[3] he states: there are three kinds of proof: the proof of the existence , the proof of the cause and the absolute proof which gives both existence and cause . Ibn Bājja's treatment of the question in his *Commentary on the Physics* is different. As we mentioned above, his distinctions there are more related to Aristotle's Anal Post. B1.

The same three kinds of proof are mentioned by Ibn Rušd in the Proemium of the LC[4] , where he says that there are three kinds of demonstrations: demonstratio signorum (dem. quod est), demonstratio causae (dem. propter quid) and demonstratio absoluta (dem. simpliciter). In physical science it is primarily the first two which are used. Absolute demonstrations occur most often in mathematics . What Ibn Rušd says about this in his Long, Middle and Short Commentaries on *Physics* I,1 agrees with this division . The demonstratio signorum and demonstratio causae are also mentioned by Ibn Rušd in his *Quaestiones in Physica*[5] , where he says that the first proof is like saying that the shape of the moon is spherical because the light increases in its shape, whereas the second proof is like saying that because the moon is spherical the light increases in its shape; the proof of cause is better.

To sum up it may be said that all commentators are agreed on the question of which kind of proof is used in physical science: that is the proof which starts from what is more known to us (the physical phenomena) and which gives as conclusion what is more known according to nature (the causes of the phenomena). Such a proof is a proof from " signs " (*dalā'il*), and it gives knowledge of the existence of the cause (proof of existence). If we already know a cause, we may start with it and construct a proof which derives from it a certain phenomenon. This is called a proof of the cause. In mathematics that which is more known to us is also more primary according to nature, so a proof starting with these primary things results in knowledge of secondary things, and gives the existence and cause together.

The discussion on the interpretation of *Physics* I,1, especially of 184a 16 – 26, has continued until the present time, as may be seen from what follows.

1. Ibn Sīnā (2) 67.
2. Ibn Bājja (4) 118,4 ff .
3. Ibn Bājja (3) 91,15 – 17.
4. Ibn Rušd (1) 4B4 – 9 4E4 – F4
5. Ibn Rušd (4) 25 – 26.

taken by Philoponos in his comment on *Physics I*,1 (see above- the example is taken from De Caelo 291b20 ff., and Anal. Post. 78b5 ff.)[1].

The light of the moon increases (and decreases according to its phases).
Things whose light increases in this way have the form of a sphere.
Therefore the moon has the form of a sphere.

This is a demonstration of the fact only, not of the cause: we do not say that the moon is a sphere because it displays the different phasses, but the other way round. These demonstrations of existence are also called *dalā'il* (signa, indicatives), for the middle term in such a demonstration is the sign (*ad-dalīl* – observable phenomenon), which is primay in our knowledge, but secondary in existence (e. g. the different forms of the moon)[2].

With respect to demonstrations of the cause, al-Fārābī remarks that these occur when we already know the existence, either by sense experience or by a demonstration of the fact. This kind of demonstration gives the cause of the fact[3].

Ibn Sīnā also treats this subject in his books *Kitāb aš-Šifā'*, *Kitāb al-Išārāt wat-Tanbihāt* and *Kitāb an - Najāt*. We give his discussion from this last book[4].

He distinguishes between a demonstration of the "why" and a demonstration of the " that " (*burhān al-limā*, *burhān al-anna*). In the demonstration of the " why " the middle term is the cause of the relation between the two terms of the conclusion, in reality as well as in our mind. This demonstration proves that something is, and also why it is. As an example he gives the following syllogism :

This piece of wood is affected by something hot.
What is affected by something hot is being burned.
Therefore this piece of wood is being burned.

In the demonstration of the " that " the middle term is the cause of the relation between the terms of the conclusion, but only in our mind, not in reality, and it dœs not give the reason of the existence of the thing, only the fact of its existence. Example:

This piece of wood is being burned.
What is being burned is affected by something hot.
Therefore this piece of wood is affected by something hot.

In this case the middle term (being burned) is not the cause, but the effect of the relation between the terms in the conclusion, and the minor premiss is more known to us than the conclusion. A demonstration like this is also

1. Al-Fārābī (1) 40,15 – 21.
2. Al-Fārābī (1) 41,22 – 24.
3. Al-Fārābī (1) 42,2 – 5.
4. Ibn Sīnā (2) 66 ff.

These four types of question correspond to those which have been distinguished by Ibn Bājja (see above). The first and third questions are answered by a proof of the fact, and the second and fourth by a proof of cause.

In order to get an idea of the sources of the commentaries of Ibn Bājja and Ibn Rušd on *Physics I*,1 we shall give some examples of what may be found in the Arab commentaries on the Anal. Post.

In al-Fārābī 's Attainment of Happiness there is a passage in which a distinction is made between the principles of instruction and the principles of being[1]. This is the same distinction as the one made by Aristotle in *Physics* I,1 between the things which are more known to us and those which are more known according to nature, i.e. the sense experiences and their causes. Al-Fārābī says that if the principles of being for a certain object or fact are the same as the principles of instruction for it, then demonstrations which start from the principles of being give both the fact and the cause. If the principles of being and those of instruction are not the same (because the principles of being are obscure and not known from the beginning), then a demonstration starting from the principles of instruction gives only the fact , not the cause.

In the science of natural things the latter of these two cases generally occurs, and demonstrations proceed from the principles of instruction to the principles of being.

When we have obtained from the principle of instruction A1 a principle of being B, then we may derive from B other principles A2, A3, etc. which depend on B and which were still hidden from us[2]. This is the procedure mentioned by Ibn Rušd when he said that after having learned the cause we may use this cause as a middle term in a proof which gives the cause of some of the properties, and of which Gersonides also gave an example.

In his commentary on the *Kitāb al -Burhān* (Anal. Post.) al-Fārābī distinguishes three kinds of demonstrations: demonstrations of the existence, demonstrations of the cause and absolute demonstrations which give the existence and the cause together[3]. A demonstration of the existence gives us knowledge that something exists (*'ilm anna š-šay'*), and a demonstration of the cause provides us with knowledge why something exists (*'ilm li-mā š-šay'*)[4]. In a demonstration of existence a result which is prior in being is proved starting from something which is posterior in being, but prior in knowledge . As an example he takes a syllogism which was also

1. Al-Fārābī (2) 15 ff .
2. Al-Fārābī (2) 17.
3. Al-Fārābī (1) 26,9 – 11
4. al-Fārābī (1) 25,16 – 18

The planets do not twinkle.
What dœs not twinkle is close to the earth.
Therefore the planets are close to the earth.

Proof of the reason why is :

The planets are close to the earth.
What is close to the earth dœs not twinkle.
Therefore the planets do not twinkle.

The proof of the fact proves the existence of the fact which is given in the conclusion , and which is the explanation of what is stated in the minor premiss. The minor premiss is not the explanation of the conclusion, for one dœs not say that the planets are close to the earth because they do not twinkle. In the proof of the fact one starts with something which is more known to us, an observation, and arrives at a conclusion which states a fact which was less known to us (but more primary according to nature: the cause of the observed phenomenon).

In the proof of the cause the conclusion is already known, but the proof starts with the explanation of the conclusion as minor premiss.Indeed one may say that the planets do not twinkle because they are close to the earth. In the above-mentioned examples one can form a proof of the fact and a proof of the cause with the same terms because the major premiss in the syllogism is convertible: both statements " If something is close to the earth it does not twinkle" and " If something does not twinkle it is close to the earth" are true. If the major premiss in the proof of the fact is not convertible, then the proof of the cause cannot be formed. Then a proof of cause may be given if the cause is already known in one way or another (e.g. because it follows from a syllogism on some other aspect of the subject, or because it is obvious).

The examples in Gersonides' super-commentary on Ibn Rušd's Short Commentary of proofs of existence and proof of cause (see above) correspond to these Aristotelian examples. One may say that the light of the moon increases and decreases in proportion to the distance from the sun because the moon receives light from the sun, not the other way round.

Another distinction, also related to the subject under discussion here, is made by Aristotle in Anal. Post. B1 89b25. He says that one may ask four types of questions : one may inquire about the fact, the reason why, whether something is , and what it is (τὸ ὅτι, τὸ διότι, εἰ ἔστιν, τί ἐστιν). These questions may be formulated as follows (S: subject P: predicate): is S P?, why is S P? , is there something as S?, what is S? The last two questions are about something by itself; the first two are about something in relation to something else .

Apparently the fact expressed in the minor premiss is a kind of observable fact and more known to us, so this is a proof of existence (of the fact expressed in the conclusion). But it is a proof of the cause at the same time, because it is proper to say that the actions of young men in spring are almost perfect because their natural warmth is more intense.

Our survey of Ibn Rušd's discussion of the different kinds of proof in science may help to understand Ibn Bājja's text on this subject, which occurs at the beginning of his commentary on the *Physics*. A translation of this passage is given as an appendix .

It appears that Ibn Bājja discerns two kinds of questions (13,3–4, 13,13 and 14,2). The first one is about the existence of something by itself, and the second one is about the existence of something in relation to something else. In both of these cases one may make another distinction, and ask about the existence itself and about the causes of the existence. Thus we have four questions: does the thing exist by itself (in the physical sciences we can generally answer this question by observation), what are the causes of its existence, does the relation exist, and what are the causes of the relation. The causes are always the four Aristotelian causes (matter, form, efficient cause, final cause).

As for the existence of something in relation to something else , he gives two examples from which it becomes clear that two different kinds of proof should be distinguished, sc. the proof of the fact and the proof of cause. These proofs correspond to the questions whether the relation exists and what the cause is of the relation. If one already knows the fact of the existence, then one may ask about the cause of its existence, e. g. " What is the cause of white in hair?" Ibn Bājja explicitly states that the answer to this is given by a proof of cause. If we do not yet know the fact , then we may give a proof which gives the fact and the cause together , like the proof that there is much rottenness in the bodies of old men, because there is little natural warmth in them. Such a proof is called an absolute demonstration, because the fact and its cause become known. Remark that the above mentioned example by Ibn Rušd of the natural warmth in young men is strikingly similar to Ibn Bājja's example of the natural warmth in old men.

We have seen that Philoponos, Ibn Bājja and Ibn Rušd recognized that *Physics I*,1 deals with the methods of scientific demonstration, and that they explained which kinds of demonstration one may use. This subject is treated by Aristotle in the *Analytica Posteriora*. In Anal. Post. A 13 Aristotle distinguishes between understanding the fact and understanding the reason why. A proof of the fact is :

sion below the examples from Gersonides' supercommentary. Ibn Rušd starts his discussion with the distinction we already know from his Long and Middle Commentaries, namely between absolute demonstrations, which are used in mathematics, and proofs (*dalā'il*), which are used in the physical sciences. The proofs used in physical science start with statements on things which are primary in our knowledge (which are more known to us, like observable phenomena), but which are secondary in existence (i. e. which depend on the existence of other things, sc. the causes). For instance (example from Gersonides):

The moon is something whose light increases and decreases in a measure proportional to its distance from the sun.

Something whose light increases and decreases in a measure proportional to its distance from the sun is something which receives light from the sun.

Therefore the moon receives light from the sun.

This syllogism starts with a phenomenon and gives as conclusion a fact which explains the phenomenon (its cause). This is called a proof of existence. One may also give the following syllogism:

The moon receives light from the sun.

Something which receives light from the sun is something whose light increases and decreases in a measure proportional to its distance from the sun.

Therefore the moon is something whose light increases and decreases in a measure proportional to its distance from the sun.

This is a proof of the cause. The conclusion is already known, and the proof starts with the cause, which was less known to us.

When we know the cause, either because the cause is evident or because it was found as a conclusion in a proof of existence, we may use it as a middle term in a syllogism which gives the cause of some of the properties, for instance :

The moon is something which receives light from the sun.

Something which receives light from the sun is such that when an obstacle prevents the light of the sun from reaching it, it is deprived of light.

Therefore the moon is such that when an obstacle prevents the light of the sun from reaching it, it is deprived of light.

This is a proof of the cause of a lunar eclipse.

Sometimes it is possible to give in one syllogism the proof of the existence and of the cause together, for instance (example given by Ibn Rušd and brought in syllogistic form by Gersonides) :

Young men in spring are such that their natural warmth is more intense.

Those whose natural warmth is more intense are those whose actions are almost perfect.

Therefore young men in spring are those whose actions are almost perfect.

The Short Commentary of Ibn Rušd dœs not offer different points of view from those in the Long Commentary and Middle Commentary[1]. It is worth mentioning that Ibn Rušd here calls the composite individual, which is more known to the senses (Aristotle's συγκεχυμένον), *ġayr munfaṣil* or *ġayr mutamayyiz*, this corresponds to Philoponos' ἀόριστος or ἀδιαρθρώτος .

The subject of *Physics I*,1 is how to find the principles of natural things, and finding these principles implies that we have to prove that the supposed principles are the right ones. This means that we have to give a demonstration by which it is shown that a certain state or condition of a natural thing follows from more primary facts or principles . Therefore *Physics I*,1 in fact deals with methods of scientific demonstration. This was recognized by Philoponos, when he remarked that there are different kinds of proof in science (see above). Ibn Rušd also saw this clearly: he called one section of his Long and Middle Commentaries on *Physics I*,1 " On the Kinds of Proof in this Science" ; in his Short Commentary this subject is discussed even more extensively, as we shall see below. The main topic of Ibn Bājja's commentary on this chapter is also the different kinds of proof in science .

We shall first discuss Ibn Rušd's treatment of this subject from his *Short Commentary* , as he may be understood more easily than Ibn Bājja. For a complete understanding of his commentary, however, we need the supercommentary of Gersonides on the *Short Commentary*. This commentary is quoted by Harvey[2]. The relevant section from Ibn Rušd's Short Commentary runs as follows[3]:

> There are two ways to obtain knowledge: 1) The way used in mathematics . Here what is primary in our knowledge (what is more known to us) is also primary in existence . One starts with these primary things, and derives from them secondary things (less known to us, and also secondary in existence). Such a derivation is called an absolute demonstration (*burhān muṭlaq*). 2) The way used in physical science . Here what is primary in our knowledge is secondary in existence. Proofs consisting of statements on such things are called proofs from signs (*dalā' il*). If we have knowledge of the cause , we can use it as a middle term in a syllogism which gives the cause of some of the properties. These are proofs of the cause only. Sometimes it is possible to give a proof of the cause and of the existence together-for instance, the actions of young men in spring are almost perfect, because at that time their natural warmth is more intense. This is impossible however for each kind of thing , for the causes of the existence of a certain kind of thing are form, matter, effective cause and goal .

The different kinds of proof used in science are discussed here more extensively than in the Long and Middle Commentaries, but in a very concise and rather elliptic way. For a better understanding we give in the discus -

1. Ibn Rušd (3) 9,2 – 11,10.
2. Harvey 426 ff.
3. Ibn Rušd (3) 9,7 – 10,5 .

a "proof of cause and existence" or "absolute demonstration": if what is more known to us is not what is more known to nature (the causes), then we get a proof "from signs".

In order to find the causes and elements of physical things we have to start with what is more known to us, and these are the composite, sensible things (this particular land, this particular dog), which are composed of its elements or causes.

The chapter "On the Order of Instruction" runs as follows[1] :

We always have to start with what is more known to us. This means that in the order of instruction we have to start with the more general and proceed to the more particular. The general resembles the composite individual, as the general "contains" many species, and the composite individual consists of many parts. The composite individual is more known to the senses, and similarly the general is more known to the reason.

One sees that in his comment on 184a 16 – 23 (" On the Kinds of Proof in this Science") Ibn Rušd distinguishes, like Philoponos, two kinds of proof:1) The proof in which one starts with what is more known to us (observable phenomena) and gets as a result what is more known to nature (the causes of the phenomena); this proof is called a proof from signs; 2). If primary causes are more known to us, we may start with them and get a result which is less known to us. Then we prove the fact and the cause of the result simultaneously. This is called an absolute proof, or a proof of cause and existence. The first method is the one which has to be used in natural science. It means that one starts with the concrete, composite, sensible objects, and tries to find the causes and elements out of which they are composed.

In the comment on 184 a 23 – 26 (" On the order of instruction" – *tartib at-ta'lim*)[2] it is said that one has to start with a discussion of the more general things, for these are more known to us. This also corresponds to Philoponos.

We conclude that Ibn Rušd's interpretation of καθόλου, καθ' ἕκαστα and συγκεχυμένα is the same as that of Philoponos, but he more explicitly states his view that Aristotle in 184a 16 – 26 talks about two different subjects. In 184a 16 – 23 the discussion is about the method of finding the principles and elements of natural things, and in 184a 23 – 26 it is about the order of instruction.

The analogy between the general as composite individual and the general as genus, which was remarked by Philoponos and Ibn Sīnā (see above) is also stated by Ibn Rušd. Just as the genus " contains " many species, the composite individual consists of many parts, and just as the composite individual is more known to the senses, the genus is more known to the reason.

1. Ibn Rušd (1) 7F1 – K11 (2) 434H7 – L1.
2. Ibn Rušd (3) 10,18.

We conclude that Ibn Sīnā's interpretation of the statement that we should proceed from the general to the particular is about the same as Philoponos' interpretation . However when we compare both texts it is not evident that Ibn Sīnā has used Philoponos' commentary directly. The way Ibn Sīnā treats this subject does not show any direct connection with Philoponos' text, and it is clear that Ibn Sīnā had his own, different approach in treating this subject. It may be his original contribution, or may be related to al-Fārābī's lost commentary on the *Physics*.

It is worth mentioning that Ibn Sīnā uses words which are different from those used in the Arabic translation of the *Physics* by Isḥāq . For instance, the already mentioned *muntašir* for συγκεχυμένον instead of *muk̲talit*, and *mabda'*, *sabab* and *'illa* for ἀρχή, αἴτια and στοιχεῖα instead of *mabda'*, *sabab* and *usṭuqus*. Therefore it cannot be excluded that Ibn Sīnā has used another translation.

The only thing Ibn Bājja says about this subject is that the discussion of the general things has to precede the discussion of the special things because in this way one avoids having to repeat the same things several times[1].

This argument is mentioned by Ibn Rušd in exactly the same way. In his Middle Commentary he says[2]:

> Another reason for this order of instruction is that by treating the general things first one avoids having to repeat the same things several times. For example, after one has proved that every natural object has prime matter, there is no need to repeat this proof for a horse, a man, a lifeless object and a plant .

The same statement occurs in his Short Commentary[3]. Apart from this Ibn Rušd is very explicit about the two subjects which Aristotle discusses in 184a 16 – 26 . He devotes a chapter in his Long Commentary and Middle Commentary to each of them, with the titles "On the kinds of Proof in this Science " (on 184 a 16 – 23) and " On the Order of Instruction " (on 184a 23 – 26) . The chapter " On the Kinds of Proof in this Science " runs as follows:[4]

> The method of finding the causes and elements of physical phenomena is going from the things which are more known to us (and less known according to nature) to what is more known to nature (the causes, which are less known to us). This method is called the method of signs (signum). In mathematics the opposite way is used . There we start with the primary causes , which in that case are also more known to us.
>
> If the things which are more known to us and with which we naturally have to start a proof are also the things which are more known according to nature, then such a proof is called

1. Ibn Bājja (2) 14,11 – 20.
2. Ibn Rušd (2) 434k6 – L1.
3. Ibn Rušd (3) 11,10 – 14.
4. Ibn Rušd (1) 6K8 – 7B7 and (2) 434B3 – H5.

elements and principles, the second one of the species which subsists under the general thing. The first one is prior, or more known to the senses; the second one is more known to the reason[1]. Thus, the concept of "general" (καθόλου) is used by Philoponos during his discussion in two different senses.

These two meanings of "general" may also be extracted from Ibn Sīnā's *K. aš-Šifā'*. The relevant paragraph runs as follows[2]:

One may consider principles which apply to everything, principles for a genus, and principles for a species. In the order of instruction one should start with the more general, and later discuss the particular things. Because the genus is part of the definition of a species, one must know the genus before the species can be known. The genus is more known to our reason than the species-knowledge of the genus precedes knowledge of the species, before knowing what a horse is one should know what an animal is. So when we are going to talk about natural things and its principles we should start with the more general things (the genus) and its principles, and after that treat the more special things, the species. It is the species which is more known "according to nature".

The general is also more known to our observation because one may first see an animal without knowing which kind of animal it is, and only later at closer inspection discover that it is a horse. As we always observe individuals and never a genus, then in this case it is not the genus which is meant with the general, but what may be called "šaḵṣ muntašir" (vague, unspecified individual)

This *šaḵṣ muntašir* must be Ibn Sīnā's equivalent of συγκεχυμένον; he distinguishes between two different ways in which this term may be used, but this dœs not concern us here.

One sees that Ibn Sīnā mentions the same two different meanings of "the general" which we have seen could be extracted from Philoponos' text, sc. the general in the sense of a genus and in the sense of an unanalysed, unspecified, concrete object. Like Philoponos he says that the general as genus is more known to reason, and as *šaḵṣ muntašir* it is more known to the senses.

In the next section[3] Ibn Sīnā discusses what the relation is between causes (principles) and the things of which they are the cause (principle) in connection with the question which of these is primary, or more known to us or to nature. In this respect he distinguishes between the cause being part of the caused, as the wood and the form of a bed are parts of the bed, so that in this case the relation is between simple things and the thing which is composed of them, and the cause being separate from the caused, as the carpenter and the bed. In both cases he discusses what is primary according to our reason, according to our observation and according to nature.

1. Philoponos 19,24 – 25.
2. Ibn Sīnā (1) 8,5 – 11,9.
3. Ibn Sīnā (1) 11,10 – 12,18.

This καθόλου from which we have to start is not something general in the sense that it is a genus, but it is something particular (μερικόν) which is still vague and undetermined. If we see someone approaching us from far we say that we see " a man " approaching; we do not mean that we see the genus " man " but that we see a particular man, only we do not yet know who this particular man is.

Up to here Philoponos' explanation of the καθόλου or συγκεχυμένον is that they are the concrete observable things which are still unanalysed and vague. This is the same explanation as that given by most modern commentators (see below). Philoponos' commentary continues as follows[1] :

Starting from this unanalysed καθόλου, by its analysis we arrive at the καθ' ἕκαστα, the things known with their details and special properties; we discern the approaching man as being Alcibiades and we can see his head, eyes, etc. Thus we have proceeded from the καθόλου to the καθ' ἕκαστα.

In this way Aristotle proceeds in his discussion of the principles: he starts with a discussion of principles in general (e.g. how many principles there are), then he specifies the principles of things in general (matter, form and privation) and after that he discusses the principles of more specific things : the celestial bodies , the four elements, etc . (in his other books on nature: *De Generatione et Corruptione, De Caelo, etc.*).

We see that Philoponos' interpretation of the words καθόλου and καθ' ἕκαστα changes in the middle of the discussion . First he says that by closer inspection and analysis of the concrete , observable but still vague and undetermined thing (the καθόλου) we may arrive at a full comprehension of the thing and its specific properties (the καθ' ἕκαστα) . Then he says that going from καθόλου to καθ' ἕκαστα means that one starts with considering general things and its principles and then proceeds to a discussion of particular things and its principles . Apparently according to his interpretation of the passage 184 a 16 – 26 Aristotle is talking here about two things: the way from the sense experience of a concrete thing to its principles , which is the method of investigation in physical science, and, secondly, the order of treating the different subjects in his books , which is that he first treats general things and its principles and after that particular things and its principles . Following this interpretation Philoponos' commentary on 184a 16 – 26 may be summarized as follows :

We naturally have to start with what is more known to us . If we are looking for the principles and elements of physical things, this is the καθόλου in the sense of the unanalysed, unspecified concrete thing. By closer inspection we may arrive at its καθ' ἕκαστα , its principles and elements. If we are considering the order of instruction, we have to start with the καθόλου in the sense of the more general things. Both senses of καθόλου are analogous because they are both a kind of composite : the first one is composed of its

1. Philoponos 14,30 – 16,10 .

said in 184a 21 – 23; the καθ'ολου are the συγκεχυμένα and the καθ' ἕκαστα are the principles and elements. Note that καθ'όλου here has not its usual meaning " universal", but means " a particular thing which is still unanalysed". A survey of what the modern commentators have said is given at the end of this paper .

However 184a 23 – 26 may be interpreted in another way, namely that we have to treat general things and their principles first and then proceed to the particular things and their principles, which is also a way of going from what is clearer to us to what is clearer according to nature . This is what Aristotle does if one considers the whole collection of his works about natural science . According to this second interpretation therefore Aristotle considers two things in the passage 184a 16 – 26 : the way to arrive at the principles and elements of natural things , and the order according to which he will discuss the different subjects, sc . going from the general to the particular.

It will be shown that Philoponos , Ibn Sīnā and Ibn Rušd seem to have had both these ways in mind , but that they did not all discern them cleary .

Philoponos' commentary on the passage 184 a 16 – 26 runs as follows (we give an account of the contents, not a literal translation)[1]:

In the Analytica posteriora Aristotle has said that there are two ways of obtaining real knowlege, the τρόπος ἀποδεικτικός and the τρόπος διδασκαλικός[2]. The first method starts from first principles (which are more known according to nature) and proves from them secondary things, such as the natural phenomena we observe and which are more known to us. The second method goes the other way round, and may be called the method from " signs" (τεκμήρια). For instance, someone who sees smoke will conclude from this sign that there must be a fire. This method is used if what is primary according to nature is less known to us. For instance, in *De Caelo*[3] Aristotle proves that the shape of the moon is spherical from the observed fact that the moon displays phases. In this way from what is more known to us, sc. the phenomenon (sign) of its phases, we draw a conclusion on what is less known to us, whereas it is more primary by nature. Natural science uses this second method to find the principles of natural things. So one has to start at what is more known to us, whereas it is secondary according to nature. These things are called συγκεχυμένα, because they are still undetermined (ἀόριστος) or unanalysed (ἀδιάρθρωτος), or also καθόλου , because they comprise many things. It is like when we see someone approaching from far away, we first see that something is coming towards us, then we see it is a living thing, then we see it is a man, but we do not yet know who it is, nor do we see the parts of his body, his fingers, his nails, so what we see is still something συγκεχυμένον or καθόλου .

1. Philoponos 9,4 – 13,17.
2. In 71 a 5 Aristotle refers to these methods as the deductive and the inductive method (συλλογισμός and ἐπαγωγή).
3. Cf. 291 b 20 ff. The proof is also in Anal. post. 78b5 ff.

			Philoponos[1]	Ibn as- Samḥ[2]	Ibn Rušd[3]
principle	ἀρχή	mabda'	common name for all causes	final cause	effic. cause
cause	αἴτιον	sabab	effic. and final cause	effic. cause	final cause

According to Aristotle and his commentators one may say that a thing is composed of its matter and form, so that these may be called the elements of the thing; on the other hand matter and form are also called the causes of the thing.

The commentators mentioned above have interpreted Aristotle's statement about principles, causes and elements in a wider sense than the modern commentators and have included in them the efficient and final causes . This is possible if one assumes that this statement does not refer to *Physics I* only , but to all Books of the *Physics* : the four causes are treated in *Physics* II.

Ibn Sīnā says that natural things have mabādi' , asbāb , and 'ilal[4], but he dœs not assign different meanings to these words.

Aristotle treats the way to find the principles in 184a 16 – 26. He states that naturally we proceed from what is clearer and more known to us to what is clearer and more known " according to nature" (184 a 16 – 21). The things which are more known to us are the " mingled " things (συγκεχυμένα), and by analysing these we arrive at the principles and elements (184a 21 – 23). Thus we should proceed from the universal (καθόλου) to the particular (καθ' ἕκαστα) , as the whole, which is a kind of universal, is more readily known by perception (184a 23 – 26) . The rest of the chapter consists of two examples to serve as illustration.

Problems arose about the meaning of the words συγκεχυμένα (mingled things), καθόλου (universal) and καθ' ἕκαστα (particular).

According to most modern commentators the whole passage 184 a 16 – 26 means that we have to start with the concrete things given through sense experience which are still unanalysed and vague (the συγκεχυμένα or καθόλου) , and by analysis of these we may arrive at their elements and principles (the καθ' ἕκαστα) . This is indeed the procedure in *Physics I* , where Aristotle looks for the principles of changing things. Therefore this interpretation says that what is said in 184 a 23 – 26 is the same as what is

1. Philoponos 6,9 – 17.
2. Ibn as-Samḥ 2,16 – 19.
3. Ibn Rušd (1) 6 B 2 – 8.
4. Ibn Sīnā (1) 7,5 – 8,4.

is not a word-by-word commentary, such as that of Philoponos, or the Long Commentary of Ibn Rušd, in which Aristotle's text is followed and (almost) every phrase is commented upon; nor can it be compared to an extensive treatment of the subjects from the the *Physics* such as *Ibn Sīnā's K. aš - Šifā'*, which can be read and understood on its own, independently from the Aristotelian text. It could instead be compared to *Ibn Rušd's Short commentary*: a concise discussion of the main subjects from *Aristotle's Physics*, which generally does not follow Aristotle's order of argumentation, nor his formulations, but which is a survey of what Aristotle says in the style of the commentator, with his own formulations and examples, and occasionally with his own digressions, in which things are discussed which are not in Aristotle at all. Indeed, several parts of *Ibn Rušd's Short Commentary* and *Ibn Bājja's commentary* have a similar structure. The difference is that Ibn Bājja's treatise is often less systematic and logically ordered than that of Ibn Rušd.

In this paper we shall discuss *Physics*, Book I, chapter 1, and compare the Arabic commentaries, among which Ibn Bājja's commentary, with each other and with the Greek commentary of Philoponos.

In *physics* I, 1 Aristotle presents his method of obtaining knowledge about nature. He states that real knowledge about a subject consists of knowledge of its principles, causes and elements (184a 11 – 16), and then he discusses the way to find these (184a 16 – b12). This text has presented problems to commentators from Theophrast until the present time.

In the first place there has been a discussion about the meaning of the words principles, causes and elements. Most modern commentators agree that in *Physics I* they mean practically the same thing. In Book I of the *Physics* Aristotle discusses the principles of changing things, and he finds them to be matter, form and privation. These principles are what we would call general concepts, or points of view, used in the explanation of a phenomenon, sc. the phenomenon of " a changing thing ", and these general concepts Aristotle calls principles, causes and elements.

The Greek and Arab commentators tried to identify the meaning of these words with the four Aristotelian causes (material, formal, efficient and final cause) . They all agree that " elements " (στοιχεῖα, usṭuqusāt) refers to the causes which are internal in the thing of which they are the causes, so these are the material and formal cause. As far as the meaning of " principles" and " causes " is concerned, the commentators differ according to the following scheme :

Problems in Aristotle's Physics I,1 and Their Discussion by Arab Commentators

Paul Lettinck*

Aristotle's *Physics* has been commented upon by several Arab philosophers, e. g. Ibn as-Samḥ, Ibn Sīnā, Ibn Bājja, Ibn Rušd. The texts of these commentaries have all been published. Ibn Bājja's commentary is the one which was published most recently, in 1973 and 1978. These editions were made from a manuscript, which was the only one known to the editors at that time. Another manuscript has been (re)discovered recently, which contains a more complete text. An edition of the parts, which were still unpublished, is contained in : P. *Lettinck, Aristotle's Physics and its reception in the Arabic world* ; with an edition of the unpublished parts of Ibn Bājja's Commentary on the Physics (see bibliography). The book also contains a list of differences between both manuscripts.

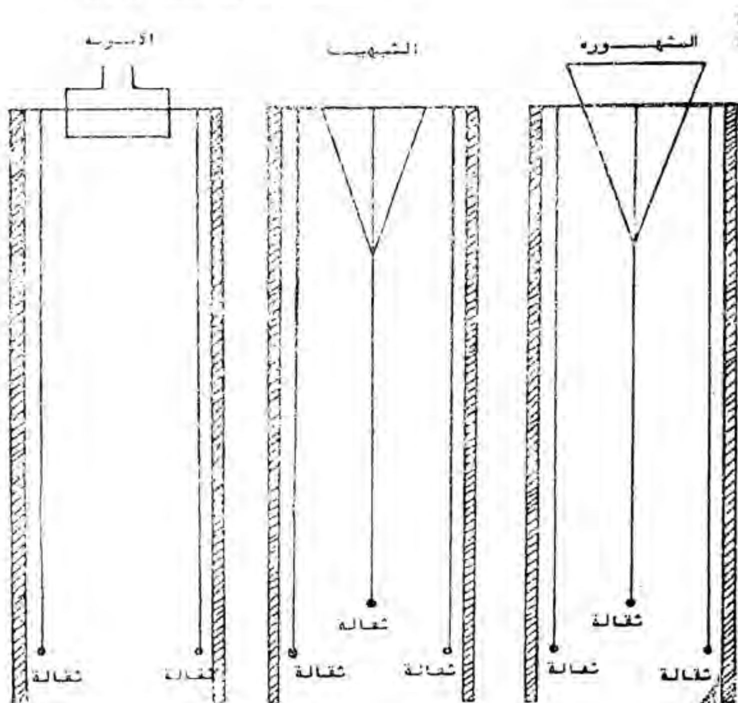
Ibn Bājja's commentary is interesting, firstly because he is a precursor of Ibn Rušd, who has used Ibn Bājja's commentary in writing his commentaries on the *Physics*, and who discusses his ideas and sometimes disputes him. Furthermore, some of Ibn Bājja's ideas are different from those of Aristotle and they have been the subject of discussion throughout the Middle Ages in the Latin West (e. g. about the laws of motion).

The above mentioned book of Lettinck contains an account of the text of *Ibn Bājja's Commentary on the Physics*, a comparison with preceding commentaries (Greek and Arabic) in order to establish by whom he may be influenced, and a comparison with Ibn Rušd's commentaries in order to establish Ibn Bājja's influence on him. A comparison with other commentators, and with Aristotle's text, is also necessary to understand Ibn Bājj's text at some places, because when one reads the text on its own, the meaning of some passages cannot be understood ; there are arguments which are incomplete or formulated so elliptically that it is not clear what he means. It is sometimes possible to gain understanding by comparing such passages with parallel ones from other commentaries. The commentary of Ibn Bājja

* Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987.

de hauteur entre les deux emplacements . L'amenée d'eau sera difficile s'ils sont de niveau , facile si le point d'arrivée est plus bas, impossible dans le cas contraire.

Voici le dessin des trois niveaux:



Ainsi prend fin ce chapitre. Louons Dieu pour ses bienfaits et appellons sa bénédiction et le salut sur son serviteur et envoyé, Muhammad, et sur ses descendants sans taches.

l'inverse; et s'il y a égalité, ils sont de niveau. Tu transporteras de même la seconde pièce de bois du deuxième lieu en un quatrième, sans déplacer l'autre, et ainsi de suite jusqu'au point ultime qui marque la fin des mesures, enregistrant et comparant montées et descentes: si elles / se compensent, les 201v W
points / d'arrivée et de départ seront de niveau; sinon, comme 134r Ḥ
nous l'avons dit, l'amenée d'eau sera soit aisée, soit impossible /. 89r Q

Pour utiliser la plaque de cuivre, nous passerons le fil par les trous de ses oreilles, de façon qu'elle soit en son milieu et observerons le fil fin : s'il suit la hauteur du triangle (c'est-à-dire passe par son sommet), les deux emplacements sont de niveau ; sinon, le sommet du triangle se porte vers le côté le plus haut, comme nous l'avons montré. La suite des opérations demeure inchangée.

Pour utiliser / le tube, nous y passerons le fil, de façon 189r A
que l'instrument soit en son milieu, et nous ferons tomber de l'eau goutte à goutte dans le trou percé à mi-longueur : si elle ressort aussi bien des deux côtés, le sol est de niveau ; sinon, / [332N, 87rD]
elle sortira en plus grande quantité du côté le plus bas. Cela est évident et se passe d'explication. La suite des opérations demeure inchangée.

Mais revenons au traité.

– *Il a dit* :

Tu observeras la languette de la balance : si elle est sur la châsse, le sol est de niveau ; sinon, elle penche du côté le plus élevé. On déterminera la différence d'altitude en abaissant le fil depuis le sommet de la pièce de bois, jusqu'à ce que languette et châsse se superposent : ce sera la hauteur dont on aura abaissé le fil.

– *Je dis* :

Si on abaisse le fil jusqu'au pied de la pièce de bois, sans que la languette vienne sur la châsse, nous passerons dans l'instrument un fil plus court, de plus en plus court, jusqu'à ce qu'elles puissent se superposer. On maintiendra toujours l'instrument au milieu du fil.

– *Il a dit* :

L'un des deux hommes va ensuite du côté où le nivellement doit se poursuivre, et l'autre reste à sa place, la suite des opérations étant comme susdit. On enregistrera séparément montées et descentes, puis, des deux montants obtenus, on retranchera le plus faible du plus élevé ; restera / la différence 202r W

Une fois les deux pièces de bois bien droites, observons la languette de la balance, c'est-à-dire l'aiguille de fer montée au milieu de l'instrument.

Si elle est sur la châsse, elle-même verticale parce que lestée, les emplacements des deux pièces de bois sont à égale distance du centre de la terre. Elles représentent, en effet, deux segments
/ des côtés d'un triangle ayant celui - ci pour sommet et le fil 133v Ḥ
pour base, la languette jouant le double rôle de médiatrice et de hauteur. Dans le cas d'un triangle non isocèle, cette hauteur ne serait pas médiatrice et se rapprocherait de l'un des côtés ; mais ici, le cas diffère et le triangle est isocèle. Retranchons de ses côtés égaux la longueur, égale, des pièces de bois : restent deux différences égales, soit la distance entre chaque emplacement et le centre de la terre; ce que nous voulions démontrer.

Si la languette incline d'un côté, c'est le plus haut. En effet, les deux emplacements ne pouvant être alors de niveau, le triangle n'est pas isocèle, et, la châsse représentant la médiane passant par le centre de la terre, la hauteur ne peut
être médiatrice de la base et se rapproche du côté le plus court. / 201r W
Châsse et hauteur étant issues / du centre, l'angle de la médiane 331 N
(la châsse) et de la demi-base attenante au côté le plus
court, est aigu ; et l'autre, / ouvert sur le côté le plus long, 188v A
est obtus. La médiatrice de / la base (la languette) se situe 98r K
donc nécessairement entre la châsse et le côté le plus long, indiquant le lieu le plus haut.

/ Abaissons alors le fil / petit à petit depuis le sommet de 69r M, 93v Ẓ
la pièce de bois la plus élevée. jusqu'à ce que la languette soit sur la châsse : la hauteur dont on aura abaissé le fil est nécessairement égale à celle de l'emplacement de cette pièce de bois par rapport à l'autre. Graduons les deux pièces de bois suivant une même unité de mesure, telle que le doigt ou un équivalent, et nous connaîtrons la hauteur en fonction de cette unité.

Puis, une fois déterminé le surcroît de hauteur de son emplacement, transportons la première pièce de bois en un troisième lieu, sans déplacer la seconde, et recommençons. Si le deuxième emplacement s'avère à son tour plus élevé, la somme des deux hauteurs nous donnera celle du premier lieu par rapport au troisième. S'il s'avère plus bas, on comparera les deux hauteurs mesurées: si la première l'emporte, le premier lieu est plus haut que le troisième ; si c'est la deuxième c'est

– Je dis :

C'est un tube de roseau , ou un corps auquel on a donné une forme semblable , c'est-à-dire ce qui , d'un cylindre de révolution plus large , dépasse d'un autre plus étroit, les circonférences de leurs bases ayant même centre , et leurs génératrices même longueur . / Au milieu du tube , il y a un petit trou 93r Z pouvant laisser passer l'eau goutte à goutte . Tel est l'instrument utilisé ; quant à l'opération elle-même , nous allons la décrire.

– Il a dit :

Pour niveler , passe un fil de quinze coudées dans l'un de ces instruments , au choix , de façon que les deux moitiés du fil sortent [également] de chaque côté.

– Je dis :

L'auteur veut dire que l'instrument doit être au milieu du fil.

– Il a dit :

Les deux extrémités / du fil reposent sur deux pièces de 88v Q bois parfaitement dressées , longues de cinq empans et tenues par deux hommes, chacun d'un côté.

– Je dis :

Il veut dire qu'ils sont respectivement du côté des points de départ et d'arrivée de l'eau.

– Il a dit :

Ils sont distants de la longueur du fil.

– Je dis :

A partir de là et avant de revenir au traité , expliquons en détail ce qu'il dit de l'usage / des trois instruments . Il 330 N reste, en effet, / trop succinct. 86v D

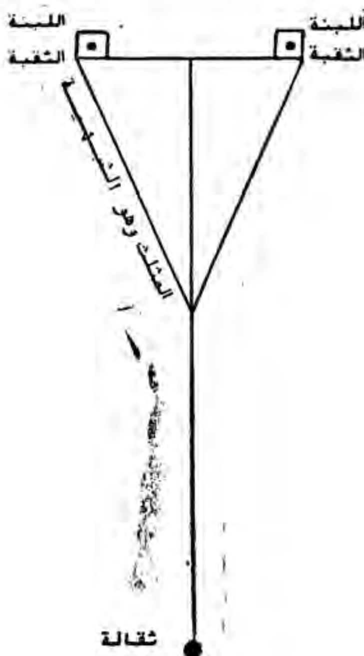
Pour utiliser / le premier instrument , appellé " le bien 188r A connu " dans ce qui suit, nous y passerons / le fil , de façon que 200v W l'instrument soit en son milieu . Nous commanderons ensuite aux deux hommes de tenir les extrémités du fil au sommet des deux pièces de bois verticales de cinq empans , et de suspendre un poids à ce sommet , pour juger de leur inclinaison . Le poids , en effet , se porte naturellement vers le centre de la terre , selon une droite perpendiculaire au plan de l'horizon , tendant dans la même direction le fil qui le retient . Si donc le fil suit la pièce de bois, elle est verticale; sinon, elle penche.

– Il a dit :

On peut aussi façonner une plaque de cuivre triangulaire , avec deux oreilles aux extrémités de la base, / semblables à 200^r W
celles de / l'alidade d'un astrolabe . Un fil fin est suspendu à 187^v A
un trou percé , au pied de la hauteur au milieu de la base , un plomb attaché à son extrémité.

– Je dis :

Par " au pied de la hauteur " , l'auteur veut dire le milieu de la base , et par " triangle ", / un triangle parfaitement iso- 97^v K
cèle (sinon, les mesures seront mauvaises). Voici le dessin:



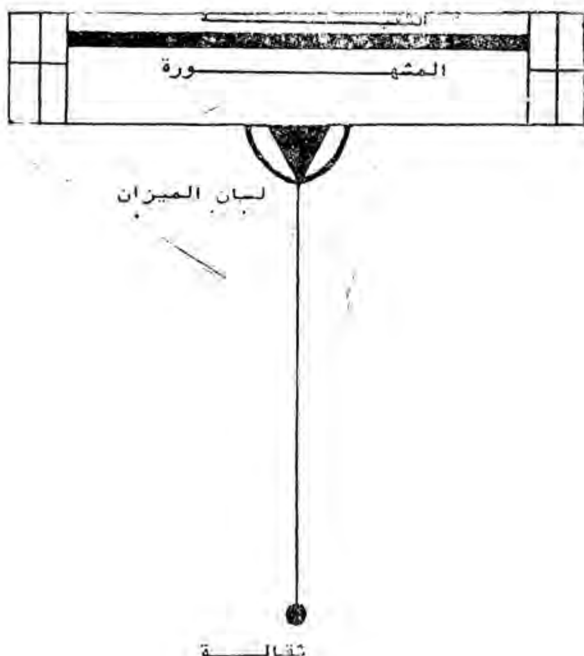
/*– Il a dit :* 329 N

Quant au tube, / il est bien connu. 133^r Ḥ

la longueur. Au milieu de la pièce de bois, tu monteras ensuite une aiguille de fer verticale, avec une châsse, comme pour les balances. Tu lesteras l'anneau de la châsse d'un peu de plomb.

– *Je dis* :

Cette pièce de bois est un cylindre de base rectangulaire d'un doigt sur deux, dont il convient de couper la surface (la base) en deux : longitudinalement par une ligne joignant les milieux des petits côtés; transversalement par une autre, joignant ceux des grands côtés. Circulaire, le trou est centré à l'intersection de ces deux lignes. Il sera mieux que son centre soit déporté vers l'un des petits côtés, à condition toutefois de la laisser sur la ligne longitudinale, et de monter l'aiguille verticale, située au milieu de la pièce de bois, à l'opposé du côté où le trou est déporté; comme sur ce dessin:



– *Il a dit* < Al- Baghdādī > : CHAPITRE

Le pesage de la terre

Je dis < Al-Fārisī > :

Le terme " pesage " ne désigne pas ici l'opération dont
nous avons parlé au sujet des métaux , mais , comme l'auteur
nous le signale plus loin , [la mesure] de la différence d'altitude
entre deux points de la surface du sol . On n'en a besoin que
pour / creuser , d'un lieu à un autre , un canal ou un *qanât* . 88r Q

En effet , l'eau est un corps liquide et pesant qui , laissé
à lui - même en un point , ne peut que descendre vers le centre
de la terre , sa nature lui interdisant de monter . Obéissant à
celle-ci , / l'eau s'écoulera donc aisément sur toute surface aux 92v Ẓ
parties successives de plus en plus proches du centre . Si la
distance à celui-ci reste constante , l'amenée d'eau est difficile ,
car , rien ne l'incitant à se porter en avant , il faut alors que
quelque chose la pousse . Si la distance au centre croît , nous
voilà dans le cas inverse du premier , / et l'amenée d'eau est 86r D
impossible .

D'où cette nécessité de connaître la différence de hauteur
entre points d'arrivée et de départ de l'eau . Si celui - là est plus
bas , l'amenée d'eau sera aisée , même s'il faut fendre le rocher,
percer les collines , égaliser / les ravins / (la nature du terrain ne 328N, 132vḤ
constitue pas alors / un obstacle) . S'il en est autrement, elle 187r A
sera / difficile, ou impossible . 199v W

– *Il a dit* :

Pour creuser un canal ou un *qanât*, et mesurer la différence de hauteur entre deux lieux , tu as le choix entre plusieurs procédés.

– *Je dis* :

Chaque procédé consiste à utiliser l'un des instruments appropriés . A vrai dire , comme il y a plusieurs instruments , il y a aussi plusieurs procédés. L'auteur fait état de trois instruments, comme nous allons le voir en détail.

– *Il a dit* :

Pour l'un d'eux , tu tailleras une pièce de bois d'une coudée
de long , sur environ deux doigts de largeur et un d'épaisseur , / 68v M
parfaitement dressée . Tu y perceras un trou / dans le sens de 26v F

Le livre d'Al-Fārisī est particulièrement important pour l'histoire des mathématiques, il nous donne une idée très précise de l'état des mathématiques au 13e siècle .

L'ouvrage comporte une introduction et cinq traités sur : l'arithmétique; les transactions et les règles des ventes; la géométrie; et les deux derniers sont sur l'algèbre.

En outre on trouve, dans le traité de géometrie, deux chapitres particuliers l'un sur les poids spécifiques des substances minérales et l'autre sur le nivellement de la terre.

Al- Fārisī écrit son ouvrage, plutôt son encyclopédie, avec grand exactitude et beaucoup de clarté, il démontre, détaille, éclaircit, analyse, développe et explique les problèmes et les formules mathématiques; il donne des exemples numériques, et ajoute des études importantes, puis il contredit quelquefois Al-Baghdādī et corrige ses fautes.

Al-Fārisī cite fidèlement l'original et fait suivre immédiatement chaque citation d'un commentaire mathématique ou linguistique.

3 – *Les manuscrits utilisés* :

Nous avons édité le texte en utilisant les manuscrits suivants:

A. Le commentaire : *Āsās Al-Qawāᶜid fī Uṣūl Al-Fawā'id*

1 – 'Aḥmad III, N° 3132, Istanbul-Turquie, désigné par: A

2 – 'Aḥmad III, N° 3140, Istanbul– Turquie, désigné par: Ḥ

3 – 'Aḥmad III, N°3155, Istanbul–Turquie, désigné par: M

4 – Malli, N° 1307, Téhéran- Iran, désigné par: N

5 – Al-Wazīr Šahīd ᶜAlī Bāšā, N° 1972, Istanbul-Turquie, désigné par: W

6 – Ẓāhirīya, N° 7542, Damas, Syrie, désigné par: Ẓ

7 – Khuda Bakhch de Patna, N° 2012, Inde, désigné par: KH

8 – Astān Quds Raḍwy, N° 5641, Mashad, Iran, désigné par : D

9 – Astān Quds Raḍwy, N° 5578, Mashad, Iran, désigné par : Q

10 – Köprülü, N° 941,1 Istanbul, Turquie, désigné par : K

B. Le texte commenté

– British Library, OR 5615, désigné par : F

4 – Traduction du chapitre de " Le pesage de la terre ".

On trouve le texte arabe dans la partie arabe de ce volume du : *Journal for the History of Arabic Science* .

1 – *Résumé de la biographie de Kamāl Al-Dīn al-Fārisī*

Al - Fārisī[1] est né en Iran, mais on ne sait pas dans quelle ville. Il a beaucoup voyagé en cherchant le savoir auprès des grands savants, dit-il dans les introductions de ses ouvrages. A' la fin de ses voyages, il a rencontré Ibn Al-Khawām Al-Baghdādī (né en 643H/1245 ap. J. C.) à Ispahan, chez qui il a fait son éducation mathématique .

En 700 H, il a voyagé à Tabriz où il s'est affilié au cercle d'Al-Shīrāzī (634 – 710 H / 1236 – 1311 ap. J. C.) (élève d'al-Ṭūsī 597 – 672 H/1201 – 74 ap. J. C.). Al-Fārisī est devenu le brillant élève d'Al-Shīrāzī et ce dernier, dans son ouvrage *Faᶜalt Falā Talm* : فعلت فلا تلم l'a surnommé " le fils le plus cher , le meilleur imam , le plus savant , un modèle pour les gens intelligents, le roi des savants, et un religieux exemplaire Hasan Ibn ᶜAlī Al-Fārisī ... "

D'autre part, on peut dire qu' Al-Fārisī a occupé une place importante dans sa société , en citant la parole de son professeur Al -Shīrāzī qui est le plus grand savant de son temps .

Al-Ḥasan ibn ᶜAlī ibn Al-Ḥasan Al-Fārisī, Kamāl Al-Dīn est mort le vendredi 19–Dju-l-kaᶜde 718H / 12 Janvier 1319 ap. J. C. à *Tabriz*, et il vécut /53/ ans, par conséquent il naquit en 665 H/1266 – 1267 ap. J. C.

Kamāl Al-Dīn compose plusieurs ouvrages en mathématiques et en optique.

Les livres les plus importants sont:

- Āsās al-Qawāᶜid fī Uṣūl al-Fawā'id.
  Les fondements des règles concernant les principes des acquis.

- Taḏkirat al-'Aḥbāb fī Bayān al-Taḥāb.
  Mémoire des amis pour montrer l'amiabilité.

- Tanqīḥ al-Manāzir li-dhawī Al-Abṣār wa Al-Baṣā'ir.
  Revision du livre des Aspects.

- Kitāb Al-Baṣā'ir fī ᶜIlm Al-Manāzir.
  Livre des Aspects en optique.

2 – Présentation du manuscrit : *Āsās Al-Qawāᶜid fi Uṣūl Al-Fawā'id*

L'ouvrage : *Āsās Al-Qawāᶜid fi Uṣūl Al-Fawā'id* est un commentaire du livre de : *Al-Fawā'id Al-Bahā'iyya fi Al-Qawāᶜid Al-Ḥisabiyā*

(1) MAWALDI Moustafa, *L'Algèbre de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī* , Édition critique, Analyse mathématique et Étude historique en 3 Tomes , Thèse (Université de la Sorbonne Nouvelle), 1989, p. 20 .

Le Pesage de la Terre chez Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī

M. MAWALDI* & P. LANDRY**

Les savants arabes s'intéressent au sujet de " Le pesage de la terre " comme Al - Karajī (Mort au début du 5ème H – 11ème ap. J. C.) dans ses ouvrages = *L'Exploitation des Eaux Souterraines* et *Le Livre Suffisant sur la Science de l'Arithmétique*; Al - Khāzinī (fl. en 12ème ap. J. C.) dans son livre : *La palance de la Sagesse*; Ibn Al-Khawām Al-Baghdādī (né en 643H/ 1245 ap. J. C.) dans son ouvrage : *Les Acquis Eclatants concernant les Règles de l'Arithmétique*; et Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī (1266 / 1267 – 1319 ap. J. C.) dans son manuscrit : *Les Fondements des Règles cancernant les Principes des Acquis* : On ajoute le chapitre " Le pesage de la terre" habituellement aux livres hydrauliques, mathématiques générales, et les mathématiques à l'usage des agents du fisc , comme[1] : *Kitāb al - Ḥāwī li'l-a^cmāl as-sulṭāniya wa rusūm al-ḥisāb ad-dīwāniya*, Paris, Bibl. Nat. ms. arabe nº 2462 .

Le chapitre de " Le pesage de la terre" comporte en général la description des instruments par lesquels on mesure la différence d'altitude entre deux points de la surface du sol, et le fonctionnement des instruments pour creuser, d'un lieu à un autre, un canal ou un *qanāl*. On n'aborde pas le sujet au point de vue historique , mais on veut publier principalement le texte édité du chapitre " Le pesage de la terre" du manuscrit: *Āsās al Qawā^cid fī Uṣūl al -Fawā'id* – Les Fondements des Règles concernant les Principes des Acquis- , de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī, avec la traduction de ce chapitre en français .

Le traité comporte les points suivants:

1 – Résumé de la biographie de Kamāl Al-Dīn Al-Fārisī.
2 – Présentation du manuscrit: *Āsās Al-Qawā^cid fī Uṣūl Al-Fawā'id* .
3 – Mentionner les manuscrits utilisés en faisant l'édition.
4 – Traduction du chapitre de " Le pesage de la terre ".

Nous allons développer les points précédents.

* Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, SYRIA.
** 187 Boulevard de la Republique, 92210 SAINT CLOUD, FRANCE .

(1) CAHEN claude, " Le Service de l'Irrigation en Iraq au Début du XIe Siècle", *Bulletin d'Études Orientales*, Tome XIII, Années 1949 – 1950, Institut Français de Damas, Damas, 1951, pp. 117 – 143.

References

1. – *Haddad*, Farid Sami : Ibn Zuhr (Avenzoar) (1091 – 1162). *Acta Belg Hist Med* 1991 IV (3) 135 – 46 .

2. – *Ibn Zuhr*: *al-Taysīr fi'l Mudâwât wa'l Tadbīr* [Simplified therapy] ed by Michel al-Khouri, Damascus, *dār al-fikr*, 1983 .

3. – *Haddad*, Farid Sami: Abulcasis *Ann Rep Orient Hospital* 1961 14 73 .

4. – *Haddad*, Farid Sami: abu Al–qāsim al–Zahrāwi in *dā'irat al–ma'ārif*. Beirut: Catholic Press 1964 5 54 – 7.

5. – *Haddad*, Farid Sami: Al - Zahrāwi, jarrāḥ al -ᶜArab al-akbar (936 ? – 1013) *Leb Med J* 1966 19 29 – 38 & majallat al-ᶜUluwm 1967 12 (2) 29 – 33.

6. – *Haddad*, Farid Sami: Al-Zahrāwi, jarrāḥ al-ᶜArab al - akbar (936? – 1013) *al-Mithāq* 1968 5 (2) 297 – 302.

7. – *Haddad*, Farid Sami: Abulcasis. *Abbottempo* 1968 3 22 – 5.

8. – *Haddad*, Farid Sami : Zahrāwi (930 – 1013) , the great Arab surgeon *XXI Congr* [illegible]*tor Med Siena* 1968 09 22 – 28. 1970 1600 – 7 .

9. – *Haddad*, Farid Sami: *al-Zahrāwi*, jarrāḥ al-'Arab al-akbar (936? – 1013) *majallat al - Ṭibb al-ᶜArabiyyah* 1982 1 (4) 94 – 6.

10. – *Haddad*, Farid Sami: *al-Zahrāwi*, jarrāḥ al-ᶜArab al-Almaᶜ (936?–1013) *al-qāfilah* 1984 – 5 33 (4) 44 – 7 .

11. – *Haddad*, Farid Sami: Chap. 13 pp. 89 – 95 in *Mukhtārāt min Tārīkh al-Ṭibb* by Burhān al-ᶜAbid. Damascus: al-Dāwudi Press 1986 – 7.

Additional references

a. – *Hamarneh*: *fihras dār al-kutub al - Ẓāhiriyyah bi-Dimashq*, 1969 pp. 174 – 5.

b. – *Hamarneh*: *Catalogue of Arabic manuscripts on Medicine and Pharmacy at the British Library*. 1975 pp. 131 – 74.

c. – al-Ṭabīb al-ᶜArabī ibn al-ᶜAynzurbī . *Abḥāth al-Nadwah al -ᶜAlamiyyah al-'Ulah li-Tārīkh al-ᶜUlūm ᶜinda'l Arab*, 1977 p. 668 and English Proceedings, IHAS Vol. 2 p. 320.

d. – *Tārīkh Turāth al-ᶜUlūm al-Ṭibbiyyah ᶜinda'l Arab* (Yarmuk Univ., 1986 pp. 371 – 3.

e. – ᶜĀ'ilat bani Zuhr al-Andalusiyyah wa Āthār ᶜUlamā'iha al-Aṭibbā'. *Majallat al-Yarmuk*. 1991 vol. 1 N 32 pp. 26 – 9.

برحمة الله ، وكان بعيداً من مهنة(٦٣٨) الأعمال . وأما أنا فإنّ في نفسي مرضاً من أمراض النفوس من حب أعمال الصيد لانيين ونجربة الأدوية والتلطّف في سلب بعض قوى الأدوية وتركيبها في غيرها ، وتمييز الجواهر وتفصيلها ومحاولة ذلك باليد . وما زلت مغرماً بذلك مبتلىً بحبه ، فسلكت هذا المنهاج شهوة فيه وإن كان على ماهو عليه من الامتهان . غير أني ألتذّ بعمله(٦٣٩) كما يلتذّ غيري بالفلاحة وبالقَنْص . وإنما ذكرت من أعمال اليد ماذكرت لأنه إذا اضطُرّ الطبيب في نفسه أو فيمن يحضره ممن يغتنم الأجر فيه لابدّ (له)(٦٤٠) أن يعمل مايحسن عمله ممّا خفّ، وأما مايكون من الأعمال المستقذرة القبيحة ، كالشق على الحصى(٦٤١) ، فإنّ الحر لا يرضى لنفسه يعمل ذلك ولا بمشاهدته ، وما أظن أن الشريعة تبيحه إذ فيه كشف العورة وكشفها حرام.

13. – ibn Zuhr liked surgery from *al-Taysir* page 320.

Ibn Zuhr has expounded his views on the relative value of theory and experience; he definitely favors observation and the experimental approach over theoretical considerations which he calls "safsaṭah" Talk is composed of truth and falsehood and some arguments are proof, others persuasions, others sophistry and still others imaginary . Proof is a just balance in arguments ... When one is versed in logic especially if one is a physician, only then can one distinguish between truth and falsehood; ... experimentation alone can establish truths and demolish falsehoods" (pp. 326 – 7).

وكذلك كل ما ذكرته في كتابي هذا وأثبته لا شك أنه سيروم من يتعسف تزييفه بالكلام وأنا احاكمهم ، كنت حيا أو ميتا ، إلى التجربة فإنّ الكلام يدخله الصدق والكذب ، والحُجج منها ماهو برهان ومنها ماهو إقناع ومنها ماهو سفسطة ومنها ماهو تخيل(٦٨٨) . والبرهان هو ميزان حق في الحجج ، لكن كثيراً ما تدخل فيه أقوال (إما جدلية إقناعية وإما سفسطة وإما أقوال تخيلية ، وليس يفرق بين الأقوال)(٦٨٩) إلا البصير بعلم المنطق وخاصة إن كان بصيراً بعلم الطب ، فحينئذ يمكنه أن يميز الحق من الباطل فيما يكون له بالطب معلق . وكثيراً (قد يُمَوِّه)(٦٩٠) عليه من شأنه اللجاجة ، والتجربة وحدها هي التي تثبت الحقائق وتذهب البواطل .

14. – Experimentation vs sophistry from *al-Taysīr* page 326.

Acknowledgement
This is to acknowledge my indebtedness to Norman Brown for the figures.

4. – *Urethrolithotripsy for urethral stones* – He is a pioneer in the description of the use of a diamond tip for breaking stones in the urethra " A very fine sound with a small diamond on its tip is introduced until it reaches the stone which is fragmented by the contact" (p. 297); this is a precursor of modern day lithotripsy .

ذِكْرُ مَايَعْرِضُ فِي القَضِيْبِ(٤٥١)

والقضيب يصيبه في المجرى السّدة ؛ إما لحصاة وإما لقيح غليظ أو لدم عبيط . فما كان عن حصاة فإن القثاطير(٤٥٢) نافعة في ذلك ، وإنّ دُسّ إلى الحصاة ميل رقيق في غاية الرقة في طرفه حجر صغير من حجارة الماس فإنها عندما يمسُّ فيها تفتّت الحصاة . وللدُّهن الشّامي اختصاص في تفتيتها وكذلك لدهن

12. – Diamond tip for lithotripsy from *al-Taysir* page 297.

5. – *Hysterectomy for uterine lesions* – This is the surgical removal of the uterus, which is among his innovations in the surgical field (pp. 149 – 50 & 299) .

6. – *Drainage of abscesses* – A special section is devoted to the discussion of abscesses, ulcers (including the rodent ulcer), skin inflammations in their various types such as erysipelas, anthrax etc and pruritus and their different treatments including poultices that help ripen an abscess (pp. 327 – 37).

The name given by ibn Zuhr to surgery is : "a'māl al-yad" [hand work] and he calls the surgeon: "*Ṣāni*ᶜ *al-yad*" (manual artist) an obvious translation from the Greek, originally made by Isḥāq ibn Hunayn and also used by al-Zahrāwī . It seems that the word " jirāḥah " was first used by al'Aynzurbī [c].

Unlike his father who believed that surgical operations should be left to the assistants , ibn Zuhr liked surgery and liked to perform surgical operations " As for me, I had a psychological affection , I liked hunting and the experimentation with medications... all this manually; I was so infatuated with this that I considered it an affliction which led me into this path by a strong desire, although it was somewhat demeaning, however I thoroughly enjoyed these exercises, just as someone else might enjoy gardening or falconry. I mentioned some surgical procedures because the physician might be obliged to perform whatever he can of simple surgical procedures " (p. 320) . He actually started to perform experimental surgical operations on animals when he was still a young lad; he had then the occasion to study the healing power of the trachea by performing a tracheostomy on a goat and subsequently observing how the tracheal wound healed (pp. 149 – 50) .

8. – *Manual reduction of dislocations* (pp. 318 – 9).

C. – In the third category, he describes surgical operations for the treatment of a variety of diseases; this category includes :

1. – *Ophthalmic operations for the treatment of meibomian cysts, trichiasis, cataract and foreign bodies in the eye* – In this relatively long section (30 pages: from p. 47 to p. 76), ibn Zuhr also discusses anatomy of the eye, lice of the eyelashes, strabismus, inflammations (dacryocystitis) ulcers, pupillary lesions, and optic atrophy.

2. – *Tracheostomy for the relief of laryngeal obstruction, as from laryngismus stridulus* – He had experimented with tracheostomy on goats " When I was a student,... I would incise the trachea of a goat after having incised the skin and the subcutaneous fascia, then I would remove a piece of trachea smaller than a lupine seed then I would irrigate the wound with water and honey... " (pp. 149 – 50).

كنت في وقت طلبي إذ قرأت هذه الأقوال ، شققت قصبة (رئـــة)(٢٠) عنز(٢١) بعد أن قطعت الجلد والغشاء تحته وقطعت من جوهر القصبة قطعاً باتاً(٢٢) دون قدر التُّرمُسَة، ثم التزمت(٢٣) غسل الجرح بالماء والعسل حتى التأم ، وأفاق(٢٤) إفاقة كلية وعاش مدة طويلة وعندما أخذ الجرح في الانكماش والاندماج ، كان يُذرَّر عليه جوز السرو مسحوقاً منخولاً حتى أفاق، ولكنْ هذا شيءٌ لم يستعمله أحد ممن (لحقناه وممن)(٢٥) لحقه سلفنا فلهذا لم أذكره بدءاً .

10. – Tracheostomy from *al-Taysīr* pages 149 – 50.

3. – *Operations for abdominal and intestinal trauma* – He is one of the first to suggest the use of silk in suturing the traumatized abdominal wall and traumatic lesions of the bowel as well as bowel resection when a segment of bowel is not viable (p. 198).

ذِكرُ جراحاتِ البَطْن(٣٤٢)

ويعرض في البطن الجرح إما بحديدة (حديدة)(٣٤٣) (أو بخشبة حديدة)(٣٤٤) تشق جلدة البطن والمراقَّ معاً فيبرز الثَّربُ(٣٤٥) وعن بروزه يجب أن يصرفه صانع اليد . وإن أصابه تراب أو غبار أو نشارة خشب فيجب أن يغسل ذلك عنه بماء فاتر ثم يصرفه برفق ، فإن تمزق منه جزء أو اسودَّ فالحزم أن يقطع عنه ماتمزق وفسد ثم يصرفه إلى البطن ويخيط عليه (بخيط حرير)(٣٤٦) إبريسم . وصانع اليد(٣٤٧) كفيل بعمل ذلك ، وإنما (أعرفه(٣٤٨) علماً لا عملاً ، ويضع على الخياطة ما يعين على الالتحام . ومع ذلك فيجب بسبب(٣٤٩) الجرح أن

11. – The use of silk suture for wounds of the abdomen and bowel resection from *al-Taysīr* page 198.

قد اكتسب قوة من (قوى الأدوية)(٥٢٣) المجففة التي شأنها أن تنبت اللحم ، وفي العسل نفسه من القوة المنبتة للحم حظّ ليس باليسير .

7. – Vaginal douching from *al-Taysīr* page 306.

5. – *Cotton in the reduction of uterine prolapse* – The cotton is immersed in a warm solution of oil of roses and oil of lilies (p. 309) .

وأما إن كانت الرحم بالهواء قد تغيّرت بعض التغيّر فيجب أن تحمل عليها وهي من خارج قطناً كثيراً مغموساً في زيت ورد ودهن سوسن بشطرين بعد تدفئتهما حتى عادا كاللبن(٥٤٨) حين يحلب ، يتردد(٥٤٩) القطن بذلك متى رفع(٥٥٠) واحـد وضع آخر هكذا حتى يذهب ماقد حدث ولحج في العضو ، فعند ذلك يرام إعادتها إلى موضعها وتعالج بما ذكرته من العلاج دون إغفال شيء منه . وذكر الأطباء أنه قد تتعفن معاليق الرحم فتسقط وتبقى المرأة حية لايضرّها ذلك (في معاشها .

8. – Cotton in the reduction of uterine prolapse from *al-Taysīr* page 310.

6. – *Manual reduction of fractures* - He gives a perfect description for the reduction of fractures on a flat surface with the use of both hands , first separating the broken fragments, then reducing the fracture very carefully letting the muscles bring the fragments together and then immobilizing the fracture in a special splint made of bamboo sticks after covering the skin with a layer of oil; the bamboo sticks are fashioned into a splint and secured with a bandage which ought to be moderately tight, not too tight nor too loose; the splint should be frequently replaced and the area inspected; he also mentions the necessity of having an experienced assistant or several assistants for difficult fractures; he dœs not omit dietary suggestions (pp. 314 – 8).

7. – *Cotton in the stabilization of fractures of the nose* – He uses a cotton mold inside the nasal cavity and an external splint . He changes the mold frequently and irrigates the nose with water and honey to remove the secretions (pp. 317 – 8) .

وأما إن كان التكسّر في الأنف فلا بد (لك)(٦١٦) إن كان قد آرتص كله من قالب تدسه فيه مما له منفعة(٦١٧)، ويكون ذلك من قطن مفتول . ولا بد لك من خارج مما يمسكه ، فليتّخذ من الصموغ على خرقة متينة مطويّة على طاقات ملزوقة طاقة إلى طاقة حتى يكون لها غلظ ، فتضع بعضها على الأنف من فوق الكسر بكثير ومن تحته بكثير ، بعضها من الجانب الأيمن وبعضها من الجانب الأيسر كذلك ، وتلزقها(٦١٨) على الأنف وتتفقدها بعينيك من خارج . فإن أمدّ

9. – Cotton mold in nasal fractures from *al-Taysīr* page 317 .

يُدسّ هكذا حتى تعهد(٦٠) الأعضاء ذلك ولا تنفُر منه ، فيُصبّ في الطرف الواسع الذي (يلي)(٦١) الرجل المحاول لبنٌ حليب أو حَسْوٌ ليصل إلى المعدة فيغتذي به ريثما يعالج السبب الممرض فترتفع الشكوى . غير أن هذه يتوقع منها أن تـُخلّ

5. – Feeding tube from *al-Taysīr* pages 154 – 5.

2. – *Nutrient enema using the bladder of a goat as an enema container*- A silver tube is attached to its mouth and the tip of the silver tube is introduced into the rectum ; the contents of the container whether milk or soup are thus introduced into the rectum ; some of this liquid is absorbed in the gut which thus obtains some nutrition (p. 155) .

زعم)(٦٣) شيء تغتذي الأعضاء به ، وهذا وجه ضعيف . والسبيل (القاصد)(٦٤) الذي يقع الاغتذاء به بلا شك ولا مرية أن يوضع لبن أو حسو في مثانة عَنْزٍ أو غيره ، ويُربَط في فمها أنبوب فضة(٦٥) ويدسّ طرف الأنبوب في المَقْعَدَة ويُشدّ على المثانة ، فيندفع مافيها إلى المِعَى (المُسمَّى)(٦٦) المستقيم ، فينال المِعَى من ذلك بعض الاغتذاء ويمتصه عنه ، ويختطفه منه المعى الذي فوقه فينال منه بعض

6. – Nutrient enema from *al-Taysīr* page 155.

3. – *Manual reduction of hernias and the use of hernial trusses* - In his discussion of hernia, he mentions that it could be caused by trauma (direct trauma or following a jump on a full stomach) or by chronic cough. He recommends the avoidance of coughing, sneezing and raising the voice; the hernia should be reduced and a truss should cover the hernial orifice (p. 196).

4. – *Syringes for irrigation in various gynecological diseases* – He mentions irrigation of the vagina at least four times (pp. 301 – 7); he uses a solution of ambergris (p. 301), or liniment of bitter almonds in oxymel syrup for sterility (p. 303); for uterine tumefactions, he recommends irrigation with oil of roses (p. 306) and if the tumefaction becomes purulent, he then recommends irrigation with a watery solution of honey , honey alone or a concoction of powdered barley, vetch, cypress cones, frankincense and honey (pp. 306–7); for painful cancerous growths oil of roses and / or cream of egg albumen are recommended (p. 307).

القِثّاء . وآحقِن المرأة بزيت الورد الذي أسمّيه زيت ورد ، فإن ارتفــع ذلك فأمر جليل قد أتيته ، وإن آل إلى التقيّح فلا بد حينئذ من آستعمال الاحتقان بماء العسل وبالعسل نفسه . فإذا نَقِي العضو من المِدّة فإنك حينئذ لابدّ أن تأمر بحَقْنه بعسل

أن تكون لابُرء لها وإنما تعرض لمن أسنّ . وأكثر ماتكون إذا تعرّض للإنسان أنكاد
وكان يكثر الفكرة وتتوالى عليه الهموم . كالذي أصاب أبي رحمه الله عندما ناله من
عليّ بن يوسف (ماناله)(٨٢) ، فإنه احترقت(٨٣) أخلاطه فأصابته نُغْلَة في الجانب
الأيسر وامتدت طولاً نحو الشبر . ثم عاد الموضع لا يُحس . وكان المتولّي لعلاجه
يقطع أجواف النُغْلَة فلا يُحس بذلك . ولم يزل الأمر كذلك حتى وصل بالاتصال
مضارّ ذلك إلى قلبه ، فعرضه سوء تنفس نحو يومين ومات رحمه الله .

4. – Al-nughlah from *al-Taysir* page 382.

10. – *Hemorrhoids* – Ibn Zuhr treats hemorrhoids with a concoction of basil, pomegranate, iron dust, vinegar, sugar and honey, and sometimes glycyrrhiza (licorice) is added (pp 460 – 1).

11. – *Dental pathology*- The section on Dentistry includes loose teeth and caries. Ibn Zuhr recommends the use of root of asparagus (blackberry or birdwind) water or dilute tar as a mouth wash and powdered carnelian for the arrest of caries especially in their early stages (pp 44 – 5).

B. – In the second category, surgical diseases are treated by special instruments, supplies (syringes, cotton etc) or by manipulation; these include:

1. – *Tubes for feeding the patient whose deglutition (swallowing mechanism) is paralyzed* – Ibn Zuhr writes that sometimes the mechanism of deglutition becomes paralyzed either gradually or acutely; this is often a neural affection which first manifests itself by a difficulty in swallowing which gradually worsens until the patient is no longer able to swallow; at first, there might be mild pain, soon, however, the pain abates, but the patient remains without food and without medication, his force diminishes, cachexia sets in and a new strategy becomes necessary; this consists in the introduction of a tube either made of silver or a malleable metal; its proximal end should be wide like a funnel. Ibn Zuhr then describes how the tube is introduced until it reaches the stomach and then milk and soup can be poured in (pp 154 – 5).

أغذيته بسبيل(٥٨) آخر . والسبيل في ذلك إما أن يُتلطّف فيُدخل في حلقه رويداً
رويداً أنبوبٌ إما من فضة وإما من قصدير مشدود ، ويكون آخر الأنبوب واسعاً
جداً مما يلي المُحاول لذلك بيديه . ولأول مايرام إدخال الأنبوب تتهوع معدته
طبعاً ، فلذلك يجب أن يُدس منه شيء ثم يُخرج (قدر مايسكُن ذلك)(٥٩) ، ثم

in 1743 as " induration plastique des corps caverneux " ; however, we have now evidence that ibn Zuhr described it around 1143 i.e. 600 years before " de La Peyronie" ! It should be, henceforth, called " ibn Zuhr's disease" or " Avenzoar's disease".

تقوس)(٤٦٤) (لتورّم يكون)(٤٦٥) في وتَرَاته أو لإفراط جفوف يصيبها . أمّا
انقطاع الشكال فأمْرٌ ممتنع العلاج لنزارة قدره وربما برىء . وأمّا مايكون عن تقوُّس
يعرض فيه فالتقوس إمّا أن يكون عن إفراط جفوف ، وإمّا أن يكون عن تورُّم .
فما كان عن جفوف فيكاد أن يكون البرء ممتنعا ، لكن مع ذلك آمر بأنْ يدهن بدهن
اللوز مضروبا بالماء الفاتر كل يوم مراراً كثيرة حتّى لا يخلو عن رطوبة الدهن والماء .
وأمّا ماكان من تورم متحجر فيما هنالك فإنّ دهن الشبّثِ وشحم البُرَك ودهن السوسن
ومُخ ساق الإيَّل أجزاء متساوية ، إذا دهن بمجموعها(٤٦٦) كل يوم مراراً ظهر
الانتفاع به . وقد ذكرت أمراض القضيب ، فأنا آخذ في ذكر الأرحام والفروج .

3. – de La Peyronie's disease from *al-Taysīr* page 299.

7. – *Gynecological diseases* – In this section, ibn Zuhr discusses the physiology of the uterus and its function during labor; then he discusses, at great length, the subject of female sterility and its treatment with medicines, diet and vaginal douching; he then treats the subject of uterine tumors, uterine gangrene, prolapse and amenorrhea. For excessive uterine bleeding, also called menometrorrhagia, he advises to add to the regular diet Palestinian melon (p. 311). He then discusses the pathology of the vulva and of the vagina including congenital anomalies and inflammations (pp. 299 – 314) .

8. – *Varicose veins* – For varicose veins, syrup of camomille (flowers or blossoms), melon seeds and honey are recommended (p. 370).

9. – *al-Nughlah* – Another surgical disease described for the first time by ibn Zuhr is "al-Nughlah" which has been previously thought to be mediastinitis. Here is what ibn Zuhr wrote about it : " ... stress is a big factor in the etiology of al-Nughlah as happened to my father when he suffered at the hands of ᶜAli ibn Yusuf, he developed al-Nughlah on the left side where it spread vertically about a hand span; the area became insensitive, his treating physician was able to carve it out without my father feeling that; it continued to spread until it reached the heart; his respiration became labored and he died within two days" (p. 382). This seems to be an acute gangrene or fasciitis of the chest wall rather than mediastinitis !

on animals trying new surgical operations. By his own admission, he was keenly interested in surgery. One cannot fail but get the impression that he also was a master of surgical management. His surgical horizon extended far and wide, from the nose to the lower extremities passing by the pharynx, vagina, urethra, anus... The surgical diseases discussed by ibn Zuhr can be divided into three categories depending on how he advocated their treatment. Diseases in the first category were treated medically by drugs and diet; diseases in the second category were treated by instrumental manipulation and diseases in the third category were treated by operative surgery.

A. – The **first** category of surgical diseases which were treated by drugs and diet, includes:

1. – *Swelling of the tongue* - Macroglossia, tumors, and neurological affections (both sensory and motor) are included (p. 43).

2. – *Swelling of the uvula* (pp. 44 & 144).

3. – *Intestinal obstruction* - In this section, ibn Zuhr describes infection and gangrene of the bowel and their medical treatment (p. 102).

4. – *Colocutaneous fistula* -He observed a case which he describes as follows: " trauma to the abdomen can heal or can be fatal. I have observed a man who defecated from a wound he had previously sustained; he survived for a long time, and was gainfully employed" (p. 199)

وشاهدوه في الناس وفي الحيوانات . وأما أنا فرأيت رجلاً كان يتغوط من جرح كانَ أصابه ، وبقي كذلك مدة طويلة ، وكان يتصرف في طلبه الرزق كثيراً وتمادت حياته ، غير أنها كانت حياة سوء . وقد أتيت على (ذكر)(٣٥٦) هذه الأعضاء ، فأنا آخذ في ذكر المعدة(٣٥٧) إن شاء الله .

2. – Colocutaneous fistula from *al-Taysīr* page 199.

5. – *Sterility* - He distinguishes between congenital and acquired sterility; he mentions the fact that, at first, he was himself sterile but later, after he suffered from a severe fever, he begot several children (pp. 282 – 4) .

6. – *A sclerosing lesion of the penis* - He describes, for the first time, a sclerosing lesion of the penis: " Curvature of the penis may result from an excess of dryness or a tumefaction; the cure of the curvature resulting from excessive dryness is almost impossible , nevertheless , I prescribe the use of almond liniment in warm water many times a day so that the penis is always humid from the ointment and the water" (p. 299) ; today we still use massaging the lesion several times a day, but the disease is called "de La Peyronie's disease" because it has been assumed that it was originally described , for the first time , by François de La Peyronie (1678 – 1747)



المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

كتاب

التيسير في المداواة والتدبير

لأبي مروان عبد الملك بن زهر

١ - ٢

تحقيق

المرحوم الدكتور ميشيل الخوري

عضو مجمع اللغة العربية بدمشق

تقديم

الدكتور محيي الدين صابر

المدير العام للمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

1. – Title page of *al-Taysīr* by ibn Zuhr

But none to abu Al-qāsim Al-zahrāwi [Abulcasis] (936–1013), the greatest Arab surgeon [3 – 11], who lived near Cordoba some 150 years before ibn Zuhr. It is very surprising that ibn Zuhr dœs not quote abu Al-qāsim, dœs not mention him nor dœs he discuss any of his important contributions to surgery. We have not found an explanation to this fact.

Although ibn Zuhr was primarily a physician, a famous clinician, and a great master of medical treatment, he was never known as a surgeon. But from a perusal of his book *al-Taysīr*, one finds that he discusses several interesting surgical diseases and other medical entities which are considered today to be surgical diseases, some of which he describes for the first time; he develops new instrumental therapeutic maneuvers and he experiments

Ibn Zuhr's Contributions to Surgery

FARID SAMI HADDAD

Ibn Zuhr comes from a famous Andalusian family of seven physicians who belonged to six generations. The origin of the bani Zuhr family can be traced back to the Tihāmah region on the Red Sea Coast of the Arabian Peninsula. The banu Zuhr physicians served in Ishbilyah [Sevilla] from about 1005 AD to 1205 AD, a period of 200 years. Abu Marwān ibn Zuhr belongs to the middle generation and is the most famous of the seven [1].

Abu Marwān ibn Zuhr (1091 – 1162 AD) wrote at least six books of which his *al-Taysir* remains the most famous and one of three that were translated into Latin ; it was translated twice, the first time around 1160 AD by John of Capua and the second time about 1280 AD by Patavinus (Paravicious or Paravicinus) a physician of Venice. Between 1490 and 1628, a period of 138 years, it was printed in Latin 11 times and was used as a textbook of medicine in European Universities for a very long time all the way through the 18th century.

Ibn Zuhr's *al - Taysīr* became recently available to the public when the late Dr. Michel al-Khouri edited the original Arabic text and when the *"al-Munaẓamah al-ᶜArabiyah li 'l Tarbiyah wa'l Thaqāfah wa'l ʿUlūm"* [Arab League Educational, Cultural, and Scientific Organization] posthumously published it in 1983 in Damascus [2]. The book is a practical compendium on Medicine as ibn Zuhr exercised it. The book has two parts (232 & 195 pages) and a jāmiᶜ [compendium or antidotarium] [ref a, b, d, e]. The editor has appended indices (69 pages) of medical terms, simple drugs, compound drugs, names, and subjects.

The book is almost unique in that it contains fewer references than most other similar Arabic medical texts :

27 references to Galen
11 to the author's father, abu al-ʿAlā' (d 1131 AD)
10 to Hippocrates
4 to the author's grandfather, abu Marwān (991 – 1077 AD)
1 to Aristotle

* Carl T Hayden Veterans Affairs Medical Center, Phoenix, Arizona, U. S. A.

J. H. A. S. 92 – 93– 1994 : Vol. 10 : pp. 69 – 79 .

وهذه الآفاق هي سموت قطبي أفق بلدين على خطّ الاستواء احداهما على منتهى العمارة في المغرب لاطول لها والأخرى على منتهاها في المشرق طولها قف .

وأمّا القسي فمنها شرقية ومنها غربية . فإن أردت وضعها فاحتل [على] أن تضع احدى رجلي (v 17) الضابط في القطر الذي تحتها والأخرى تمرّ على ثلاث نقط نقطتان منها من أقسام دائرة الحمل بعدهما عن [احدى] نقطتي المشرق والمغرب فيها بعد [واحد] والأخرى ملتقى احدى المدارات مع القطر في تلك الجهة مع الاتّحاد في البعد نسبة وتنتهي الى مدار الحمل في الشمال وان خطّ المشرق أو المغرب أو محيط دائرة الجدي في الجنوب وغايتها ص في كلّ ناحية . فافهم . وهي في الحقيقة مقنطرات لأفق الاستواء [للنقطتين] السابقتين[8] .

ولا بدّ أن تكون القسمة التي اعتبرنا في البعد بين هذه الخطوط متساوية لا باعتبار المدارات والآفاق والقسي . وتكتب أعداد المدارات والآفاق على القطر شمالاً وجنوباً إلى المركز و أعد[ا]د القسي فيما بينهما شمالاً على دائرة الحمل وأجزاء الميل على خطّ المشرق والمغرب .

8. م. السابقين

دائرة ثالثة في الربع بقدر الميل الكلّي داخلها هي مدار رأس السرطان . ثمّ أقسم قوس الميل من دائرة الجنوب أقساماً سداسية أو كيف ما شئت لاستخراج دوائر الميل في ناحية الجنوب . إذا فعلت ذلك فضع حرف المسطرة على نقطة المغرب من الدائرة وعلى قسم من أقسام الميل وعلّم على ملتقاهما من القطر علامة وهكذا إلى انتهاء العلامات . ثم [ضع] احدى رجلي البركار على المركز والأخرى باحدى العلامات التي على القطر وأدر أنصاف الدوائر بقدر العلامات من خطّ المشرق إلى خطّ المغرب في ناحية الجنوب فتحصّل دوائر الميل . ثمّ تقسم دائرة الحمل والميزان بثلاثمائة وستين جزءاً أقساماً سداسية أو كيف ماشئت .

فإذا أردت وضع المدارات فضع حرف المسطرة على قسم من أقسام الربع الجنوبي الشرقي من دائرة الحمل وعلى نقطة المغرب فيها وعلّم على ملتقاهما مع القطر علامة ولا زلت تفعل هكذا إلى تمام أقسام الربع . ثمّ ضع احدى رجلي البركار في المركز والأخرى على احدى العلامات من القطر وأدر دائرة تامّة وهكذا إلى انقضاء العلامات وبه تحصّل المدارات وغايتها 90 وهي في الحقيقة مقنطرات لعرض ضَو حيث يدور الفلك رحوياً ويكون القطب الشمالي في سمت الرأس والجنوبي في سمت الرجل .

وأمّا دوائر الآفاق والقسي فحصّل الصفيحة في لوح العمل تحصيلاً محكماً بحيث لاتتحرّك[1] ويكون سطحها مساوياً لسطح اللوح . ثمّ أخرج قطرها في الجهتين[2] على سطح اللوح إلى أقصى[3] ماترى . فإذا أردت وضع الآفاق الشمالية فاحتلّ على أن تضع احدى رجلي البركار في القطر الجنوبي والأخرى بحيث تمرّ على ثلاث نقط وهي نقطة المشرق ونقطة المغرب من مدار الحمل والميزان ونقطة ملتقى احدى المدارات مع القطر في الشمال . وأدرها قطع دوائر تنتهي إلى محيط دائرة الجنوب في الجهتين أو دوائر تامّة داخلها ما عدا[4] الأولى فإنّها تنطبق على دائرة الحمل والميزان . وأمّا وضع الآفاق الجنوبية فعملها كالشمالية غير أن احدى رجلي الضابط[5] تكون على القطر الشمالي والنقطة الثالثة من النقط تكون على ملتقى احدى المدارات من القطر الجنوبي وهي لا تخرج كلّها من مدار الحمل بل تحصّل داخله[6] ما عدا[7] الأولى فتنطبق عليه

1. م. يتحرّك
2. م. الجيهتين
3. م. أقصا
4. م. عدى
5. م. الدابط
6. م. داخلة
7. م. عدى،

equatorial stereographic projection. In this respect we should remember that the procedure for the transformation of coordinates with this instrument (by a rotation equal to the colatitude of the place), is usually employed when using Ibn Khalaf's and al-Zarqālluh's instruments, but not with astrolabes. But, in the prologue to his treatise on *al-ṣafīḥa al-jāmiʿa*, Ibn Bāṣo feels obliged to state the independence of his plate from al-Zarqālluh's *ṣafīḥa*, possibly because he was aware of the influence exerted by this instrument on his own work. It is quite evident that Ibn Bāṣo made a re-elaboration of the principles that structured the *ṣafīḥa*, giving it a new point of view and, therefore, new possibilities of use. In the following centuries, some astronomers adopted that idea and reelaborated it in different ways. The results were some curious instruments in which polar and equatorial stereographic projections were combined in order to obtain the advantages of both systems. We find this kind of instrument not only in the Islamic world, but also among those made in Europe between the XIV th and the XVIIth centuries.

8. *Arabic Text*

The Arabic text included in this paper consists of an edition of the first chapter of al-Fishtālī's abridgement. Some copyists' errors have been corrected, and the readings of the text are given in the footnotes. Some words have been added between brackets to make the text clearer.

الفصل الأوّل : في كيفية وضع الخطوط والدوائر الّتي فيها

فأقول إذا أردت وضع الصفيحة الجامعة فتخيّر جسداً أملس صلباً مستوياً من نحاس أو غيره وأدر فيه حسب اختيارك دائرة . ثمّ أقم على مركزها قطرين على زوايا قائمة وتجعل على ملتقى أحدهما مع المحيط زيادة تدخل في الكرسي وفيه نقطة الجنوب وفي مقابلتها من المحيط نقطة الشمال والّتي في يمينها منه نقطة المشرق والّتي في يسارها نقطة المغرب . فانقسمت الدائرة بحسب ذلك أرباعاً . ثمّ اقسم الربع الجنوبي الشرقي صَ جزءاً أقساماً سداسية أو كيف ما شئت واحسب من نقطة الجنوب في الربع قدر الميل الكلّي كجَ لَ وعلّم هناك علامة . ثمّ ضع حرف المسطرة على العلامة ونقطة المغرب من المحيط وعلّم على ملتقى حرفها مع قطر الجنوب والشمال [علامة ثانية] . ثمّ (17 r) افتح البركار بعدً[ا] بقد[ر] هذه العلامــة على المركز وأدر عليه دائرة ثانية داخلة هي مدار الحمل والميزان . ثمّ ضع حرف المسطرة على ملتقى نصف القطر الخفيّ ونقطة المغرب من دائرة الحمل والميزان وعلّم على ملتقى حرف المسطرة مع قطر الجنوب والشمال أيضاً علامة . ثمّ ضع احدى رجلي البركار بالمركز والأخرى بالعلامة وأدر

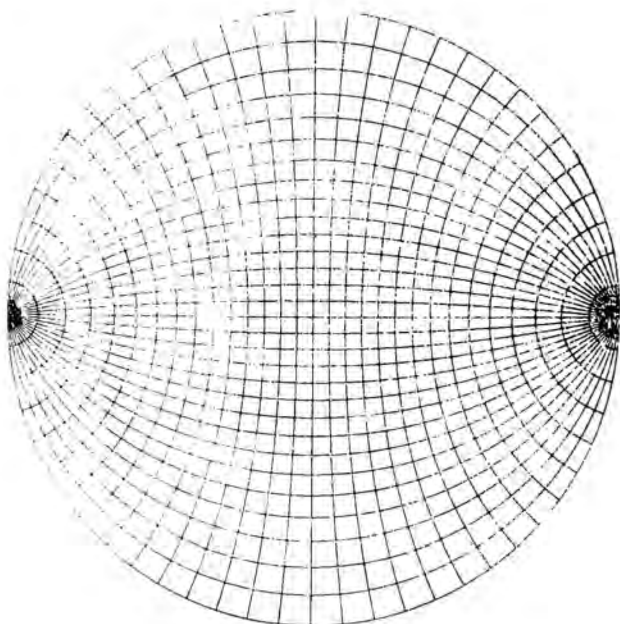


Fig. 9

7. *Conclusions*

After having followed the construction process described above we can see that the diagram formed by the super position of horizons and arcs in the sector comprised between the equator and the pole, obtained from a standard polar stereographic projection, is identical to the one we find on the plate of ʿAlī ibn Khalaf's universal astrolabe or on *al-Zarqālluh's saphea* (Fig. 9)[15]. Those two later diagrams are obtained, however, from an

(15) Millās Vallicrosa saw these similarities when he described the general plate in the astrolabe of Tetuan but his interpretation of this plate was closer to the *azafea* than it really is. Cf. J. M. *Millás*, " Tres instrumentos astronómicos árabes de los museos de Tetuán y Madrid ". *Al-Andalus*, 12 (1947) págs. 49 – 55. Especially pp. 52 – 53. There is an interpretation in the same way in S. *García Franco, Catálogo crítico de astrolabios*.... p. 178

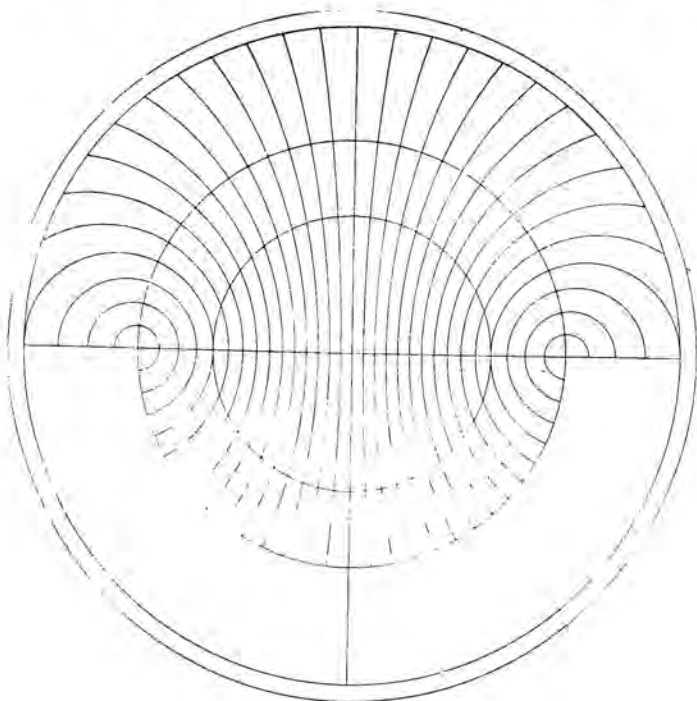


Fig. 8

Finally, our text gives not very clear instructions as to how to graduate the plate . The information we can gather from Ibn Bāṣo's text and the extant instruments show that the graduation of declination parallels appears on the northern half of the north-south diameter, between the equator (0°) and the centre of the plate (90°) for the northern parallels and between the equator and the tropic of Capricorn for the southern ones. As for the horizons , they are also graduated on the same diameter but in its southern half and with their latitudes increasing from the centre(0°) towards the equator (90°) . The graduation of the arcs appears on the space between them on the northern half of the equator and that of the semicircles of southern declination appears once again on the east-west line.

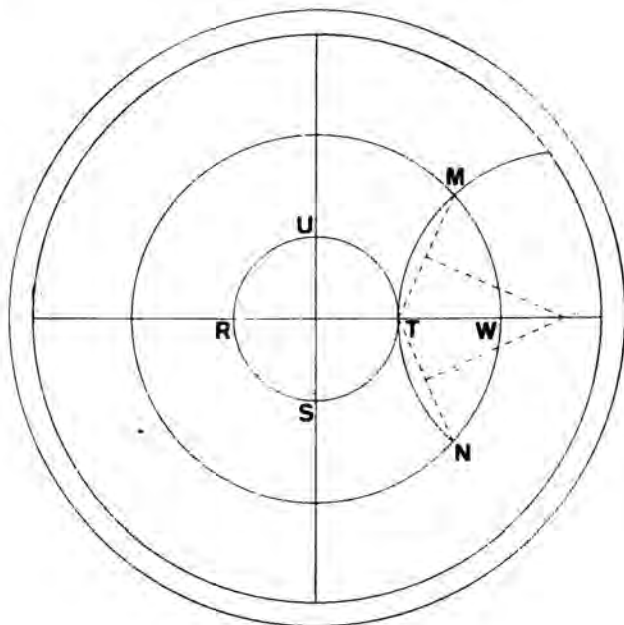


Fig. 7

The arcs (*qisī*, cfr. Fig. 8), which are also called " horizon divisions" (*ajzā' al-ufuq*), are employed to change the coordinate system (horizontal into equatorial and conversely) by a rotation equivalent to the colatitude of the place.

Al - Fishtālī considers the *horizons* as the projections of vertical circles corresponding to the two poles of the horizon of two places located on the equator and the longitudes of which , counted from the western meridian, are 0° and 180° respectively , whereas the arcs are circles of altitude (*al-muqanṭarāt*) corresponding to these two places.

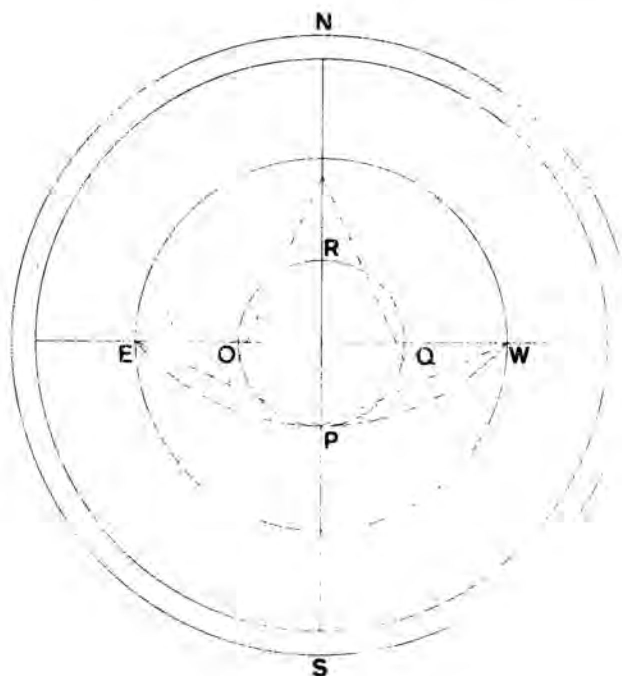


Fig. 6

determined by three points (Fig. 7): two of them are two six degree divisions of the equator equidistant from the east or west points of the equator. The third point is determined by the intersection of the east-west diameter with the parallel the declination of which equals the angular distance between the east or west point and the two six degree divisions used to draw this arc. In the figure, the arc of the equator MW equals the arc NW. Their value is also the declination value of the parallel RSTU. The three points which determine the arc are M, N, and T

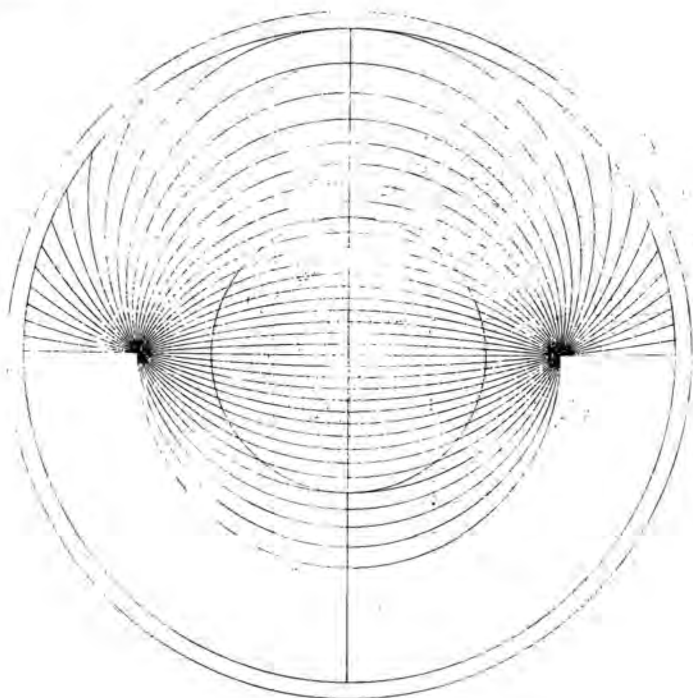


Fig. 5

different for each horizon : it is the intersection of the diameter (*quṭr*)[13] with the parallel the declination of which equals the colatitude corresponding to the horizon we want to draw. In the figure, the horizon is determined by points E and W and also by point P corresponding to the intersection of the parallel ROPQ with diameter EW.

Finally, the procedure for drawing the arcs (*qisī*) is described . This description is also very short. The author specifies that their centres have to be placed along the diameter[14] and that every one of them has to be

(13) It should be the north-south diameter but it is not so indicated in the text.

(14) It should be the east-west diameter but, as in the preceding case, it is not mentioned in the text .

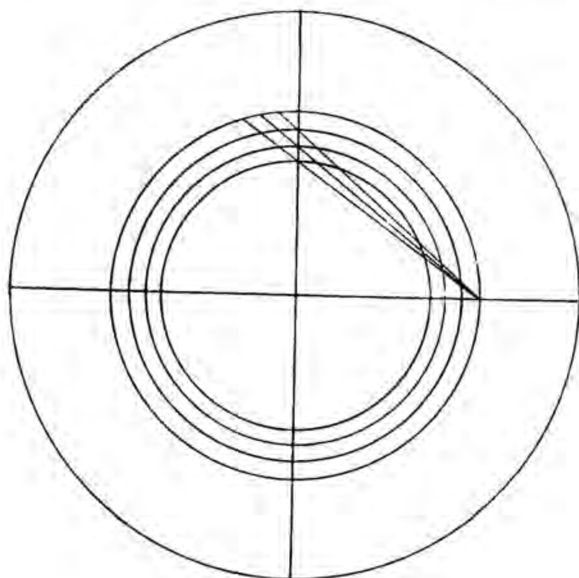


Fig. 4

parallel to the horizon[12]. The north pole is also the zenith and the south pole the nadir .

Minimum instructions to draw the horizons follow in our text . To obtain them, we draw as many arcs of circles as we want horizons (Fig5). Its number is the same as the number of parallels to the equator drawn before. There is no specification as to the way to find the centres of these circles. The only indication given is that the centres of all these horizons have to be placed on the north-south diameter (in the southern half for the northern horizons and in the northern half for the southern ones). Each of them has to be determined by three points (Fig. 6), two being the same for all horizons: points east and west on the equator. The third point is

(12) The term *raḥawiyy* is usually employed by other astronomers to express the motion of the sphere at the poles. Cf. for instance in Abū-I-Rayḥān *al-Bīrūnī*, *Kitāb al-tafhīm li-awā'il ṣinā'at al-tanjīm* (*The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology* . (London, 1934) p. 140.

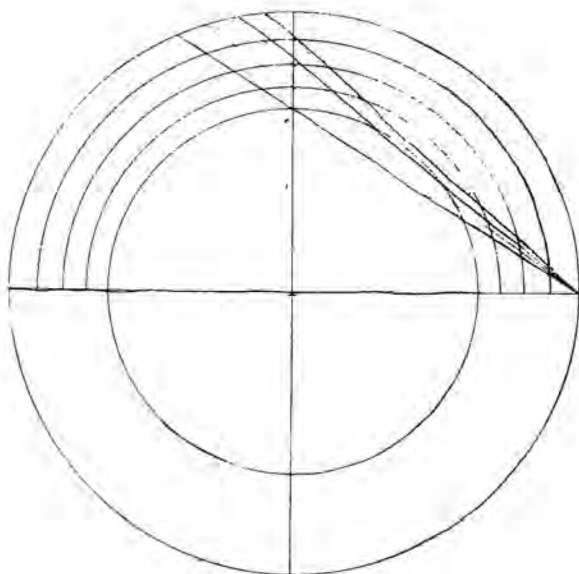


Fig. 3

Once these three circles are traced, and following the aforementioned procedure, we draw three concentric semicircles on the southern half of the plate, between the equator and the tropic of Capricorn using the six degree divisions on the declination arc AE (Fig. 3). All these semicircles are the projections of the corresponding declination parallels (*anṣāf dawā'ir al-mayl*).

Next we divide the circle of the equator into arcs of six degrees each and draw the northern declination parallels (*al-madārāt*) following the same standard procedure and using the six degree divisions on the southeast quadrant Fig. 4). The number of *madārāt* will be, therefore, fifteen, including the equator and the tropic of Cancer. Al-Fishtālī says that they go from 0° to 90° and identifies them with *al-muqanṭarāt* for a 90° latitude in which the sphere turns " like a millstone " (*raḥawiyy*[an]), that is to say,

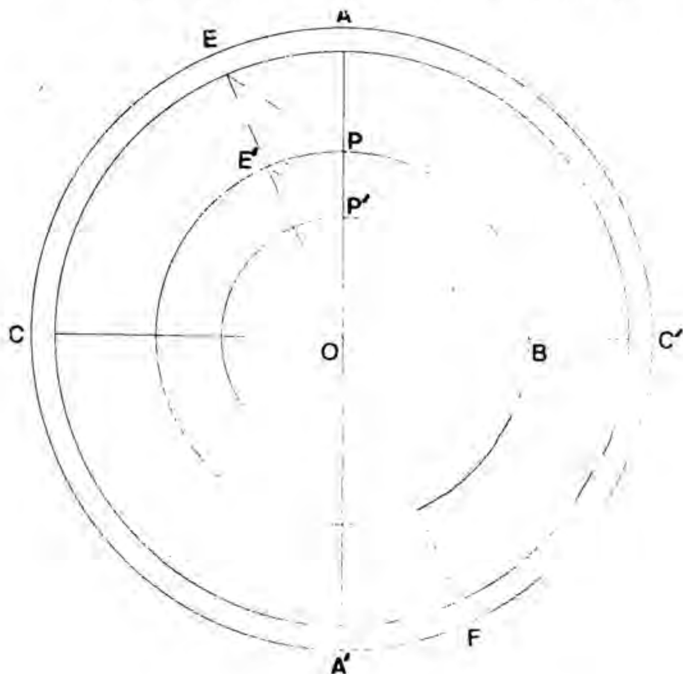


Fig. 2

Afterwards, we draw diameter EF which is used as an auxiliary line (*al-quṭr al-khafīyy*, hidden diameter). The intersection of diameter EF with the equator determines point E′. The arc E′P equals also the obliquity of the ecliptic. Then we join point E′ to B, the intersection of diameter CC′ with the equator. P′ will be the intersection of E′B with diameter AA′. Finally, we draw a third circle, with a radius equal to OP′, concentric with the other two and which corresponds to the tropic of Cancer. The construction procedure up to this point is the same as the one usually employed in standard astrolabe plates[11].

(11) Cf. H. *Michel, Traité de l'astrolabe*, (Paris 1947) p. 47 ss.; S. *Garcia Franco*, *Catálogo critico de astrolabios existentes en Espana*, (Madrid, 1945) pp. 70–71 and R. *Martí* and M. *Viladrich*, "En torno a los tratados hispánicos sobre la construcción de astrolabios hasta el siglo XIII" *Textos y estudios sobre astronomía española en el siglo XIII*, (Barcelona, 1981) p. 81.

al-Fishtālī ascribes the invention of this plate to Ibn Bāṣo who is identified as " al-Zubayr's master "[10].

5. *Contents*

As for the contents of the *Nubḏa*, the first chapter describes the construction of the plate, as I have mentioned above. The second chapter gives the names of the lines drawn on the plate. The third chapter is divided into three sections : how to determine the arc of the day and night, how to calculate the arc rotated by the sphere and how to place the degree of the sun, according to its altitude, on the plate. The fourth chapter is divided into four sections: how to determine the azimuth of the sun or a star, its rising and setting amplitudes, half of the *faḍla* (difference between half of the day arc and 90 degrees), and how to calculate the meridian altitude of the sun or a star. Finally , in the fifth chapter, there are four sections devoted respectively to transformations of coordinates, the calculation of the solar altitude at the time of the *ẓuhr* and *ʿaṣr* prayers, the altitude of a star at the end of twilight and at the beginning of dawn, and how to determine the four cardinal directions and the azimuth of the *qibla*.

6. *The Construction of the Plate*

As I have mentioned above, this matter is dealt with in the first chapter of the paper. There is no drawing in the text to illustrate the different steps followed in the construction of this plate.

For its fabrication the author recommends brass or another similar metal, from which a smooth piece should be obtained. First, al -Fishtālī draws a circle (AC A'C' , Fig. 2) with an arbitrary radius , and on it two perpendicular diameters, AA' and CC'. The intersection of these two diameters with the aforementioned circle determines the four cardinal directions: point A corresponding to the south , point A' to the north , point C to the east and point C' to the west of the plate. This first circle drawn corresponds to the tropic of Capricorn.

After that he divides the southeast quadrant into fifteen arcs of six degrees each . The distance AE on quadrant AC equals the obliquity of the ecliptic (he adopts the value of 23;30° for it) and arc AE is called *qaws al-mayl* (declination arc) . Then, a straight line between points E and C' is drawn. The intersection of EC' with diameter AA' determines point P. Next, another circle, with a radius equal to the distance OP is drawn. This second circle is concentric with the first one and it represents the equator.

(10) According to Rénaud, he could be a disciple of Ibn Bāṣo's whose name is Abū Muḥammad al-Zubayr b. Jaʿfar b. al-Zubayr. On this author cf. C. *Brockelmann*, *Geschichte*... *II*, p . 1025, n. 88; H. P. J. *Rénaud*, " Notes critiques d'histoire... p. 2, n. 1; H. *Suter* , *Die Mathematiker und Astronomen* .... , p. 201, n. 513. *Al-Zubayr* is the author of another work entitled *Taḏkira ḏawi-l-albāb fī 'istifā' al-ʿamal bi-l-asṭurlāb*.

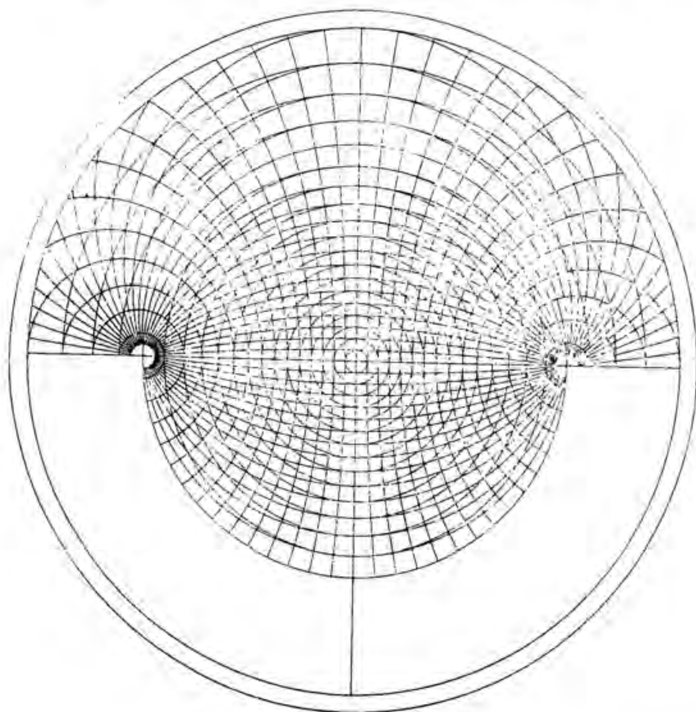


Fig. 1

gle chapter which deals with its construction. Therefore, the only source known to us on the construction of this plate is the aforementioned abridgement of Ibn Bāṣo's treatise by al-Fishtālī.

4. *The Manuscript*

Al-Fishtālī's abridgement is extant in manuscript 1009 of the Royal Library in Rabat (fols. 16v. – 19v.). The pages have 24 lines each . The writing is in the Maghribi script. The text is divided into five chapters and each one of them into one or more sections, in which al-Fishtālī basically explains *mīqāt*[9] matters . These chapters are preceded by a preface in which

(9) On this matter cf. *King mīqāt* in the *Encyclopédie de l'Islam* 2, t. 7, pp. 27 – 32.

2. *The Author*

The author of this summary is Abū-l-Rabīᶜ Sulaymān b. Aḥmad al-Fishtālī, an 18th century Moroccan *faqih* (he died in Fās in 1208 H./1794 A. D.)[3]. He knew the science of timekeeping and spherical astronomy (*ᶜilm al-miqāt wa-l-taᶜdīl*) " with instruments and without them " and was Sulaymān al-Hawwāt's master[4]. Other data on his life are unknown .

We know several of al-Fishtālī's works like *Bughyat ḍawi-l- raghabāt* (What do those wish who have wishes) on the difficulties of Ṣibṭ al-Mārdīnī's[5] *al - Risāla al -Fatḥiyya* (Opening treatise), or *Sharḥ al-silk al-ālī fi mutallaṭ al-Ghazālī*(Explanation of the thread of the Ghazālī triangle). He also wrote an abridgement of Ibn Bāṣo's treatise on the" universal plate for all latitudes " (*al-ṣafiḥa al-jāmiᶜa*) .

3. *Ibn Baṣo's Plate*

Ibn Baṣo's " universal plate for all latitudes " (Fig. 1) usually appears, among others, in western astrolabes, frcm the 14th century onwards, and its presence is relatively frequent. There are about twenty-five examples which are being catalogued[6]. Some were described in the past century but most of them have been unknown until recently . Although most of the examples are found in western astrolabes , as I say , some are included in eastern ones[7].

The treatise on the use of this plate is also known though it had not been studied in detail until the present[8]. It contains a description of the lines engraved on the plate and the way to use them. But there is not a sin-

(3) Cf. C. *Brockelmann*, *Geschichte der Arabischen Litteratur Supplementband II* (Leiden, 1938), p. 709; H. P. J. Rénaud, " Additions et corrections à Suter", *Isis* XVIII (1932) p. 183, n. 543; Khayr al-Dīn *al-Ziriklī*, *Al-aᶜlām* (Al-Qāhira, 1954 – 1959) 2nd ed., vol. 3, p. 182; *Al-Kattānī*, *Salwat al-anfās* lith. ed. (Fās, 1316 H.), vol. 3, p. 115; M. Makhlūf, *Shajarat al-nūr al-zakiyya*, (Cairo, 1931), p. 372 and R. *Kaḥḥala*, *Muᶜjam al-Mu'allifīn* (Damascus, 1957), vol. IV, p. 254.

(4) On this author cf. E. *Lévi-Provençal*, *Les historiens des Chorfa . Essai sur la littérature historique et biographique au Maroc du XVI au XX siècle*, (Paris, 1922), p. 336.

(5) *Muwaqqit of al-Azhar in Cairo* (fl. ca. 1460) Cf. H. *Suter*, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*. Abhandlungen zur Geschichte der Mathematischen Wissenschaften, 10 (Leipzig, 1900) pp. 182 – 184 nº 445; C. *Brockelmann*, *Geschichte*.... II p. 215 and H. P. J. *Rénaud*, *Additions*... p. 176, n. 445.

(6) Cf. D. *King*, *A Catalogue of Medieval Astronomical Instruments : Astrolabes , Quadrants and Sundials* . Preprints of the Institute for the History of Science. (University of Frankfurt). In preparation .

(7) Cf. E. *Calvo*. *La " Risālat al-Ṣafīḥa al-jāmiᶜa li-jamīᶜ al-ᶜurūḍ " de Ibn Bāṣo* . Edición traducción y estudio por ... (In press) I owe most of the information on the extant examples of this plate to professor D. King of the Institut für Geschichte der Naturwissenschaften (University of Frankfurt) who is preparing a catalogue of astrolabes and quadrants (cf. n 6).

(8) I have already finished an edition, translation and study of this treatise which have been the main theme of my doctoral thesis (cf. n. 7 above).

On the Construction of Ibn Bāṣo's Universal Astrolabe (14th C.) According to a Moroccan Astronomer of the 18th Century[1]

EMILIA CALVO

1. *Introduction*

Ḥasan b. Muḥammad b. Bāṣo was *faqīh*, *muwaqqit* and chief of the timekeepers in the great mosque of Granada. Ibn al-Khaṭīb emphasizes his great skill in the production of astronomical instruments and says that he was both an inventor and the author of treatises (*mustanbaṭāt wa tawālif*). He died in 716 H. / 1316 A. D.[2]

Ibn Bāṣo wrote a treatise on the use of a device that he called *al- ṣafīḥa al-jāmiʿa li-jamiʿ al-ʿurūḍ* (universal plate for all latitudes) in 160 chapters. This treatise, completed in 1274, is preserved in several manuscripts extant in the Escorial (ms. 961), in the National Library of Tunis (ms. 9215) and in the Royal Library of Rabat (ms. 4288).

A few abridgements of this treatise are also extant. The most remarkable of them is the one entitled *Nubḍa li-mā yataʿallaq li-l-ṣafīḥa al-jāmiʿa*, "Note on the Universal Plate", the only known source which describes the construction of this plate, a topic which does not appear either in Ibn Bāṣo's treatise or in the other extant abridgements.

(1) This is a revised text of a communication presented in the *XVIII International Congress of History of Science* held in Hamburg and Munich in August, 1989.

(2) Cf. *Ibn al-Khaṭīb, al-Iḥāṭa fī akhbār Garnāṭa*, ed. ʿAbd Allāh ʿInān, vol. I (Cairo, 1973) p. 468; H. P. J. *Rénaud*," Notes critiques d'histoire des sciences chez les musulmans. I.- Les Ibn Bāṣo" *Hesperis*, 24 (1937) pp. 1 – 12 and " Additions et corrections à Suter", *Isis XVIII* (1932), p. 172 nº 381b.; G. *Sarton*, *Introduction to the History of Science*, (Baltimore, 1927 – 1931) vol. III p. 696; J. Samsó, *A propos de quelques manuscrits astronomiques des bibliothèques de Tunis: Contribution a une étude de l'astrolabe dans l'Espagne musulmane.*" *Actas del II Coloquio Hispano-Tunecino* (Madrid-Barcelona, 1972) I. H. A. C. Madrid, 1973 pp. 176 – 182 and E. *Calvo*, *les échos de l'oeuvre d'Ibn Bāṣo en Afrique du Nord*. *Actes du VII Colloque Universitaire Tuniso-Espagnol sur Le Patrimoine Andalous dans la Culture Arabe et Espagnole*. Tunis, 1991, pp. 65 – 79.

* University of Barcelona.

The Life and Work of Ibn Al-Shāṭir

Edited by :

E. S. Kennedy and ʿImād Ghānem

Aleppo, IHAS, (1976) .

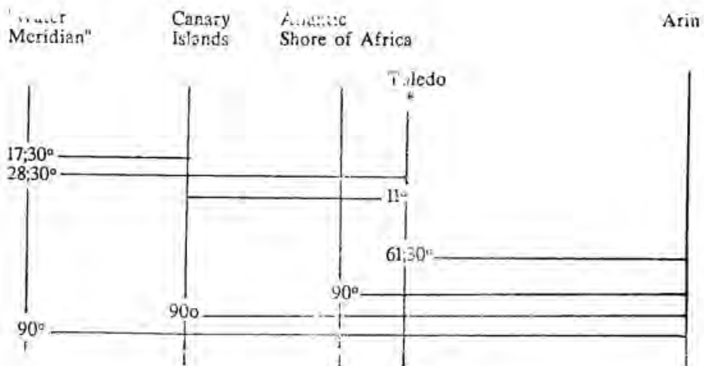
29 × 28 cm. , paper bound, 131 pp. in English, French and German, 44 pp. in Arabic, 21 drawings, 6 plates, biblio, indices.

This memorial volume was produced for the 600th anniversary of the Damascene astronomer whose theories and inventions profoundly affected the development of modern astronomy. It highlights the intriguing possibility of a linkage between the planetary and lunar models of the late eastern Islamic tradition and of Copernicus.

A handy volume on all the material in print on Ibn al-Shāṭir, it also contains a bibliography of his 31 extant works , noting where copies are available.

Ibn Al-Shāṭir's most significant contribution centered on correcting ptolemaic mechanisms regarding lunar motion which predated copernicus.

Price: US $ 12.00 (Postage expenses are not included).



Prime Meridians in the Tables of Geographical Coordinates of al-Andalus and North Africa .

probably of Nāṣir b. Simʿūn (d. 1337)[42], the table of al -Wābaknawī[43] (1330), some of the tables of the Persian group as those of al -Kāshī (1420) and Abū-l-Faḍl ʿAllāmī (1580) , which employ the meridian of al-Zayyāt together with the meridian of water for western localities , and the table of al-Dimyāṭī[44] (c. 1628) .

Al - Zayyāt aiming to use the new prime meridian added 7;30° instead of 17;30° because he was using, for eastern localities, al-khwarizmi's coordinates which are 10° less than the Ptolemaic ones.

In conclusion, what is clear when trying to determine the base meridian used in a table of geographical coordinates is that almost all of them are completely mixed up. On the one hand , theory and practice seem to follow separate paths . The meridian stated in the theoretical part of a *zij* sometimes does not conform to the ones employed in the table of geographical coordinates. Such is the case of al - Zayyāt , but also of the *Toledan Tables*, the *Alfonsine Tables*, etc. And , on the other hand, almost all of them employ more than one zero meridian , try to calculate the coordinates of the localities of their own countries , and intend to adapt or correct Ptolemaic longitudes following al-Khwārizmī.

Be that as it may, this " meridian of water" is another of the interesting peculiarities of Andalusian science which probably originated in the X[th] century, if not before. A peculiarity that was to exert strong influence during more than five centuries mainly in the Iberian Peninsula and North Africa, but also, to some extent, both in the Muslim East and Latin Europe[45].

(42) M. *Castells* is presently working on the ms. 468 of the Leiden University Library, in which the geographical coordinates are similar to the ones of Ibn Saʿid al-Maghribi, although the author introduces for almost half of the localities of al -Andalus and North Africa the coordinates of al-Zayyāt. Surprisingly he seems to use the meridian of water only for the city of Marrakesh .

(43) MUN in Kennedys' *Geographical Coordinates*.

(44) QBL in Kennedys' *Geographical Coordinates*.

(45) See also *KIRTLAND WRIGHT, J. Notes on the Knowledge of Latitudes and Longitudes...*, 84 – 98 .

the two *zijes* of Yaḥyā b. Abī-l-Shukr al-Maghribī[33] (1258 –1276), and the geographical table of the *Minhāj* of Ibn al-Bannā' al-Marrākushī[34](1321).

Apart from that, there are some other tables which use this meridian of water although they do not belong to al-Andalus or North Africa. I refer to the table of al-Dimyāṭī[35] (c. 1628), and the ones of the Persian group such as the *zījes* of al-Kāshī[36] (1420) , although he only uses this meridian for some western localities such as Marrakesh and Malaga, and the one of Abū -l-Faḍl ᶜAllāmī[37] (1580), as well as the table compiled by Conrad von Dyffenbach in Europe in 1426[38], and a table found in a miscellaneous manuscript of the National Library in Vienna (Nº 5311) copied probably in the XIVth - XVth centuries.

In fact , as Prof. J. Vernet has shown[39], we can find reminiscences of this " meridian of water" in the North/ South " line of water" demarcation established by Pope Alexander the IVth and accepted by the Kings of Portugal and Castille through the " Tartado de Tordesillas" (1494).

Finally, there is another interesting feature of the coordinates of localities of al-Andalus and North Africa in several other tables. Namely that their longitudes are 10º less than the ones reckoned from the meridian of water, that is to say, 7;30º to the west of the Canary Islands , but 17;30º of the Atlantic shore of Africa .

The first time this displacement appears is in the table of the Andalusian geographer Abū-l-Ḥusayn al-Zayyāt[40] (1058) . Some of al-Zayyāt coordinates reappear in later tables such as that of Naṣīr al - Dīn al - Ṭūsī[41] (c. 1270) , the geographical table belonging to the *Kitāb kanz al yawāqīt*,

(33) TAJ and MAG in Kennedys' *Geographical Coordinates*.

(34) BAN in *Kennedy's Geographical Coordinates*. Cf. also J. *Vernet* , *Contribución al-estudio de la labor astronómica de Ibn al-Bannā'*. Tetuan 1951 .

(35) QBL in Kennedys' *Geographical Coordinates*. This table introduces another trend characteristic of the andalusian tables : the use of a latitude for Tunis which range between 37º and 38º instead of the established 33º .

(36) KAS in Kennedys' *Geographical Coordinates* Cf . also E.S. and M. H. Kennedy , *Al-Kāshīs' Geographical Tables*. -" Transactions of the American Philosophical Society ". Philadelphia 1987, 1 – 47. It must be said that al-Kāshī's work shows some other andalusian astronomical features such as the elliptic shape of the deferent of Mercury . Cf. M. Comes, *Ecuatorios andalusíes. Ibn al-Samḥ, al-Zarqālluh y Abūl-Ṣalt.*- Barcelona, 1991, 149 – 150 and 163.

(37) AIN in Kennedy's *Geographical Coordinates*.

(38) Prof. E.S. Kennedy kindly provided me with a typescript of his work on this table.

(39) Prof. J. Vernet has kindly provided me with a typescript of his work on the Arabic navigation and its influence in the discovery of America.

(40) ZAY in Kennedy's *Geographical Coordinates*. Cf. also F. *Castellō*, *El Ḍikr al-aqālīm*.- Barcelona, 1989 .

(41) TUS in Kennedy's *Geographical Coordinates*.

" You should know that the longitudes of the cities are established from the west to the east, because we are closer to the west and for this reason we start measuring from there. Some other people established the longitudes of the cities from an island which is in the west but did not establish them from the very same west. from this island to the very same west there are 17 degrees and 20 minutes .

This prime meridian will appear even in some of the Persian maps showing a set of crossed meridians and parallels , such as the one of Mustawfī (d. 1349)[27] .

As far as numerical tables are concerned , the first time we find this " meridian of water " employed is in the *Zīj* of Ibn al-Kammād whose table of geographical coordinates contains 30 entries , 15 of which correspond to localities in al-Andalus and western Maghrib. The longitudes of these localities are calculated taking as zero meridian the aforementioned new prime meridian, while for the rest of localities the meridian of the Canary Islands is employed . It is also worth mentioning that the longitude for Toledo is again 28;00°, as in the *Zīj* of Ibn Isḥāq al-Tūnisī (c.1222) . After Ibn al-Kammād , we find this meridian in several of the tables of geographical coordinates produced in the Iberian Peninsula in the lower Middle Ages such as the *Sefer ha-Ibbur* of Abraham Bar Ḥiyya ha-Bargeloni[28] (d. 1136), the table of the *Zīj al-Shāmil* of Ibn al-Raqqām (d. 1315)[29], and the already mentioned *Portuguese Almanac of Madrid* (1321), where for the first time the name " meridian of water " (*d'agoa*) is explicitely stated . The same meridian appears, towards the end of the XV[th] Century, in the *Commentarius astrologicus* of Diego de Torres[30] and both in the *Almanach Perpetuum* and the *Ha - jibbur ha-gadol* of Abraham Zacut[31]. The " meridian of water" is also used in several Maghribī *zijes* and other astronomical works such as the *Jāmi*ᶜ *al-mabādi'* of Abū'l-Ḥasan ᶜAlī al-Marrākushī[32] (1250) ,

→ nosotros estamos mas cerca de occidente e por esto començamos de alli a contar. e otros ouo que contaron la longura de las cibdades desde una isla que esta en occidente e non la contaron del propio occidente e della al propio occidente ha .17. grados e. 20 . minutos .

(27) Cf. J. *Vernet*, *Instrumentos astronómicos* (1250 – 1600) , " Coloquio sobre Historia de la Ciencia Hispano-Americana" (Madrid, 1977), 211.

(28) Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica...*, 45 – 47 and 66.

(29) Ibn al-Raqqām, *al-Zīj al-Shāmil fī tahdhīb al-Kāmil*. - Ms. Kandilli 249, f. 85r. Professor E.S. Kennedy kindly provided me with a photocopy of this table.

(30) Ms. 3385 of the Biblioteca Nacional de Madrid. Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica...*" 50 – 54 and 72.

(31) Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica...*, 54 – 56 and 73 – 76.

(32) Abbreviated as MAR in Kennedys' *Geographical Coordinates*.

rounded up figure which is to be found repeatedly, for instance in the tables of Ibn al-Kammād and Ibn Isḥāq al-Tūnisī[22] among others.

But there is also another reference[23] in the 1483 edition of the canons of the *Alfonsine Tables* , where besides the above mentioned statements – with the difference that the longitude of Toledo is 28.30° instead of 28° – we find a clear distinction between what is called the " true " occident, that is to say the new prime meridian, and the " inhabited " occident, which corresponds to the Canary Islands[24] :

> " ... for the table contains the longitudes of the cities included from the inhabited west and the latitudes from the equinoctial line towards the north. You should note that " astrologers" consider the west in two different ways . According to the first, the west is the furthest end of the inhabited world and is called the inhabited west . It is placed at a distance of 72 degrees and 30 minutes from the city on the equinoctial line which is 90 degrees from the east. The table uses this inhabited west for the longitudes of its cities . According to the second way, the west is placed at a distance of 90 degrees from the city of *Arin* towards the occident . This is called the true west for between it and the east there are 180 degrees , which is half of the celestial sphere. *Arin*, therefore, is in the middle keeping the same distance from both ends, that is 90 degrees from each. This true west is placed 17 degrees and 30 minutes to the occident of the inhabited west ... "

It must be said, however, that this new prime meridian is used uniquely in some copies of the Alfonsine table of geographical coordinates and only for some cities as Toledo, Saragossa, Barcelona, etc but not for some others like Cordova, Tangiers, etc.

Also refering to these two meridians, at the end of XV[th] Century , Abraham Zacut[25] in his *Ha-jibbur ha-gadol* states[26]:

(22) Although Ibn Isḥāq's *Zij* has no table of geographical coordinates, his mean motion tables are calculated for Toledo and a longitude of 28° is stated there for that city.

(23) "Nam hec tabula continet de ciuitatibus in ea nominatis longitudines ab occidente habitato et latitudines ab equinoctiali linea versus septentrionem. Et scito quod astrologi accipiunt duppliciter occidens. Uno modo accipiendo a loco extremo habitationis extreme in occidente: et istud vocant occidens habitatum. et istud distat .72. gradus .et. 30. minuta a ciuitate quae est sub linea equinoctiali. et distat .90. grauds ab oriente. et secundum istud occidens habitatum continet ista tabula longitudines ciuitatum. Alio modo accipiunt occidens in loco versus occidentem distantem addita ciuitate Arim .90. gradus . et istud vocant occidens verum pro eo quod ab illo loco usque in orientem sunt gradus .180. qui sunt media pars celi et arim. tunc est in medio distans equaliter ab oriente et occidente. scilicet a quolibet ipsorum per .90. gradus et istud occidens verum est ultra occidens habitatum per .17. gradus .et .30. minuta. ".

(24) Cf Editio Venice 1483. Poulle's edition (*Les tables alphonsines avec les canons de Jean de Saxe*. Paris, 1984) dœs not include this part of the text which , according to the editor, dœs not correspond to the canons written by John of Saxony .

(25) F. *Cantera Burgos, El Judio salmantino Abraham Zacut.-Revista de la Academia de Ciencias.- T. XXVIII.* 12/2ª serie. 133. And *Abraham Zacut. Siglo XV. Madrid*, 142. The main difference between the references found in these two texts is that the distance between the meridian of the Canary Islands and the meridian of water is 17;20° in the first one while in the other is 17;30°.

(26) " Has de saber que la longura de las cibdades se cuenta desde occidente para oriente porque →

"... you should know that we have established the *radices* of these mean [motions] for Jaen and that they are based on a longitude of 62° to the west from *Arin*..."

That means that the longitude of Jaen would be 28° from the hypothetical first western meridian. In this case, we cannot compare this figure with Ptolemy's because this city dœs not appear in his tables. But we can see that the longitude given to this locality in the tables of Abū-l-Ḥasan ʿAlī al-Marrākushī (1250) and Muḥammad b. Abī-l-Shukr al-Maghribi (1276) is 27;30°. And both belong to the group of authors who use for all the localities in al-Andalus and North Africa the new "meridian of water".

Furthermore the difference in longitude between Toledo and Jaen in modern determinations is of 34 minutes.

Also, probably at the end of XII^th century, the canons of the *zij* named *al-muqtabis* by Ibn al-Kammād[18], very probably a disciple of al-Zarqālluh, include a statement[19] of the longitude of Cordova where the new meridian is used:

"... all the *radices* in it correspond to the meridian of the city of Cordova, which longitude, considering Erin as the centre [of the oikumene], is 27 degrees from the western meridian and 153 degrees from the eastern one. Its western longitude from the centre of the Earth, which is Erin, is 63 degrees. These are the limits of the longitude of Cordova, on which we have based these canons."

We detect in Ibn al-Kammād's text three longitudes: 27° from the western meridian, 153° from the eastern meridian and 63° from Arin, the centre of the world. These figures are exactly the same we found implicit in Ibn al-Ṣaffār's text, and show the exact position of the prime western meridian.

One century later we find again another reference to this meridian in the canons of the Alfonsine *Libro de las taulas*[20]. I translate the passage from Rico's edition[21].

"... the longitude of this city [Toledo] from the western circle of the horizon of Arin, where both poles appear, is 28 degrees, and from the circle of the horizon of the aforementioned city (Arin) is 152 degrees. The longitude of the circle of the sun for the meridian of this city [Toledo] from the circle for the meridian of the aforementioned city (Arin) is 62 degrees to the west..."

The longitude for Toledo is 152° from the Eastern limit of the known world, 62° from the meridian of Arin and 28° from the Western meridian, a

(18) Ms. 10023 Biblioteca Nacional de Madrid. Chapter9.

(19) "...totas radicales positas in eo que sunt in meridie centri circuli ciuitatis Cordube et ipse est locus cuius longitudo a circulo occidentis ex centro Erin est gradus 27 et a circulo orientis a centro Erin gradus 153. et longitudo eius a medio centro terre que est Erin occidentaliter est gradus 63 et hii sunt fines longitudinis Cordube super qua longitudine edificatus est iste canon".

(20) M. *Rico y Sinobas, Libros del Saber de Astronomia.* - Vol. IV. *Libro de las Taulas.* 120.

(21) "... Et la longura desta cibdat [Toledo] del çerco occidental dell orizon de (aryn), donde aparescen amos polos es .XXVIII. grados. Et del çerco dell orizon deste logar sobredicho de (aryn) es .C.et.LII grados. Et la longura del çerco del sol medio dia desta cibdat del çerco del medio dia del logar susodicho que es en (aryn) escontra occidente. es LXII grados..."

gebauer concludes that the time difference between the meridian of Cordova used in the tables for the computation of mean syzygies (tables 69 and 70) and the base meridian used in the tables of solar and lunar mean motion (tables 4 to 8) amounts to 4 hours and 12 minutes, that is to say 63° in longitude. He supposes that the second meridian could be that of Baghdad , although the figures do not fit very well. But, evidently, this is the same difference we found in Ibn al-Ṣaffār's canons , which means that the first implicit reference we have related to the possible origin of this later on called " meridian of water " is due to Maslama.

On the other hand, the possibility that Arin was the second place fits very well with the fact that the tables of al- Khwārizmī were computed taking Arin as zero meridian and , on top of that, we find this figure in the appendix to the *Liber Universus* of ᶜUmar Ibn al- Farrūkhān al- Ṭabarī[12] which circulated in al-Andalus , where for an horoscope casted for the year 940 a time-difference between the cities of Arin and Cordova of precisely 4 hours 12 minutes is stated.

Furthermore, in a later hand addition to the Corpus Christi College ms.[13] of the *Tables of al-Khwārizmī* we can find the following statement[14]:

" Distance from Toledo to Winchester: 9 degrees 36 minutes. Longitude of Toledo: 28 degrees 39 minutes from the West. Longitude of Winchester: 19 degrees 3 minutes from the West. "

Implicit references of the same kind are to be found in the texts during the following five centuries . In the first half of the XI[th] century , the *Qāḍī* Ṣāᶜid of Toledo in his *Ṭabaqāt al-umam*[15] states that the longitude for Toledo is approximately 28° .

Next is Ibn Muᶜādh, who follows the tables of al-Khwārizmī and wrote in the second half of the XI[th] century his *Tabulae Jahen*[16], where we can find the following of the abovementioned references. The translation of the passage of the canons[17] is as follows :

(12) D. *Pingree* , *The " Liber Universus " of ᶜUmar Ibn al -Farrūkhān al-Ṭabarī* - *Journal for the History of Arabic Science* 1 (1977), 8 – 12 .

(13) Cf. O. *Neugebauer*, *The Astronomical Tables of al-Khwārizmī* . Particularly the appendix dealing with the Ms. Corpus Christi College 283 (Fols. 114r to 145r) .

(14) "Distancia tholeti a Wintonia .9. gradus .36. minute. Longitudo tholeti .28. gradus .39. minute ab occidente . Longitudo Wintonie .19. gradus .3. minute ab occidente " Cf. *Neugebauer* , op. cit., 229 – 230.

(15) Cf. L. *Richter-Bernburg*, *Ṣāᶜid, the "Toledan Tables" and Andalusī Science*. - " From Deferent to Equant", 389 – 399; and Ṣāᶜid al-Andalusī, *Ṭabaqāt al-umam*.-Edited by Ḥayāt Bū 'Alwān. Beirut, 1985. The corresponding text is found in p. 157 : «وطولها ثمانوعشرون درجة بالتقريب»

(16) Cf. *Tabulae Jahen*. - Nuremberg 1549. Chapter 8. Also H. *Hermelink* , *Tabulae Jahen*.- *Archives for the History of the Exact Sciences* 2 (1962 – 1966), 108 – 112 .

(17) "... Et scias quod eas posuimus radices horum mediorum ad Iahen, secundum quod eius longitudo est ab Arim a qua est occidentalis, ad sexaginta duos gradus. "

There are only two possibilities to account for a longitude for Toledo of 61;30° from Arin. The first is that the prime western meridian was still supposed to be at the Canary Islands, which then must be placed at 27;30° to the west of the shore of Africa. This assumption is really difficult to believe in experienced astronomers which were precisely working in al-Andalus and western Maghrib. The second one is to think that to account for the time-difference between Arin and Toledo, while keeping the traditional 90° between Arin and the first western meridian, these astronomers displaced the prime western meridian the aforementioned 17;30° to the west of the ptolemaic prime meridian.

During my researches on tables of geographical coordinates, some new materials related to this new meridian have become available to me. Firstly, my colleague Margarita Castells, who is undertaking the edition and translation of the canons of *al-Zīj al-Mukhtaṣar*[9] by Ibn al-Ṣaffār (d. 1035), probably a summary or adaptation of Maslama's version of al-Khwārizmī tables, has drawn my attention to the following passage of the text[10]:

> " I have established the *radices* in the tables of conjunctions and oppositions of this book for the meridian of Cordova. So, if you carry out the computation of an eclipse for the meridian of Cordova, then add to its time 4 1/5 hours, because this is the distance in time from the middle of the Earth, God willing".

Thus, according to Ibn al-Ṣaffār, Cordova is 4 1/5 hours, that is to say 63°, to the west of Arin, the centre of the world. But Ptolemy's longitude for Cordova is 9;20°. Arguing as before, we again determine the hypothetical western meridian implied in this text to be at 17;40° west of the Fortunate Isles.

One might expect that the adapters of al-Khwārizmī tables would have used his coordinates, unless new measurements had been made in Spain. Bearing in mind the hypothetical displacement of the western meridian implied in the canons of Ibn Al-Ṣaffār, as well as the fact that he was a disciple of Maslama (d. 1007–1008), who was the first to introduce al-Khwārizmī tables in al-Andalus, I examined the canons and tables of the later.

In fact, Neugebauer, in his translation of Athelard of Bath's latin version of Maslama's revision of the astronomical tables of al-Khwārizmī[11], gave me the clue. When dealing with mean syzygies and epoch values, Neu-

(9) *Ibn al-Ṣaffār, al-Zīj al-Mukhtaṣar*- Ms. Paris B. N. Hebr 1102 (ff. 1 – 5r).

(10) « وضعت الأصل في جدول الاجتماعات والاستقبالات التي في هذا الكتاب على نصف نهار قرطبة فإذا أكملت تعديل الكسوف على نصف نهار قرطبة فزد على وقته أربع ساعات وخمس ساعة معتدلة فإن الوقت لوسط الأرض إن شاء الله » .

(11) O. *Neugebauer, The Astronomical Tables of al-Khwārizmī*- Copenhagen 1962, 110 – 111 .

was employed mainly by geographers and astronomers of al-Andalus and Western Maghrib and is attested in seven of the Islamic sources, besides another six sources which use a meridian porbably derived from it.

The reason why this meridian was not identified in the abovementioned book is that it was used only for western localities, and the authors, limited by statistical reasons . have probably conjectured the base meridian of each table by examining the longitudes of frequently occurring localities , usually eastern ones. But, in fact, most of the tables use two or more base meridians.

The first time we can find this meridian explicity named is in the *Portuguese Almanac of Madrid* (1321)[5] , where following the name of some localities the words *da terra* or *d'agoa* identify the meridian employed . However, implicit references pointing at the possible origin of this meridian are to be found in Spanish materials from the end of the Xth century onwards .

The most famous reference is found in the canons of the *Toledan Tables* attributed to al-Zarqālluh[6], although this meridian was not employed in the Tables themselves. The translation of the relevant passage[7] is as follows:

> "... the longitude of the place called Toledo - for whose meridian the aforementioned *radices* have been established in this book-is at a distance of 4 and one tenth hours from the centre of the world, a place which is believed to be in India, that is to say in the city of Arin, the longitude of which from the east is 90°... " .

The determination of the distance between Toledo and Arin, however it may have been arrived at[8], had the consequence of necessitating a revision of the position of Toledo relative to the prime western meridian. These 4 and 1/10 hours between Arin and Toledo imply a longitude difference of 61;30°. Now, the longitude of Arin was 90° so the longitude for Toledo must be 28;30° from a hypothetical western meridian. But, Ptolemy, using as base meridian the Canary Islands, had placed Toledo at a longitude of 11°, consequently there is an implicit shift of the zero western meridian to 17;30° to the west of the Fortunate Isles.

(5) Ms. 3349 of the Biblioteca Nacional de Madrid . Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica*, 40 – 42 and 63 – 64.

(6) J. *Kirtland* Wright, *Notes on the Knowledge of Latitudes and Longitudes in the Middle Ages*.- *Isis*, V (1923), 90. and J. M. *Millás* Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*.- Madrid-Granada, 1943 – 1950, 49.

(7) "...longitudo autem loci ad medium diem cuius radices predicte in hoc libro posite sunt qui Toletum dicitur , est 4 horarum spatium et decime unius hore a medio mundi qui locus creditur esse in India in ciuitate scilicet que vocatur Arim, cuius longitudo ab oriente est 90 gradum...".

(8) Probably by means of a simultaneous observation of a lunar eclipse as it is described in the *Jāmiᶜ al - mabādi' wa-l-ghāya* by al - Marrākushī. Cf. J. J. and L. A. *Sedillot*, *Traité des instruments astronomiques des Arabes*. Chapter LXVI, pp. 312 – 314 .

The «Meridian of Water» in the Tables of Geographical Coordinates of al-Andalus and North Africa

MERCE COMES*

Tables of geographical coordinates involve the use of two circles of reference: the terrestrial equator, from which latitudes are universally measured, and a conventional, and to some extent arbitrary, zero meridian used as starting point for reckoning longitudes. Following the Indian tradition, Arabic geographers and astronomers considered that the inhabited part of the world was the terrestrial hemisphere which extended 90° either side of a point on the equator called the " cupola of the Earth " , that is to say Arin[2].

E. S. and M. H. KENNEDY, in their comprehensive book *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*[3] , identify four base meridians, namely: the Canary Islands, employed in about half of their sources; the Atlantic shore of Africa, used by all the other sources except three; a meridian placed in the Far East, found in only two sources; and finally the meridian of Basra, employed in the remaining one .

However, at least a fifth base meridian must be taken into consideration. I refer to the " meridian of water", so called because it was placed in the Atlantic Ocean, 17;30° to the West of the Canary Islands[4]. This meridian, which as we will see derived from that of the " cupola of the Earth ",

* University of Barcelona

(1) This paper was presented at the XVIIIth International Congress of the History of Science (Hambourg, August, 1989). I want to express here my gratitude to Professors E. S. Kennedy, D. A. King and J. Samsó for their most useful comments on a first draft of this paper.

(2) At this respect Cf. J. T. *Renaud*, *Géographie d'Aboulféda*. – Paris, 1848 (Reprint Frankfurt am Main, 1985), CCXXXII – CCLVII; and F. Sezgin , *The Contribution of the Arabic-Islamic Geographers to the Formation of the World Map*.- Frankfurt am Main, 1987, 1 – 49.

(3) E. S. & M. H. *Kennedy*, *Geographical Coordinates of Localities from Islamic Sources*. – Frankfurt am Main, 1987. Cf. also M.H. *Regier* , *Kennedy's Geographical Tables of Medieval Islam : an Exploratory Statistical Analysis*. " *From* Deferent to Equant : a Volume of Studies in the *History of Science in the Ancient and Medieval Near East* in Honour of E. S. Kennedy ". Edited by D. *King* and G. *Saliba*.- New York 1987, 357 – 372, and E.S. Kennedy & M.H. *Regier*, Prime Meridians in Medieval Islamic Astronomy- *Vistas in Astronomy* 28 (1985), 29 – 32.

(4) Cf. R. *Laguarda*, *Fundamentación histórica del descubrimiento de América*-, *Montevideo*, 1988, 14 – 23, where he tries to show that the meridian of water corresponds to the Isle of Antilla .

L'œuvre Algébrique d'al-khayyâm

Translation and Commentary by :

Roshdī Rashed & Aḥmad Jabbār

Aleppo, IHAS, (1981).

24 × 18 cm. , 144 pp. in Arabic, 192 pp. French, drawing, indices, paper bound.

Kitāb Rasā'el al-Khayyām al-Jabriyya (Algebraic Letters of al-Khayyâm) is edited, studied and translated into French by Dr. Roshdī Rashed, CNRS, Paris, in collaboration with Dr. Ahmad Jabbār .

The work includes all al-Khayyām's well - known manuscripts so far, as well as two epistles, the first of which, edited by " Febka " last century, is a general treatment of the cubic equation. The second epistle, hitherto unedited, which he wrote prior to the above, is a treatise on the division of the quadrant.

A foreword in Arabic, with the entire text and the mathematical analysis (both in French) give al-Khayyām's life and works and provide new ideas on his Algebra.

ᶜUmar al-Khayyām (or al-Khayyâmi) 1048 – 1131 Mathematician, philosopher and poet.

Price : US $ 18.00 (postage expenses are not included).

Bibliography

Haji Khalifa (1835 – 58), *Kashf al-zunun, Lexicon bibliographicum...* IV (Leipzig).

Hughes, B. (1986), " Gerard of Cremona's Translation of al - Khwārizmī's *al - Jabr* : A Critical Edition," in *Medieval Studies* 48, 211 – 263.

Juschkewitsch, A. (1964), *Geschichte der Mathematik im Mittelalter* (Leipzig : Teubner).

Levy, *M.* (1971), *Dictionary of Scientific Bibliography* IV (New York : Scribner) and the authors (1971) of a similar article in *Encyclopaedia Judaica* VIII (New York: Macmillan), 1163–1170.

Libri, G. (ed. 1838), *Histoire des Sciences Mathématiques en Italie* I (Bologna: Forni rept., nd), 304. For a synopsis, see M. Cantor (1906), *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik* I (New York : Johnson rept. 1965), 730 – 733.

Ruska, J. (1917), " Die Regula Sermonis, " in *Zum ältesten arabischen Algebra und Rechenkunst* (Heidelberg), 21 – 23.

Suter, H. (1904), " Über den Verfasser des ' liber augmenti et diminutionis''', in *Verhandlungen des 3. internationalen Mathematiker-Kongresses* (Heidelberg), 558 – 561. *See also F. Sezgin* (1974) , *Geschichte des arabischen Schifttums* V (Leiden . Brill), 396 – 397.

Tannery, P. (1901), " Sur le ' liber augmenti et diminutionis' compilé par Abraham," *Biblioteca Mathematica* (3) 2 : 45 – 47.

Tropfke, J. (1980), *Geschichte der Elementarmathematik* I (revised edition by K. Vogel, K. Reich, and H. Gericke, Berlin: Walter de Gruyter).

Vogel, K. (ed. 1968), *Chiu Chang Suan Shu Neun Bücher arithmetischer Technik* (Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn) .

hence, for $bx + cz = d$, then $b(a - z) + cz = d$.

The solution of the final equation is completed, using the third process in *Regula Infusa*.

From a strictly algebraic viewpoint, Ajjūb's threefold *Regula infusa* changes an unknown's cœfficient that is other than one to one. He considers three separate and distinct situations without ever generalizing the procedure. Al - Khwārizmī, on the other hand, has a single rule, " . . . what is more or less than [one] treasure is to be reduced to one treasure" (*... quod fuerit maius censu aut minus, ad unum reducetur censum* [Hughes, 234]). His examples show that the three case solved separately by Ajjūb are solved by using what is equivalent to the multiplicative inverse; one rule, one technique. Hence, it may have been al-Khwārizmī who made the generalization. If the threefold rule was common in his day, then his synthesis of the three techniques into one general rule and technique was an obvious improvement over several distinct methods for reaching a unitary cœfficient. Alternately, in light of the facts that a major purpose of algebra was to assist in correctly dividing the estate of a deceased among beneficiaries and that Ajjūb was a professional divisor, his threefold method may witness to an algebraic tradition that antedates al-Khwārizmī yet continues along side later improvements.

From this line of reasoning, another supposition suggests itself: in view of the fact that Ben Ezra was highly knowledgeable about contemporary Arabic thought in Spain, one would expect him to have incorporated al - Khwārizmī's algebra into the Hindu text were he aware of it. Since he was offering an alternative method for solving the problems, surely he would have chosen the simpler method; but he did not. Apparently, he knew nothing about al-Khwārizmī's *Algebra*. On the other hand, since Ben Ezra was trying to enhance the Hindu text, perhaps he thought that Ajjūb's threefold approach was easier to use.

The same phrase appears in the second, fourth, fifth and sixth problems. In the third, the cœfficient is 2 and the instruction is to halve the constant. (Recall that in medieval times, mediation was an arithmetic operation.) The last three problems are in a much later chapter where the author supposedly thought that the reader would have remembered what to do; hence, there is no instruction. The final answer is simply presented.

Another set of five problems are ultimately solved by dividing the constant by the cœfficient of the unknown: [347.17, 350.26, 353.27, 358.28 and 361.1]. What distinguishes these problems is that each begins by seeking to find two unkowns characterized by two conditions. The solution procedure requires a parameter that connects the two unknowns. Then a single equation in one unknown is solved, after the manner of the third category of *Regula Infusa*. The first three problems are " encounters " between two people who are comparing possessions; the remaining two deal with different quantities of goods. All begin with two unknowns.

The encounter problems introduce an auxiliary variable, u (*res*), thus: It is required to learn how much money each of two men, x (*primus*) and z (*secundus*), have. They meet and exchange information. One says to the other, " Give me a dragma and I'll have as much money as you." This condition permits the introduction of an auxiliary variable:

$$x + 1 = z - 1 = u$$

which lead to $x = u - 1$ and $z = u + 1$.

The second condition focuses on the auxiliary variable. The other person says, " Give me four dragma and I will have twice as much as you." This condition can be represented as

$$2\,(\,u - 1 - [4]\,) = u + 1 + [4]$$

$$2\,(u - 5) = u + 5\,.$$

Hence, $u = 15$, $x = 14$ and $z = 16$.

Each of the quantity problems seeks to learn how much of two different things are in its own group. The first asks about two kinds of gold coins; the other queries about two kinds of grain. Both problems solve for one unknown in terms of the other with the usual consequent substitution. That is,

if $x + z = a$, then $x = a - z$;

$$\frac{5}{3} z - \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{3} z = 30 - \frac{2}{5} \cdot 30$$

$$z = 18 .$$

Problems [317.18 and 320.4] are solved in the same way.

The other three of this set of six problems, however, while eventually using the subtractive process, introduce something new : a parameter. The solution of problem [320.20] shows it : " A treasure is increased by a third. Then a fourth of the aggregate is added to the first sum . The new sum is 30. How much was the treasure originally? " The method calls for the first sum, $x^2 + \frac{1}{3} x^2$ to be represented by a " thing " (*res*) or . Then the representative equation becomes

$$z + \frac{1}{4} z = 30 .$$

This is solved by the subtractive process to produce $z = 24$ which gives a value to the initial condition; that is,

$$x^2 + \frac{1}{3} x^2 = 24 .$$

This is solved by the subtraction procedure. In short, the three problems employ a parameter, and the subtraction process is used twice.

If the unknown in the next-to-last step in the solution of an equation representing a problem has an integral cœfficient greater than one, the solution process comes from the third category within *Regula Infusa.* Nine problems belong here: [325.13, 327.18, 328.3, 331.22, 333.26, 336.11, 363.7, 365.14 and 367.16]. The procedure is straightforward: divide the constant by the integral cœfficient. The first problem leads to

$$8 z = 21 .$$

The instructions in the text are " Divide 21 per 8 res. " Note that at this point in time, there was no word for " cœfficient" ; the reader was supposed to know (or, learn) that the divisor was the 8 alone .

Hence, $$z = \frac{21}{8} = 2 \frac{5}{8} .$$

With the sum of the cœfficients less than 1, the author asks, "How much must be added to $\frac{4}{8} z$ and $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} z$ until one z remains?" Obviously, it is $\frac{7}{16} z$. To obtain this, he takes $\frac{7}{9}$ of $\frac{9}{16} z$ which he adds to the left side of the equation. Similarly and with respect to the constant term, he adds $\frac{7}{9}$ of 16 to 16, resulting in

$$z = 24 \frac{4}{9}.$$

In general, if $\frac{a}{b} z$ must be added to $\frac{c}{d} z$ in order to produce one z, then the fractional cœfficient is always multiplied by $\frac{a}{c}$; likewise the constant term is multiplied by $\frac{a}{c}$. Finally, the products are added to the terms on their respective sides to reach the answer. The remaining problems are all solved in this way.

There are six problems whose cœfficient are mixed numbers: [315.19, 317.18, 320.4, 320.20, 321.1 and 322.14]. The general pattern can be seen in the solution of the first problem: "A treasure is increased by a third, a fourth and a twelfth of its original amount to become 30. How large was it originally?" The representative equation is

$$z + \frac{1}{3} z + \frac{1}{4} z + \frac{1}{12} z = 30.$$

After all the terms are added together, it becomes

$$\frac{5}{3} z = 30.$$

In order to reach a coefficient of unity for the unknown, $\frac{2}{3} z$ must be subtracted from $\frac{5}{3} z$. Hence, by following the rule stated above for adding to reach unity, two-fifths of $\frac{5}{3} z$ must be subtracted from one side of the equality and two-fifths of 30 from the other side; that is,

gate the remainder is halved and 2 taken away. The boy has only 1 piece of fruit left. How many pieces of fruit did he take originally? Libri [343 n(2)] suggests this equation:

$$\{x - \frac{x}{2} - 2\} - \{\frac{1}{2}(x - \frac{x}{2} - 2) - 2\} - \{\frac{1}{2}(x - \frac{x}{2} - 2 - \frac{1}{2}[x - \frac{x}{2} - 2] - 2) - 2\} = 1.$$

forbidding to behold and impossible to invert. Rather, the correct representation consists of three equations in three unknowns:

$$\frac{1}{2}x - 2 = v\ ;\ \frac{1}{2}v - 2 = z\ ;\ \frac{1}{2}z - 2 = 1.$$

By solving the equation in z, substituting into the equation to its left to solve for v, and substituting again and solving, we find that $x = 36$. Problem [344.6] differs in that the end result of the bribes has the thieving lad escaping with his life but without any apples. Problem [344.19] differs in that the gatekeepers give back different numbers of apples.

The *Regula Infusa* is a generic name for a method that operates on, what we would call, the positive cœfficient of the unknown and the constant term. Since the cœfficient may be a fraction less than one, a mixed number or an integer greater than one, each situation has its own technique. For the first case, the use of the *Regula infusa* is ordinarily introduced by the question, " Tell how much of the unknown must be added to it to make one thing? " (*Dic ergo quantum adjungetur* [*tantis partibus*] *rei donec redeat* [*una*] *res*? [312.5, 313.7, 313.16, etc.]). The second case where the cœfficient is a mixed number uses the command, " Produce one thing from one unknown and so many of its parts" (*Denomina rgo* [*unam*] *rem a re et* [*tantis partibus*] *rei*. [315.23, 318.6, 312.16, etc.]) . For the third case , a simple "Divide" signals the beginning of the final step of the solution.

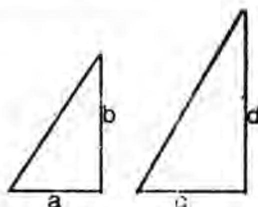
For a cœfficient less than one, there are six problems: [311.10, 312.15, 313.12, 338.20, 340.27, and 343.3]. The first seeks to discover how much money a person started with, if after a number of payments, so much is left. The problem can be represented by the equation

$$\{z - 4\} - \{\frac{1}{4}(z - 4) - 5\} - \{\frac{1}{4}(z - 4 - \frac{1}{4}[z - 4] - 5)\} = 10.$$

which can be reduced to

$$\frac{4}{8}z + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{8}z = 16.$$

$a : b = c : d$



Assume that c is unknown. Then $\frac{ad}{b} = c$. *Mathematically* , the product can be taken first, then the quotient found to determine c. *Actually* , however, the method our author employs is, enlarge (or, shorten) a in order to find c . This requires first that the quotient $\frac{d}{b}$ be found. Afterwards, a is multiplied by the quotient to produce c. Hence in the solution , Ben Ezra finds the quotient, two and two fifths, by dividing twelve by five. He continues in the manner stated above.

The second and final problem solved by single false position is [367.20] in which there is a much more complicated set of circumstances . Algebraically, the problem can be restated in this equation:

$$\frac{1}{4}\left(\frac{1}{4}z + \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{4}z\right) + \frac{1}{5}\left(\frac{3}{4}z - \frac{1}{5}\cdot\frac{3}{4}z\right) = 7 .$$

By letting $z = 20$ and computing, the left side takes the value $4\frac{2}{5}$. Then the text puts the question in nearly the same words as in the first problem [306.18]: " *Ergo dicis: in quam numerum multiplicantur quattuor et due quinte donec perveniant viginti* ? " The response is $4\frac{6}{11}$ that in turn yields the value of the treasure, $31\frac{9}{11}$.

Three problems are solved by the method of inversion: [343.14, 344.6 and 344.19] . Inversion operates on the numbers given in the problem, beginning with the last bit of information and inverting the standard order of operations ; that is, subtract , add , divide , and lastly multiply the numbers that produced the given final result. Problem [343.24] is the time honored puzzle of the lad who stole fruit in an orchard and had to pay off three gatekeepers in order to exit safely. At the first gate the keeper takes half and 2 more, at the next gate the same happens and again at the third

The text is a substantial collection of curious problems whose solutions depend on mathematics. The problems are grouped according to titles the author gives the several chapters in the *Introduction*: treasures (*de censibus*), apples (*de pomis*), encounters (*de obviatione*), exchange (*de cambitione*), tens and wheat and barley (*de decenis et frumento et ordeo*), bargains (*de mercatis*), and rings (*de anulis*). Toward the end of the text he adds another chapter: selling (*de foris rerum vendium*). These categories identify the topics of the problems rather than the methods for solving them, it being understood that most of the problems are first solved by double false position except in the chapter *On rings* where the problems are solved by manipulating a hidden number. Consequently and anachronistically, I have categorized the other solutions according to the type of equation that represents the problem. There are two types : one equation in one unknown; two equations in two unknowns. All the equations are linear, regardless of the word *census* used here and by later translators to signify *unknown squared*. Juschkewitsch [214, (n) 1] noted that the short title, *Liber augmenti et diminutionis* is remarkably similar to " Überschuss und Fehlbetrag , " the title of the seventh chapter of the Chinese text, *Nine Chapters of the Mathematical Art* (*ca*. 350 B. C.) ; the problems, however, are not the same [*compare with* Vogel 70 – 79] .

Equations in one unknown are solved in five different ways under three rubrics: by single false position, inversion and *regula infusa*. Let us consider and exemplify each way by itself. Exemplary problem will be identified by a number: the integer names the page and the decimal identifies the line number.

Problems (306.16 and 367.20) and only these two are solved by *single* false position. The first seeks to learn how much there is to a treasure before it has been depleted by a third and fourth to leave only 8. (He dœs not tell us what the " 8 " represents.) Hence, in modern terms

$$z - \frac{1}{3}z - \frac{1}{4}z = 8 .$$

By choosing $z = 12$ to remove the fractions and computing, an obviously incorrect 5 remains . So he asks , " Tell me then : by how much must you multiply 5 until you get 12 ?" (Dic ergo in quam rem multiplcatur quinque *donec redeat duodecim* ? [p. 306]) Without offering any computation he responds, " Two and two fifths. " And so he multiplies eight by two and two fifths to get the correct value of the treasure , $19\frac{1}{5}$.

The theory undergirding the method of single false position is analogous to the theory of similar triangles. For instance,

Problem - Solving by Ajjub al-Basrī
An Early Algebraist

BARNABAS HUGHES

Sometime in the eleventh century Abraham ben Ezra reputedly translated into Latin an Hindu tract on the Rule of False Position titled *Liber augmenti et diminutionis vocatus numeratio divinationis , ex eo quod sapientes Indi posuerunt , quem Abraham compilavit et secundum librum qui Indorum dictus est composuit* [Libri 304]. All of the nine chapters save the last pose and solve what may be described as recreational problems by the method of false position [Tropfke 371f.]. Because of the title, the tract is commonly attributed to Ben Ezra, even though some writers do not include it in their lists of his writings [Levy 502 – 503; Tropfke 662], while another thinks it was originally written by abu Kamil [Suter 559 – 561]. Noteworthy is the fact that after solving the fifth problem in the first chapter, Ben Ezra remarks that he is going to solve some of the problems by the rule that is called *infused*, attributed to Job the Divisor, son of Solomon *(Quedam vero harum questionum investigantur secundum regulam que vocatur infusa . Et ipsa est regula Job, filii Salomonis divisoris*. [Libri 312]) . Two questions arise: Who is this Job, son of Solomon? and What is his *regula infusa* ?

The probable identity of Job was discovered by Julius Ruska. He noted that the text called Job a " divisor"; that is, as written in a margin of the manuscript, a professional among the Moslems who is hired to divide estates according to the wishes of the deceased and the rules of the *Koran*. Then Ruska found in Haji Khalīfa this entry, " 8974. Ferārdh Eyyūb El-Baṣri, doctrina hereditates dividendi, auctore Eyyūb El-Baṣri." [Katip 398]. According to him [Ruska 21 – 23], Job seems to have been Ajjūb ben Sulaiman al-Baṣri, the first Arab who mastered the Hindu technique of solving equations. Nothing more could be found about this elusive Job. Yet, what he did discover sets aside Tannery's thinking [45 (n)] about the meaning of the name *Job*. (Further, Tannery has nothing to offer about the identity of Abraham.) The second question about the *regula infusa* will receive considerable attention farther on. But first a few general remarks about the treatise on false position are appropriate.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : pp. 31 – 39 .

The Exhaustive Treatise on Shadows

By Abū-Al-Rayḥān al-Bīrūnī

Translation and Commentary by E S. Kennedy

Aleppo, IHAS, (1976)

Two volumes, 28 × 20 cm, Vol I, XV, 281 pp. (translation) Vol II, XVII, 223 pp. (Commentary),

19 text drawing, biblio, indices, paper bound.

This is a two volume offset publication of an English translation and commentary of al-Bīrūnī's treatise on shadows, (Ifrād al-Maqāl fi Amr al-Ẓilāl), the Arabic text of which was published in Hyderabad-Dn in 1948.

Al-Bīrūnī discussed an astonishing variety of topics related to shadows, their nature, properties and utilities. He ranged through optics, etymology, literature, religion, mathematics and astrology.

This important work of al-Bīrūnī's, the celebrated 11th century scientist of Central Asia, is significant as a primary source for the History of ancient and medieval exact sciences. Numerous excerpts cited from the writings of earlier scientists who wrote in Greek, Persian, Arabic and Sanskrit, give this work a particularly valuable feature .

Price: US $ 40.00 (2 vols). (postage expenses are not included).

References

Apollonius, Conics (Books I – IV) , Greek text in *Heiberg, Apollonius*. French translation in *Ver Eecke*. English paraphrase in *Heath, Apollonius*.

Bulmer - Thomas I. Bulmer-Thomas, *Greek mathematical works*. Cambridge Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd. 2 vols. , 1967. Reprint of the 1939 edition.

COBRH Codices Orientalis Bibliothecae Regiae Hafnensis. Pars altera, codices hebraicos et arabicos continens. Copenhagen 1851.

Djebbar A. Djebbar, *Deux mathématiciens peu connus de l'Espagne du XI*[e] *siècle: Al-Mu'taman et Ibn Sayyid*. Université de Paris-Sud, Département de Mathématique, 91405 Orsay Cedex, France 1984. Also in : M. Folkerts, J. P. Hogendijk (eds.), *Vestigia Mathematica*, Studies in medieval and early modern mathematics in honour of H. L. L. Busard, Amsterdam 1993, pp. 79 – 92.

Euclid, see *Heath, Euclid*.

GAS F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*. Vol. 5, *Mathematik* bis ca. 430 *H*. Vol. VII, *Astrologie, Meteorologie und Verwandtes*. Leiden: Brill, 1974, 1978.

Heath, Apollonius T. L . Heath, *Apollonius of Perga. Treatise on conic sections* . Cambridge : Cambridge University Press, 1896.

Heath, HGM T. L. Heath, *A history of Greek mathematics*. Oxford: Clarendon Press 1921. Reprint: New York (Dover) 1981.

Heath, Euclid T. L. Heath, *Euclid. The thirteen Books of the Elements*. Cambridge: Cambridge University Press. Second edition.

Heiberg, Apollonius J. L. Heiberg, *Apollonii pergaei quae Graece exstant cum commentariis antiquis*. Leipzig : Teubner, 1893.

Heiberg, Archimedes J. L. Heiberg, *Archimedis Opera Omnia cum commentariis Eutocii*. Stuttgart: Teubner, 3 vols., 1972 (reprint of the second edition, 1915).

Hogendijk 1 J. P. Hogendijk, " Greek and Arabic constructions of the regular heptagon ", *Archive for History of Exact Sciences* 30 (1984), 197 – 330 .

Hogendijk 2 J. P. Hogendijk , Discovery of an 11 – th century geometrical compilation: the *Istikmāl* of Yusuf al-Muʾtaman ibn Hud, king of Saragossa". *Historia Mathematica* 13 (1986), 43 – 52.

Hogendijk 3 J. P. Hogendijk, " Le roi-géomètre Al-Muʾtaman ibn Hud et son livre de la perfection (Kitab al-Istikmāl)". In : *Actes du premier colloque international sur l'histoire des mathématiques arabes, Alger*, 1 , 2 , 3, *décembre* 1986, pp. 53 – 66. Algiers: Maison des livres, 1988.

Hogendijk 4 J. P. Hogendijk, " The geometrical parts of the *Istikmāl* of Yusuf al-Muʾtaman ibn Hud. An analytical table of contents " , *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 41 (1992), 207 – 281.

Hogendijk 5 J. P. Hogendijk, " Al-Muʾtaman's simplified lemmas for solving " Alhazen's problem". To appear.

Knorr 1 W. R. Knorr " Observations on the early history of conics". *Centaurus* 26 (1982), 1 – 24.

Knorr 2 W. R. Knorr, *The ancient tradition of geometric problems*. Boston: Birkhäuser, 1986.

Knorr 3. W. R. Knorr, *Textual studies in ancient and medieval geometry*. Boston: Birkhäuser, 1988.

Thaer C. Thaer, " Die Würfelverdoppelung des Apollonios " . *Deutsche Mathematik* 5 (1940) , 241 – 243.

Tūsī Naṣir al-Dīn al-Tūsī. *Majmūʿ al-Rasāʾil* , 2 vols. Hyderabad: Osmania oriental publications Bureau, 1358 A. H. / 1952 A. D.

Toomer G. J. Toomer, *Diocles on Burning Mirrors*. New York: Springer, 1976.

Ver Eecke P. Ver Eecke, *Les Coniques d'Apollonius de Perge*. Paris: Blanchard, 1959. Reprint of the 1922 edition.

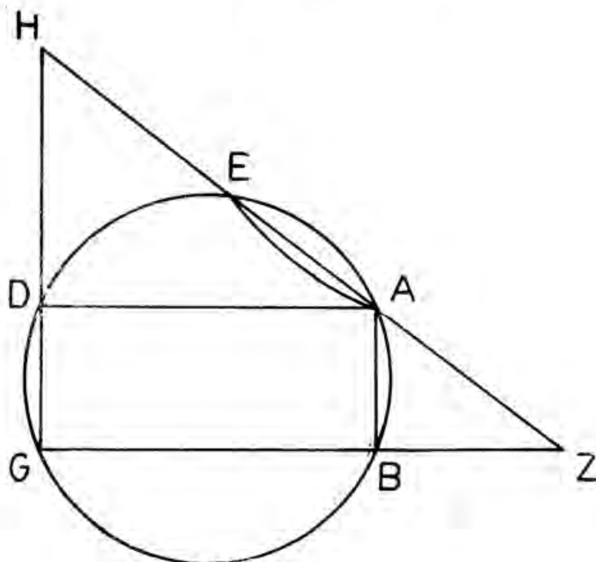


Figure 6

Proof of this: Since line AZ is equal to line EH <the rectangle AZ,ZE is equal to the rectangle AH, HE, so >[20] the rectangle GZ, ZB is equal to the rectangle GH, HD. Thus the ratio of GH to GZ, which is equal to the ratio of AB to BZ, and equal to the ratio of HD to DA, is equal to the ratio of BZ to DH. Thus the ratio of AB to BZ is equal to the ratio of BZ to DH, and equal to the ratio of DH to DA. That is what we wanted to demonstrate.

20. I have tentatively reconstructed the incomplete text. A marginal remark states that "this has been proved in the 18th proposition of the first section of the third species of the fourth species". The theorem in question includes *Conics* II:8, which is to the effect that $AZ = EH$ because points A and E are on the hyperbola and Z and H on its asymptotes. There are more marginal remarks at the top of f. 105a, but I was not able to read them because most of the text has been destroyed by worms. Because A, E, G and B are on a circle we have $AZ \cdot ZE = GZ \cdot ZB$ by Euclid, *Elements*, III : 36, and similarly $AH \cdot HE = GH \cdot HD$ because A, E, G and D are on a circle.

(Figure 5) We can also find this by means of a parabola and a circle. Let the two lines be lines <*AB*>, *BG*, and they contain a right angle. Let us draw through points *A*, *B*, *G* a circle. Let *BG* be the greater of the two lines, and let us make <it> the parameter and the axis of a parabola with vertex at point *G*. Let it meet the circle at point *D*. We draw from point *D* an ordinate *DE*. I say that lines *DE*, *EG* are the two mean proportionals. Proof of this: We join *AD*, and we extend it rectilinearly to meet line *BG* at point *Z*. We join *DG*. Then, since the angle at point *D* is (a) right (angle), the ratio of *ZE* to *ED* is equal to the ratio of *ED* to *EG*. Since *BG* is a parameter of (conic) section *GD*, the rectangle *BG*, *GE* is equal to the square of *DE*, so the ratio of *BG* to *DE* is equal to the ratio of *DE* to *EG*. Thus line *BG* is equal to line *ZE*. If we subtract the common (part) *BE*, *ZB* is equal to line *EG*. Thus the ratio of *ZE* to *ED* is equal to the ratio of line *ED* to line *EG*, and the ratio of line *EZ* to line *ED* is equal to the ratio of line *BZ* to line *BA*. Thus the ratio of line *BG* to line *ED* is equal to the ratio of line *ED* to line *EG*, and equal to the ratio of line *EG* to line *AB*.

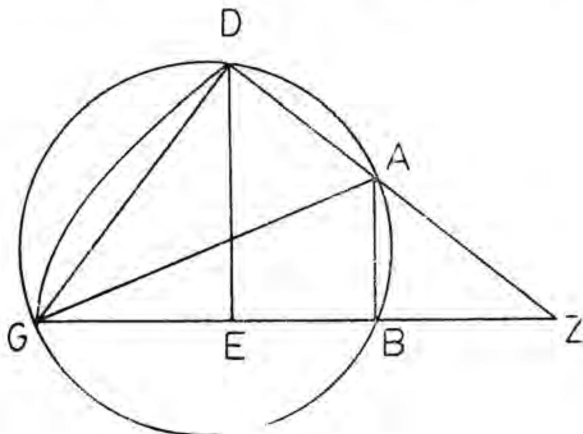


Figure 5

(Figure 6) This can also be demonstrated by means of a hyperbola and a circle. That is: if we let lines *AB*, *BG* (ms. *AG*) contain a right angle, and (if) we complete parallelogram *ABGD*, and construct on it a circle, and construct on point *A* a hyperbola with asymptotes lines *BG*, *GD*, and let it meet the circle at point *E*. We join *AE* and extend it to meet lines *GB*, *GD* at points *Z*, *H*. Then I say that lines *BZ*, *DH* are as we wished.

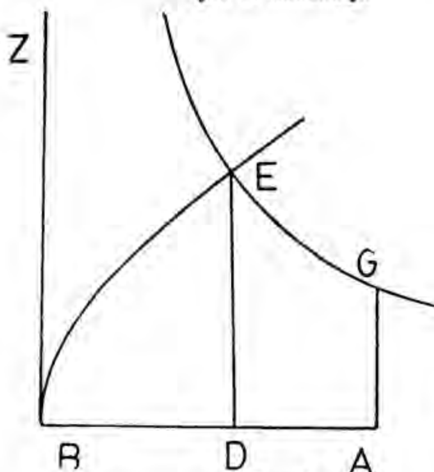


Figure 4

(Figure 4) We can also find this by means of a parabola and a hyperbola. Let us assume that this exists, by way of analysis, and let the ratio of AB to ED be equal to the ratio of ED to DB and equal to the ratio of DB to AG. Then the rectangle AB, BD is equal to the square of DE. Thus, if we make line DE parallel to line AG, the parabola with parameter line AB[18] passes through point E. Since the rectangle AG , AB is equal[19] to the rectangle ED, DB , therefore if we draw through point B line BZ parallel to line DE, then the hyperbola drawn through point G with asymptotes lines AB , BZ passes through point E. It (point E) is therefore assumed (i. e. given).

Synthesis : We assume two lines AB , AG containing an angle. We construct on line AB a parabola with vertex point B and parameter line AB[18] . We draw from point B line BZ parallel to line AG, and we construct on point G a hyperbola with asymptotes lines AB , BZ, namely (conic) section GE, and let it meet the parabola at point E. Let us draw the ordinate DE. Then, since (conic) section GE is a hyperbola, the rectangle AG , AB is equal to the rectangle ED , DB. Thus the ratio of AB to DE is equal to the ratio of DB to AG. Since (conic) section BE is a parabola with parameter AB, the rectangle AB, BD is equal to the square of DE . Thus the ratio of AB to DE is equal to the ratio of DE to DB .

18. The ordinates of the parabola are assumed to be parallel to AG . The angle is not necessarily a right angle.

19. A marginal remark states : " this has been proven in the 19th proposition of the first section of the third species of < the fourth species >. This (extant) theorem of the *Istikmāl* includes the equivalent of *Conics* II:12. Point E is on the hyperbola by the converse of *Conics* II:12 .

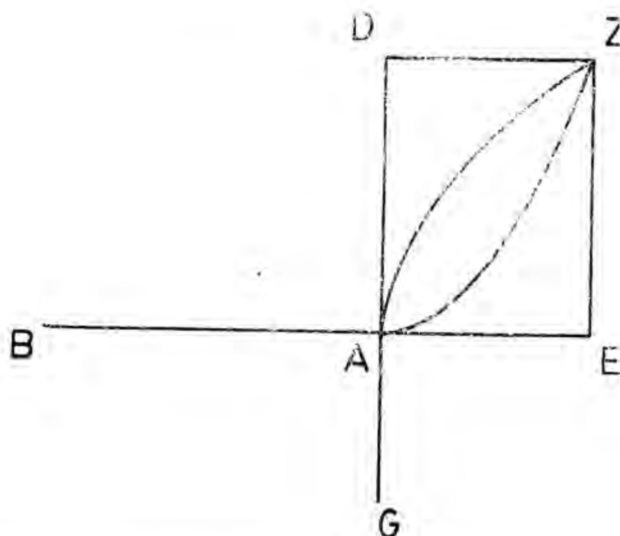


Figure 3

D, *E* two lines parallel to lines *AE*, *AD* meeting at point *Z*, then the rectangle *AB*, *AE* is equal to the square of *EZ*. Therefore the parabola with axis *AE* and parameter *AB* passes through point *Z*. Similarly, because the rectangle *AG*, *AD* is equal to the square of *ZD*, the parabola with axis *AD* and parameter line *AG* passes through point *Z*. The two (conic) sections are known in position, so point *Z* is known in position.

Synthesis · If we make line *AB* the parameter of a (conic) section with vertex point *A* and axis line *AE*, namely (conic) section *AZ*, and if we draw another (conic) section with parameter line *AG* and axis line *AD*, then it will meet (conic) section (ms. diameter) *AZ* at point *Z*, and (if) we draw from the common point *Z* two ordinates, namely lines *ZE*, *ZD*, then they are the two mean proportionals. Proof of this : Since (conic) section *AZ* is a parabola with parameter *AB*, the rectangle *AB*, *AE* is equal to the square of *AD*. Thus the ratio of *AB* to *AD* is equal to the ratio of *AD* to *AE*. Similarly also, since the rectangle *AG*, *AD* is equal to the square of *AE*, the ratio of *AD* to *AE* is equal to the ratio of *AE* to *AG*. But the ratio of *AD* to *AE* is equal to the ratio of *AB* to *AD*. Thus the ratio of *AB* to *AD* is equal to the ratio of *AD* to *AE* and equal to the ratio of *AE* to *AG*.

وقد يستبين ذلك أيضاً بقطع زائد ودائرة. وذلك أنا إذا[٩] جعلنا خطي ا ب ب ج[١٠] يحيطان بزاوية قائمة ، وتمّمنا سطح ا ب ج د المتوازي الأضلاع ، وعملنا عليه دائرة وعملنا على نقطة ا قطعاً زائداً يكون الخطّان اللذان لا يقعان عليه خطي ب ج ج د وليلق الدائرة على نقطة ه . ونصل ا ه ونخرجه حتى يلقى خطي جب ج د على نقطتي ز ح . فأقول : إن خطي ب ز د ح كما أردنا . برهان ذلك : لأن خط ا ز مساوٍ لخط ه ح يكون[١١] < مسطح ا ز في ز ه مساوياً لمسطح ا ح في ح ه فيكون > مسطح ج ز في ز ب مساوياً[١٢] لمسطح ج ح في ح د . فنسبة ج ح إلى ج ز ، التي هي كنسبة ا ب إلى ب ز وكنسبة ح د إلى د ا ، كنسبة ب ز إلى د ح[١٣]. فنسبة ا ب إلى ب ز كنسبة ب ز إلى د ح وكنسبة د ح إلى د ا . وذلك ماأردنا أن نبين .

Translation

In the name of God, the Merciful, the Compassionate. God bless Muḥammad.

The fifth species from the two genera on the mathematical sciences, on the combination of solids and their surfaces. It is in two species.

The first species on the combination of solids with plane surfaces and their surfaces[17]. The first species is divided into two sections: the first section, on the preliminaries, which play a role in the theories that follow, and the second section on the combination of solids with plane surfaces and their surfaces.

The first section. We want to demonstrate how we find two lines between two lines in continued proportion (Figure 3). Thus let the two lines be lines AB, AG and let them contain a right angle. Let us produce line AB rectilinearly to E, and AG rectilinearly to D. Then, in the way of analysis if we assume that lines AD, AE are the two means and that the ratio of AB to AD is equal to the ratio of AD to AE and equal to the ratio of AE to AG, then the rectangle AB, AE is equal to the square of AD, and the rectangle AD, AG is equal to the square of AE. Thus, if we draw from points

(٩) إذا : (في الحاشية فقط) .
(١٠) با جيم : الف جيم .
(١١) مساو لخط ها حا يكون : (في الحاشية فقط) .
(١٢) حاشية : تبين ذلك في الشكل الثامن عشر من الفصل الأول من النوع الثالث من النوع الرابع .
(١٣) دال حا : زاي حا .

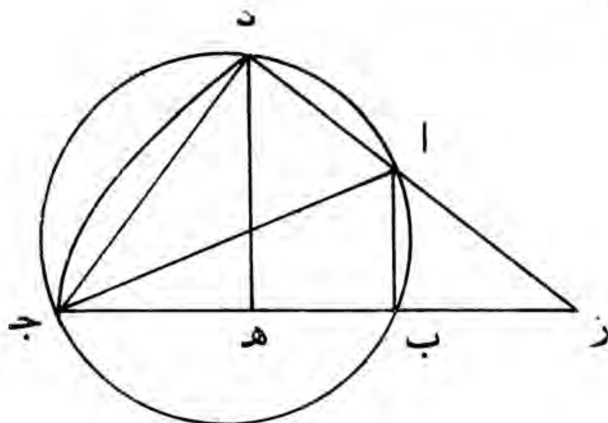
17. A marginal note in a different hand adds: "The second species, on the combination of round solids and their surfaces."

د . ونخرج من نقطة د خطاً على الترتيب وهو د ه . فأقول إن خطي د ه ه ج هما الوسطان في النسبة . برهان ذلك : إنا نصل ا د ونخرجه على استقامة إلى أن يلقى خط ب ج على نقطة[٨] ز . ونصل د ج . فلأن الزاوية التي عند نقطة د قائمة تكون نسبة ز ه إلى ه د كنسبة ه د إلى ه ج . ولأن ب ج ضلع قائم لتطع ج د يكون مسطح ب ج في ج ه مساوياً لمربع د ه فنسبة ب ج إلى د ه كنسبة د ه إلى ه ج . فخط ب ج مساوٍ لخط ز ه . وإذا أسقطنا ب ه المشترك كان ز ب مساوياً لخط ه ج . فنسبة ز ه إلى ه د كنسبة خط ه د إلى خط ه ج . ونسبة خط ه ز إلى خط ه د كنسبة خط ب ز إلى خط ب ا . فنسبة خط ب ج إلى خط ه د كنسبة خط ه د إلى خط ه ج وكنسبة خط ه ج إلى خط ا ب .

(٨) نقطة : استقامة (نص) ، نقطة (حاشية)

د ب[٥] ، إذا أخرجنا من نقطة ب خط ب ز موازياً لخط د ه كان القطع الزائد الذي يرسم على نقطة ج والخطان اللذان لايقعان عليه خطا اب ب ز يمر بنقطة ه ، فهي مفروضة.

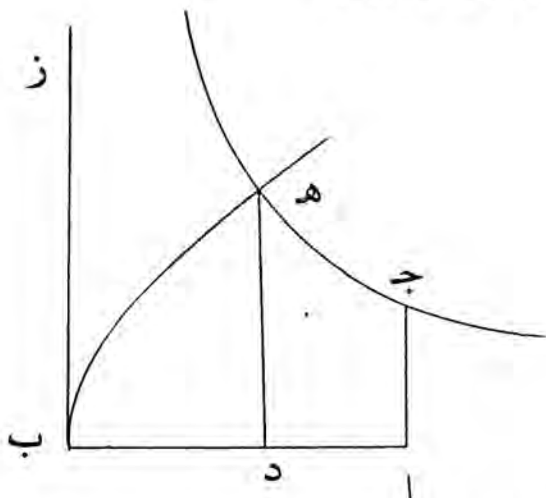
فعلى التركيب نفرض خطي اب < ا > ج يحيطان بزاوية . ونعمل على خط اب قطعاً مكافياً رأسه نقطة ب وضلعه القائم خط اب . ونخرج من نقطة ب خط ب ز موازياً لخط اج ، ونرسم على نقطة ج قطعاً زائداً يكون الخطان اللذان لايقعان عليه خطي اب ب ز وهو قطع ج ه ، وليلق القطع المكافي على نقطة ه . ولنخرج خط د ه على الترتيب . فلأن قطع ج ه زائد يكون مسطح اج في اب مساوياً لمسطح ه د في د ب . فتكون نسبة اب إلى د ه كنسبة د ب إلى اج . ولأن قطع ب ه مكافٍ وضلعه القائم اب يكون مسطح اب في ب د مساوياً لمربع د ه . فنسبة اب إلى د ه كنسبة د ه إلى د ب .



وقد نجد ذلك بقطع مكاف ودائرة[٦] . فليكن الخطان خطي < اب > ب ج ويحيطان بزاوية قائمة . ولنرسم على نقط ا ب ج دائرة . وليكن ب ج أعظم الخطين ولنجعله[٧] ضلعاً قائماً وسهماً لقطع مكافٍ رأسه نقطة ج . وليلق الدائرة على نقطة

(٥) دال با : دال فا .
(٦) دائرة : وهي (نص) ، دائرة (حاشية) .
(٧) ولنجعله : ولنجعل .

فعلى التركيب : إذا جعلنا خط[٢] اب ضلعاً قائماً لقطع يكون رأسه نقطة ا وسهمه خط اه وهو قطع از . ورسمنا قطعاً آخر يكون ضلعه القائم خط اج وسهمه خط اد فلقي قطع[٣] از على نقطة ز ، وأخرجنا من نقطة ز المشتركة خطين على الترتيب وهما خطا زه زد كانا الوسطين في النسبة . برهان ذلك : لأن قطع از قطع مكافٍ وضلعه القائم اب يكون مسطح اب في اه مساوياً لمربع اد . فنسبة اب إلى اد كنسبة اد إلى اه . وكذلك أيضاً لأن سطح اج في اد مساوٍ لمربع اه تكون نسبة اد إلى اه كنسبة اه إلى اج . ونسبة اد إلى اه كنسبة اب إلى اد . فنسبة اب إلى اد كنسبة اد إلى اه وكنسبة اه إلى اج .

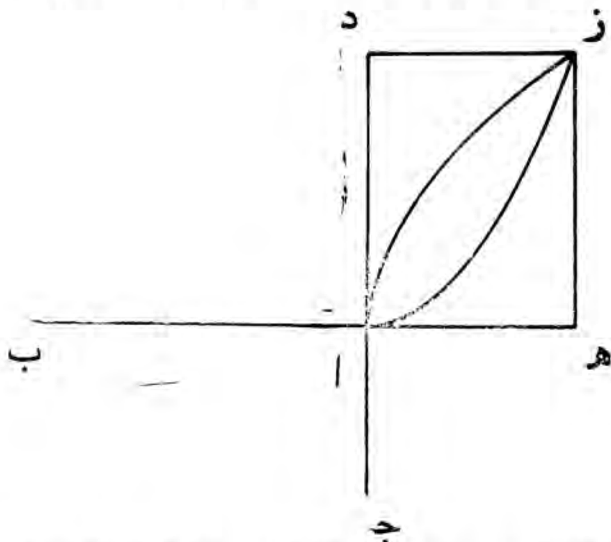


وقد نجد ذلك بقطع مكافٍ وزائد . فلنفرض <أن> ذلك قد كان على التحليل ولتكن نسبة اب إلى هد كنسبة هد إلى دب وكنسبة دب إلى اج . فيكون مسطح اب في بد مساوياً لمربع ده . فإذا جعلنا خط ده موازياً لخط اج كان القطع المكافى الذي ضلعه القائم خط اب يمرّ بنقطة ه . ولأن مسطح اج في اب مساو[٤] لمسطح هد في

(٢) خط : خطي .
(٣) قطع : قطر .
(٤) حاشية : تبين ذلك في الشكل التاسع عشر من الفصل الأول من النوع الثالث من <النوع الرابع> .

بعضها إلى بعض[1] . النوع الأول ينقسم إلى فصلين . الفصل الأول في مقدمات تتصرف فيما بعد من العلوم . الفصل الثاني في إضافة المجسمات المستقيمة السطوح وسطوحها بعضها إلى بعض .

الفصل الأول. نريد أن نبيّن كيف نجد خطّين بين خطّين تتوالى متناسبة. فليكن الخطان خطي اب اج وليحيطا بزاوية قائمة ولنخرج خط



اب على استقامة إلى ه و اج على استقامة إلى د . فعلى التحليل إذا فرضنا خطي اد اه هما الخطان الوسطان وأن نسبة اب إلى اد كنسبة اد إلى اه وكنسبة اه إلى اج ، كان مسطح اب في اه مساوياً لمربع اد ومسطح اد في اج مساوياً لمربع اه . فإذا نحن أخرجنا من نقطتي د ه خطين موازيين لخطي اه اد والتاقيا على نقطة ز كان مسطح اب في اه مساويا لمربع ه ز . فالقطع المكافى الذي سهمه اه وضلعه القائم اب يمر بنقطة ز . وكذلك لأن مسطح اج في اد مساو لمربع ز د يكون القطع المكافى الذي سهمه اد وضلعه القائم خط اج يمر بنقطة ز . والقطعان معلوما الوضع فنقطة ز معلومة الوضع .

(١) حاشية : النوع الثاني في إضافة المجسمات المستديرة وسطوحها بعضها إلى بعض .

a parabola and a circle . It is unlikely that such a solution would have vanished without leaving a trace in the quite considerable literature on conic sections that has survived from this period[14] . Hence it seems that (*c*) was unknown to the 10th century geometers in the Eastern Islamic world.

The fact that there were competent geometers who knew (*b*) and (*d*) but who did not know (*c*) shows that the discovery of (*c*) is not a trivial accomplishment in the context of medieval geometry. Such a discovery presupposes perfect insight into the ideas behind the constructions (*b*) and (*d*) , independent of the notations that were used (compare Figures 4 and 6) , and good a knowledge of conic sections. Thus the author of (*c*) must have been a capable mathematician .

Al -Muʾtaman's mathematical abilities are shown by the remarkable simplification in the *Istikmāl* of the difficult solution of the " problem of Alhazen " found in Ibn al - Haytham's *Optics*[15] . Because Ibn al-Haytham died around 1041 , less than 45 years before Al-Muʾtaman, and because no other traces of the *Optics* are known in the entire Arabic tradition before ca. 1300 , it is practically certain that Al-Muʾtaman was the author of these simplifications. As we have seen, it is unlikely that (*c*) was known to the geometers of the 10th-century Eastern Islamic world . We can therefore assume that al-Muʾtaman was also the author of (*c*).

Text and translation of proposition 1 *of section* 1 *of species* 1 *of species* 5 *of the Istikmāl.*

The following edition of the Arabic text is based on the manuscript Copenhagen, Royal Library, Or. 82, f. 104a – 105a[16]. My own explanatory additions are in parentheses. The abbreviation ms. in the translation indicates erroneous words or letters in the manuscript . Words and passages in pointed brackets < > have been added by me in order to restore the text. In the Arabic manuscript the scribe writes the full names of letters denoting points in geometrical figures (for point *A* the name *alif* instead of the letter *alif*). In my edited text I write the letters and not the names.

Arabic text

بسم الله الرحمان الرحيم . صلى الله على محمّد .

النوع الخامس من جنسي التعاليم الرياضية في إضافة المجسمات وسطوحها بعضها إلى بعض وهو نوعان . النوع الأول في إضافة المجسمات المستقيمة السطوح وسطوحها

14. See for example *Knorr* 3 and *Hogendijk* 1 .
15. See *Hogendijk* 3 , 5.
16. See *COBRH* 64 – 67 and *Hogendijk* 2 or 4.

can be proved that there were at least two capable geometers before al-Muʾtaman who knew (*b*) and (*d*) , namely Abū Jaʿfar al-Khāzin (early 10th century) and Al-Sijzī (middle of 10th century) . Abū Jaʿfar al-Khāzin must have known (*b*) . because he refers to Eutocius' collection of constructions of two mean proportionals; Abū Jaʿfar also discussed (*d*) in detail[9] . In a manuscript in Paris (Bibliothèque Nationale, Fonds Arabe 2457 , 191b) Al – Sijzī summarized the commentary of Eutocius, so he knew (*b*) . In the same manuscript, al-Sijzī copied (*d*) in the version of his contemporary al-Harawī; al-Sijzī also wrote an edited version of (*d*)[10] . Finally it can be noted that Abū Sahl al-Kūhī also knew (*d*)[11] , and that (*b*) was known to the 10th – century geometer Abū ʿAbdallāh Al-Shannī , who mentions in his *Disclosure of the fallacy of Abū'l - Jūd* (Kashf tamwīh Abī'l – Jūd): "the book of Eutocius who collected in it the statements of the ancients on the construction of two mean proportionals between two given lines , and he rendered in it two methods by Mānāchmus, in one of which he used a hyperbola and a parabola and in the second of which he used two parabolas[12] . " Here Al-Shannī refers to (*b*) and (*a*).

To sum up : in the 10th century there were at least four geometers who knew (*d*) and three geometers who knew (*b*) , and two geometers who knew (*b*) and (*d*)[13] . However, (*c*) does not appear in any known geometrical work that was written in the entire Eastern Islamic world. We note that especially the 10th-century Eastern Islamic geometers were very fond of finding new solutions to old problems , such as the trisection of the angle and the construction of a regular heptagon, by means of conic sections. Hence there would have been much interest in the 10th century in a solution (*c*) of the prestigious problem of two mean proportionals by means of

9. Cf. *Knorr* 3, pp. 311 , 254 – 255.
10. Cf. *GAS* V, p. 130, a ; *GAS* VII, p. 409 no. 7.
11. Cf. *Knorr* 3 , pp. 252 – 265.
12. Al-Shannī then renders the synthesis of (*a*) beginning with "Mānāchmus said" (ms. Kairo , Dār al-Kutub Muṣṭafā Fāḍil Riyāḍa 41m , 132b, see *Hogendijk* 1, p. 277, M8). Al-Shannī says that (*a*) was plagiarized by Abū'l -Jūd in his work *al-Handasiyyāt* (" Geometrica") , which is now lost. The attribution of (*a*) to Menaechmus is of some interest. Construction (*a*) is presented in the Greek text and in the Arabic translation of Eutocius' commentary as " another way " (Arabic: ʿalā wajh ākhar in ms. Escurial 960/2), without reference to any author. The authorship of (*a*) has been repeatedly discussed in the recent literature (cf. *Toomer*, *Knorr* 1 , 2 , 3). Before these publications, modern historians assumed that (*a*) was by Menaechmus because (*a*) follows (*b*) , which is attributed explicitly to Menaechmus. It is interesting to note that Al-Shannī drew the same (natural but not logically necessary) conclusion.
13. Naṣir al-Dīn al-Ṭūsī (A. D. 1201 – 1274) also knew (*b*) and (*d*) . In his edition of Archimedes *On the Sphere and Cylinder*, al - Ṭūsī mentions the commentary of Eutocius several times, so he must have known (*b*) (cf. *Ṭūsī* vol. 2, no. 5, p. 1 line 17, p. 89 line 14). Al-Ṭūsī presents (*d*) in the same text (*Ṭūsī* vol. 2, no. 5, p. 80 – 81, *Knorr* 3, p. 264). It seems therefore that he found (*d*) simpler than the constructions (*a*) or (*b*) of Eutocius' commentary.

$y^2 = qx$, so D is on the parabola (P_1) with axis BG, vertex G and parameter q (cf. *Conics* I : 11) ;

$x^2 = py$, so D is on the parabola (P_2) with axis KG, vertex G and parameter p (cf. *Conics* I : 11) ;

$xy = pq$, so D is on the hyperbola (H) with asymptotes KG and GB and passing through A (cf. *Conics* II : 12) .

We can easily show that D is also on the circumscribed circle C of rectangle $ABGK$, if we know that D is on P_1 and P_2. Adding the equations of the parabolas we obtain $y^2 + x^2 = qx + py$. This expression can be rewritten as $(x - q/2)^2 + (y - p/2)^2 = (p^2 + q^2)/4$, which is the equation of C.

Now the constructions (*a*) (*b*) (*c*) and (*d*) can be sketched easily: (a) uses P_1, P_2 ; (*b*) uses P_1, H ; (*c*) uses P_1, C and (*d*) uses H, C .

The preceding analysis[9] uses the modern algebraic notation which was introduced by René Descartes in his *Géométrie* (1637) . My mathematical analysis gives a misleading impression of the history of (*d*) , for it seems that (*d*) was discovered independently of (*a*) . This can be inferred from the proofs of (*d*) in the extant sources (including the *Istikmāl*) . These proofs are based on the following identities , which do not occur in the preceding analysis :

1. $ZA = DM$ because D and A are points on the hyperbola with asymptotes KG and GB (*Conics* II : 8) .

2. $MK \cdot MG = MD \cdot MA$, because K, G, D and A are points on the circle (*Elements* III : 36).

3. $ZB \cdot ZG = ZA \cdot ZD$ because B, G, A and D are points on the circle (*Elements* III : 36).

Nevertheless, my analysis suggests that once (*b*) and (*d*) are known, (*c*) can easily be discovered by someone who realizes that the hyperbolas in (*b*) and (*d*) are the same. It is likely that this is what actually happened. The identities $ZE = BG$ and $ZB = EG$, which occur in the proof of (*c*) in the *Istikmāl* , are closely related to $ZA = DM$, which is used in the proof of (*d*). Hence the author of (*c*) probably knew that D is also on the hyperbola in (*d*).

It is true that the discovery of (*c*) from (*b*) and (*d*) presupposes that sources containing (*b*) and (*d*) are available to the same person . However, it

8. In principle one can rephrase the whole argument in the language of squares and rectangles, used in ancient and medieval mathematics. In this way the equation of C is not easily discovered from the equations of P_1 and P_2 .

We have already shown $ZE : ED = ED : EG$. By similar triangles $ZB : BA = ZE : ED$. Thus $ED : EG = ZB : BA = EG : BA$, q. e. d.

Figure 2

From a modern mathematical point of view construction (*c*) is closely related to the three other constructions (*a*) , (*b*) and (*d*). This is illustrated by the following analysis, referring to Figure 2, in which the same notation has been used as in Figure 1 . The analysis dœs not take account of the notation used in (*a*), (*b*) and (*d*) in the *Istikmāl*. We suppose that $p = AB = KG$ and $q = AK = BG$ are the two given segments , and that $ABGK$ is a rectangle. Suppose that the two mean proportionals are $Y = DE$ and $X = EG$, and let DE be perpendicular to BG . For later use we extend AD in both directions to meet GB extended at Z and GK extended at M.

We have assumed

$$p : x = x : y = y : q \qquad (1)$$

Hence

the angle at B is a right angle, AG is a diameter of the circle). Draw a parabola with axis GB, vertex G and parameter GB . Let the parabola intersect the circle at D. Draw the ordinate DE (thar is to say , the perpendicular to the axis). Then ED and EG are the required mean proportionals , that is to say $BG : ED = ED : EG = EG : AB$.

Proof :

Figure 1

Extend DA and GB to meet at Z, join DG .

(Al-Mu'taman dœs not prove that DA and GB meet and that the point of intersection Z is beyond 4 and B. This can be proved as follows : Complete the rectangle $ABGK$ and let BA meet the parabola at L. Then K is on the circle, GK is tangent to the parabola, and by Apollonius , *Conics* 1 : 11 we have $LB^2 = BG \cdot BG$, so $LB = GB > AB$. Hence L is outside the circle. Therefore the point of intersection D is between K and A, so $DE > AB$. Thus DA and GB meet beyond A and B.)

Since point D is on the circle and AG is a diameter, angle ZDG is a right angle (Euclid, *Elements*, III : 31) , so $ZE : ED = ED : EG$ by similar triangles (*Elements* VI : 8) . Since D is on the parabola , $ED^2 = BG \cdot EG$ (*Conics* 1 : 11), so $BG : ED = ED : EG$, which is the first equality to be proved. Thus $ZE : ED = BG : ED$, so $ZE = BG$. BY subtraction of BE we obtain $ZB = EG$.

this proposition are given below. In the following introductory analysis the constructions will be labelled (*a*), (*b*), (*c*) and (*d*), being the order in which they occur in the *Istikmāl*.

A comparison between the *Istikmāl* and other Greek and Arabic mathematical works shows that al-Muʾtaman took many theorems and constructions in the *Istikmāl* from other sources[4]. These sources may have been mentioned in a preface, which is now lost, but the extant parts of the *Istikmāl* contain only straight mathematics in the style of Euclid's *Elements*, and thus the text gives no explicit information on the origin of (*a*), (*b*), (*c*) and (*d*). However, constructions (*a*) (by means of two parabolas) and (*b*) (by means of a parabola and a hyperbola) are the same as two constructions in the commentary by Eutocius (ca. 500 A. D.) on proposition 1 of Book II of *On the Sphere and Cylinder* of Archimedes[5]. In construction (*a*), Al-Muʾtaman draws the parameters of the two parabolas in a very peculiar way, as segments of the axes (AB and AG in Figure 3) outside the parabola, in the same way as Eutocius did in his Commentary on Book II of Archimedes' *On the Sphere and Cylinder*. In the classical Apollonian theory, the parameter of a parabola is always represented as a segment perpendicular to the axis[6]. Therefore it is clear that Al-Muʾtaman took (*a*) from the Arabic translation of Eutocius' commentary. In the text of Eutocius (*a*) follows (*b*), and thus it is plausible that Al-Muʾtaman also took (*b*) from Eutocius. Al-Muʾtaman did not copy (*a*) and (*b*) literally, but he made a number of editorial changes. He handled most other material in the *Istikmāl* in a similar way.

Construction (*d*) (by means of a circle and a hyperbola) appears in many slightly different forms in the Arabic tradition. This construction is probably of Greek origin, and its author may have been Apollonius[7]. Because construction (d) is found in several extant Arabic sources antedating Al-Muʾtaman, it is likely that (*d*) was not his own discovery. I have not been able to identify the source from which he took (*d*).

I now present a paraphrase of (*c*), referring to Figure 1. I render the arguments in the same order as al-Muʾtaman, so that the paraphrase can function as a commentary on the text below.

One is asked to find two mean proportionals between two given segments AB and BG. Suppose that the angle at B is a right angle and that $BG > AB$. Join AG and circumscribe a circle around triangle ABG (because

4. See *Hogendijk* 4.
5. For the Greek text of (*a*) and (*b*) see *Heiberg*, *Archimedes*, vol. 3, pp. 78 – 84; an English translation of (*b*) is in *Bulmer-Thomas* vol. 1, pp. 278 – 283.
6. See *Heath*, *Apollonius*, pp. 8 – 9.
7. See *Knorr* 3, pp. 252 – 265, 305 and *Thaer*.

Four constructions of two mean proportionals between two given lines in the Book of Perfection *Istikmal* of Al-Muʾtaman Ibn Hūd

JAN P. HOGENDIJK*

1. *Introduction*

The construction of two mean proportionals between two given lines is one of the classical problems of Greek geometry. Two straight line segments p and q are given. The problem is to construct two other straight segments ("mean proportionals") x and y in such a way that $p : x = x : y = y : q$. In modern algebraical notation the problem is equivalent to the cubic equation $x^3 = p^2q$, and therefore two mean proportionals cannot in general be constructed by ruler and compass. The Greek geometers found solutions by means of more complicated instruments or using conic sections or other curves.[1]

Several constructions of two mean proportionals were transmitted from Greek into Arabic. The geometers of medieval Islam continued to write on the subject, but in most cases they rendered the solutions that had been found by their Greek predecessors. This paper is about a construction of two mean proportionals which is not found in the Greek literature, and which is probably of Arabic origin. It is a construction by means of a circle and a parabola found in the Book *Istikmāl* (Perfection) of the Andalusian geometer Yūsuf al-Muʾtaman ibn Hūd[2], who was the ruler of Saragossa from 1081 – 1085 A. D. I will argue below that al-Muʾtaman was the author of the construction.

In proposition 1 of the "first section of the first species of the fifth species[3]" of the *Istikmāl* al-Muʾtaman presents four constructions of two mean proportionals between two given lines. The text and translation of

* Department of Mathematics, Budapestlaan 6, 3508 TA Utrecht -The Netherlands.

1. A survey of the Greek constructions of two mean proportionals can be found in *Heath*, *HGM*, vol. 1, pp. 244 – 270.
2. On Al-Mu'taman see *Djebbar*.
3. More information on the division of the *Istikmāl* into species and sections can be found in *Hogendijk* 2, 4.

Sources & Studies in the History of Arabic-Islamic Science
History of Technology Series - 4

ARABIC
WATER CLOCKS

by

Donald R. Hill

University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo, Syria
1981

Publications Dealing with Technology At the «I.H.A.S.»

Al - Hassan, Ahmad Y.	A compendium of the Theory and Practice of the Mechanical Arts, by Abu al-ᶜIzz al -Razzaz al-Jazarī. US $ 48.00 .
Al - Hassan, Ahmad Y.	Al - Ḥiyal, by Banū Mūsā (Mechanical Ingenious Devices). US $ 36.00 .
Al - Hassan, Ahmad Y.	Taqī al - Dīn and Arabic Mechanical Engineering (Second Edition) . US $ 24.00
Hill, Donald	Arabic Water Clocks (In English) US $ 12.00
Al - Hindī, Iḥsān	Al - Anīq fi'l – Manājinīq, by Ibn Arunbagha al - Zaradkāsh. US $ 12.00
Watson, Andrew-Translated by Al- Ashqar, A.	Agricultural Innovation in the Early Islamic World. US $ 18.00

4. Quotations were given above from reliable literature of the seventeenth century, that the noted Arabist Golius, translated the Jâbir works in question from an Arabic manuscript, and published the Latin translation in Leiden.

One main reason, in our opinion, for Berthelot's hypothesis was that *The Sum of Perfection* and the four other treatises were so important and influential that he felt that this distinction should not be left untainted. The treatises contain also some important recipes for mineral acids, such as nitric. It was appealing also, to give this honour to a Latin Pseudo-Geber.

In this short account we cannot discuss the matter in further detail. Holmyard who was always opposed to Berthelot's hypothesis, when discussing the treatises, concludes by saying : " we may safely say that they are not unworthy of Jābir and that he is worthy of them; and that we know of no other chemist , Muslim or Christian, who could for one moment be imagined to have written them "[24] .

24 – *Holmyard*, p. 65

"Golius was not, however, the first translator of Geber. A translation of the longest and most important of his tracts into Latin appeared in Strassburg, in 1529. There was another translation published in Italy, from a manuscript in the Vatican. There probably might be also other translations. I have compared four different copies of Geber's works, and found some differences, though not very material. I have followed Russell's English translation most commonly, as upon the whole the most accurate that I have seen"[22].

Holmyard discussed Berthelot's arguments and refuted them[23]. One main argument was that the Arabic originals are not available. But Holmyard pointed out that until recently the *Book of Seventy* was available only in its Latin version and the Arabic text was discovered only recently. Also the history of the Latin editions which was cited above refers to specific locations of the Arabic manuscripts. A search for these and other manuscripts may be fruitful.. The search should be done by workers well versed in Arabic, to study all the works of Jābir in Arabic and compare them with the disputed Latin versions and with their translations into other European languages.

Let us summarize briefly the points that were raised in the above discussion :

1. Alchemy in the last part of the thirteenth century, was still an unknown subject in the Latin World according to Bacon who wrote in 1266. It follows that such mature works like the *Summa* and the other Latin works of Jābir could not suddenly be written by a Latin writer in this same period.

2. Jābir was not quoted by any of the thirteenth century writers on alchemy, namely : Scot, Vincent, Albertus or Roger Bacon, and he did not enjoy a high prestige in the Latin West in that century. His fame arose suddenly only after the translation of his works at the end of the century. It follows that there was no reason why a Latin writer should ascribe his writings to an unknown Arabic alchemist.

3. Even if we assume that the pseudo-Latin writer made only compilations from the already translated Arabic alchemical works, the disputed Latin works of Jābir contain a much vaster information than was available in the Latin translations until then. And, again, the prevailing ignorance of alchemy as described by Bacon, could not enable any Latin writer to have access to such detailed and wide knowledge as given in the Summa corpus.

22 - *Thomson*, vol. I, pp. 116 - 17, and notes to these two pages; Holmyard, E. J., *The Works of Geber, Englished by Richard Russell*, 1678, London, 1928.

23 - *Holmyard wrote several papers on this subject. His views are summarized in his book Makers of Chemistry*, pp. 60 - 63 .

were of great influence on the whole of Europe. The last major work which he has written in 1724, was *Elementa Chemiae* in two volumes. The *Elementa* deals with the history, science, and practical experiments of chemistry. Soon it became the most popular treatise on the chemistry of the period. The Latin text passed through ten editions between 1732 and 1759 which were published in several cities in Europe, and it was translated into German, French, and English in several editions. Thomson says that it " was undoubtedly the most learned and most luminous treatise on chemistry that the world had yet seen "[18].

In discussing Jābir, Bœrhaave says that " His works were translated into Latin by several hands, and published by Golius"[19]. More details are given in the footnotes :

> " Golius, professor of the oriental languages in the University of Leiden, made the first present of Geber's pieces, in manuscript, to the public library ; and translated it into Latin, and published it in the same city, in folio ; and thence afterwards in quarto, under the title of Lapis Philosophorum. It contains abundance of curious and useful things about the nature of metals, their purification, fusion, malleability, etc. with excellent accounts of salts, and aqua fortes. Several of his experiments are verified by present practice, and have passed for modern discoveries ; the exactness of his operations is really surprising, except perhaps in what relates to the philosopher's stone"[20].

Jacobus Golius (1596 – 1667) was a celebrated seventeenth century Arabist in the Netherlands. He was also a scientist and engineer. He travelled twice to the Arab countries, one time to al-Maghrib and another to the Near East where he stayed four years. In both visits he collected rare Arabic manuscripts. Some of these were given to Leiden University and some remained for his own collection. His private collection was sold at an auction at a later date after his death. He also compiled an important Latin-Arabic dictionary. Therefore, as an Arabist, scientist and a collector of rare Arabic manuscripts, Golius was best qualified to translate Jābir's works[21].

Thomas Thomson (1773 – 1852) who was professor of chemistry at Edinburgh, wrote *The History of Chemistry* in 1830, nearly 60 years before Berthelot. Despite his strong negative feelings towards Islamic scientific achievements, which were expressed freely in his book, he gave a full account about Golius' translation. He further mentions in his book that :

18 – *Stillman*, pp. 431 – 33.

19 – *Boerhaave*, Herman, *A New Method of Chemistry*; *including the History, Theory, and Practice of the Art* ; *Translated from the original Latin of Dr. Boerhaave's Elementa Chemiae, as published by himself, etc.* by Peter Shaw, M. D., second edition, London, 1761. vol. 1, pp. 26 – 27.

20 – *Boerhaave*, p. 26, note k. 3.

21 – *ISIS Cumulative Bibliography*, vol. I, ed. Magda Whitrow, London, 1971, p. 502; Al-ʿAqīqī, Najīb, *Al-Mustashriqūn*, vol. II., Cairo, 1965, pp. 654 – 55.

treatises[10]. A translation based on a MS in the Vatican was published in Italy[11] probably between 1510 and 1520[12]. A translation of most of these tracts into Latin appeared in Strassburg in 1529[13], also 1531. Other editions appeared in Nuremberg 1541; Venice 1542; Bern 1545; Leiden 1668; Danzig 1682; etc[14]. It seems that there were more than one translation and several different printed editions[15].

Towards the end of the nineteenth century Berthelot came out with a hypothesis that the Latin works of Jābir were written by a European alchemist who used the name of Jābir to give importance to his work[16]. Berthelot was the most celebrated historian of chemistry in France and Europe, and he enjoyed great prestige and authority. As soon as he published his assumptions, they were adopted by most Western historians of chemistry, with the notable exception of Holmyard. After that, workers concentrated their efforts towards finding any evidence which can support Berthelot's claims. But despite the huge amount of published literature that appeared during a whole century, in support of Berthelot, these claims could not be established. The fact is that most of Jābir's extant works in Arabic were not studied until now by scholars who are quite familiar with the language, and that manuscripts that were thought to be lost, continue to appear. It is dangerous in the world of scholarship to build history on mere assumptions[17].

The following story is given below because of its extreme importance to our present discussion : According to this information, there is one Latin edition translated from Arabic by a well - known Arabist in Leiden :

Herman Bœrhaave (1668 – 1738), who gave the information, was a most distinguished scientist. He is considered the first great clinical teacher, and the founder of the modern system of medical instruction. Thomas Thomson considered him " perhaps the most celebrated physician that ever existed, if we except Hippocrates." He spent most of his life in Leiden where he held the chairs of medicine and chemistry. He became also the rector of the university. He raised the fame of the University of Leiden, and students came to it from all parts of Europe. His writings in medicine and chemistry

10 – *Multhauf*, p. 171, note 81.

11 – *Thomson*, Thomas, *The History of Chemistry*, vol. 1, London, 1830, note to p. 116.

12 – *Sarton*, vol. II, p. 1044.

13 – *Thomson*, vol. II, note to p. 116.

14 – *Sarton*, vol. II, p. 1044.

15 – *Thomson*, vol. II, note to pp. 116 - 117.

16 – *Berthelot*, Marcellin, *La chimie au moyen age*, vol. I, Paris, 1893, pp. 336 – 50; *Stillman*, pp. 277 – 278; Newman, pp. 60 – 62.

17 – The recent book of Newman went a further step by assigning a specific Latin author for Jabir's Latin works.

In the Latin West, during this period, the value of Jābir's *Kitāb al-Sab'in* was not fully appreciated compared with the other translated alchemical books, and it did not exert the same influence as the works of al-Rāzī and ibn Sīnā. It was not quoted nor mentioned by any of the eminent writers whom we have just mentioned. In other words, Jābir was not yet well known in the Latin world, and he did not have yet the prestige which can induce a talented Latin alchemical pseudo-writer to attribute to him a whole corpus of exceptional treatises that were supposedly written by that Latin writer, as Berthelot and his school wanted the world of science to believe. The other fact which emerges from Roger Bacon's passages, quoted above, is that no Latin writer was able by the end of the thirteenth century to write such a vast and mature corpus of alchemical knowledge.

The translation movement of Arabic alchemical works into Latin which started in the middle of the twelfth century was resumed in the latter part of the thirteenth. One alchemical work, the *Liber Claritatis*, ascribed to Jābir, appeared in Latin in the last third of the thirteenth century[8]. Also around the year 1300, another of Jābir's books the *Summa Perfectionis magesterii* (Sum of Perfection) was translated into Latin[9]. This book is usually accompanied by four other treatises which were also translations from Arabic: *De investigatione perfectionis* (The Investigation of Perfection), *De inventione veritatis* (The Invention of Verity) , *Liber fornacum* (The Book of Furnaces), and the *Testamentum* (Testament). These treatises were frequently printed together in one volume between the fifteenth and the seventeenth centuries.

The *Summa* was so successful that it became, according to Sarton, the main chemical textbook of medieval Europe. It was a manual on the general chemical literature, so clear and concise as to make an epoch in chemical literature, and it remained without rival for several centuries. *The Summa* and the treatises associated with it, were of the same calibre as al-Rāzī's treatises. They were particularly notable for their clarity and freedom from mysticism and allegory. Naturally they appealed to practical chemists and they exerted a great influence on Western chemists until the rise of modern chemistry. The name of Jābir in its Latin form " Geber " became suddenly a most celebrated one. Indeed Jābir was called by Western historians " the father and founder of chemistry ".

There were several translations for the *Sum of Perfection*. The date 1300 A.D. was based on citations in other works. The first printed book appeared in 1481, probably in Rome and it contained two of the five Latin

8 – *Sarton*, George, *Introduction to the History of Science*, vol. II, part II, p. 1045.

9 – *Stillman*, p. 277.

de Beauvais, which was written around 1256 – 59. In the alchemical part, Vincent's only dominant authorities were al-Rāzī, ibn Sīnā and Aristotle; and Jābir was not among them[4].

The great scientists of the century in Europe were Albertus Magnus and Roger Bacon. The only authority for Albertus in alchemy was ibn Sīnā, and like ibn Sīnā, he argued against the transmutation of metals. In his argument, he attacked Khālid ibn Yazīd[5], and this is a clear indication that Albertus was not acquainted with the works of Jābir.

Roger Bacon believed in the great importance of alchemy and in transmutation. He did not mention Jābir in his works although he became acquainted to alchemy from the Latin translations of Arabic works[6]. Roger wrote his *Opus tertium* around the year 1266. The following excerpt from this book describe the state of knowledge of alchemy among the learned circles in the Latin World in the second half of the thirteenth century :

> But there is another science which is about the generation of things from the elements, and from all inanimate things, for example the elements, simple and compounded humors, common stones, gems, and types of marble, gold and other metals, sulfurs, salts, and inks, azures, minium, and other colours, oils and burning pitches, *and countless other things of which we have nothing in the books of Aristotle*; *nor do natural philosophers know of these things, nor the whole Latin crowd of Latin writers*. And since *this science is not known to the generality of students*, it necessarily follows that they are ignorant of all natural things that follow therefrom, for example the generation of animated things, such as vegetables, animals, and men, for prior things having been ignored , it is necessary that posterior things be ignored .... Whence, *on account of their ignorance of this science*, common natural philosophy cannot be known, nor theoretical medicine, nor, consequently, practical medicine, not only because natural philosophy and theoretical medicine are necessary for its practice, but because all simple medicines from inanimate things are received from this science which I have touched upon , as is made clear in the second book on medicine by Avicenna who enumerates the medicinal simples, and as is evidenced by other authors. Of these medicines neither the names nor their meanings can be understood except through this science. And *this science is called " theoretical alchemy "*, which theorizes about all inanimate things and about the generation of things from the elements. There is in addition an operative and practical alchemy, which teaches how to make noble metals, colours, and many other things-better and more plentifully by art than they are produced by nature. And a science of this sort is greater than all the preceding, because it produces greater utility. Not only can it provide the expenditures and countless other needs of the republic, but it teaches to discover such things as can greatly prolong human life, which cannot be arrived at by nature[7].

4 – *Multhauf*, p. 168; Newman, William R. , *The Summa Perfectionis of Pseudo-Geber*, Leiden, 1991, pp. 15 – 16.

5 – *Newman*, p. 17 .

6 – *Multhauf*, p. 175. " The two eminent Latins did not know Geber", see also p. 171.

7 – *Stillman*, John Maxon, *The Story of Alchemy and Early Chemistry*, Dover, New York, 1960, pp. 262 – 65.

The Arabic Origin of Jābir's Latin works

Ahmad Y. al-Hassan*

The works attributed to Jābir ibn Hayyān are very large in number. A considerable part of them were, no doubt, written by him; but it seems that some Arabic treatises were written at later dates and attributed to him. These works in their totality are called the Jābirian Corpus and they constitute a major collection of treatises in Islamic science. Jābir's works cover nearly every field of learning especially alchemy. Not all of Jābir's works came down to us. Among those that are still extant in Arabic are *Kitāb al-Sab'īn* (The Book of the Seventy) and *Kitāb al-Mīzān* (The Book of the Balance). And as happened with many other Arabic works that were translated, some of Jābir's important works exist only in Latin and their Arabic originals are not located or not recognized until now.

Before the translation of Arabic works into Latin , alchemy was unknown in the Latin West. Robert of Chester finished in the year 1144 the first translation from Arabic of a book on alchemy , *The Book of the Composition of Alchemy*, attributed to Khālid ibn Yazīd. In the preface Robert says : " Since what Alchymia is, and what its composition is, your Latin World dœs not yet know, I will explain in the present book. "[1]

Between the first translation of Robert of Chester in 1144, and 1300 the major Arabic alchemical works that were translated into Latin were the *Tabula Samaragdina*, the *Turba Philosophorum*, *The Secret of Creation* of Balinus, *De Perfecto Magisterio* attributed to Aristotle, *De Anima* of Ibn Sīnā, *De Aluminibus et Salibus* (On Alums and Salts), and the *Secret of Secrets*, , both of Al-Rāzī, and one or more of the *maqālāt* of *Kitāb al-Sab'īn* (the Book of Seventy) of Jābir[2].

It was not until the thirteenth century that we see the first interest in alchemy by a Latin scholar. An alchemical treatise which is believed to be of Arabic origin, carried the name of Michael Scot, who died in 1232. Several greatly distorted Arabic names , apparently from al-Andalus, are given, but Jābir's name is not among them[3] . Another work was that of Vincent

* University of Aleppo, I. H. A. S.

1 – *Holmyard*, Eric John, *Makers of Chemistry*, Oxford, 1931, p. 86.

2 – *Multhauf*, Robert P. , *The Origins of Chemistry*, London, 1966, p. 167.

3 – *Multhauf*, pp. 168 – 170.

J. H. A. S. 92 – 93 – 1994 : Vol. 10 : PP. 5 – 11 .

Editorial

We are glad to put in front of you the tenth volume of the Journal for the History of Arabic Science (92 – 93 – 1994) including the outcome of the persistent works of researchers to find out the scientific heritage of Arabic and Islamic civilization.

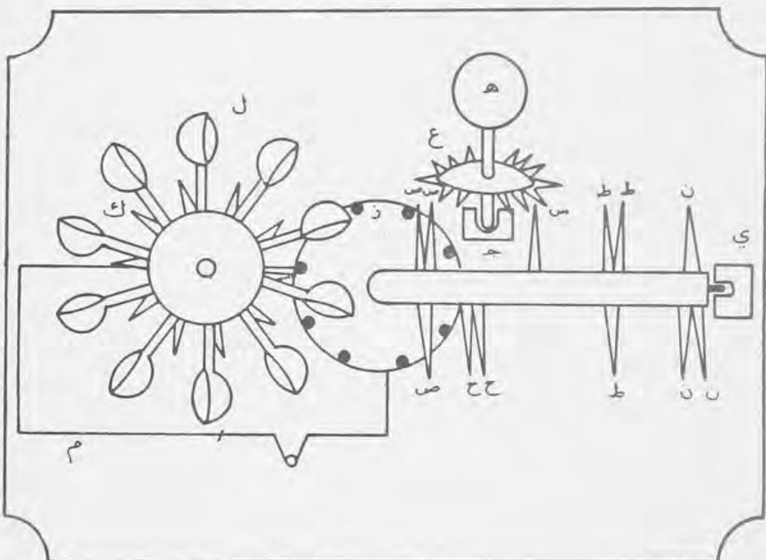
This volume includes rich and various articles dealing with diverse topics in astronomy, mathematics, medicine and the history and philosophy of science, in addition to edited texts.

We regret this delay in issuing this Journal annually and regularly because the Institute Administration is keen to publish the articles that agree with the high scientific level of the Journal.

Dr. Moustafa Mawaldi
Assitant Editor

Prof. Dr. Khaled Maghou
Director, I. H. A. S.

مجلة تاريخ العلوم العربية



جلد ١١
لعددان
٢ ، ١
١٩٩٧



جامعة حلب ـ سورية
معهد التراث العلمي العربي

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الحادي عشر — العددان الأول والثاني — ٩٥-٩٦-١٩٩٧ م

محتويات العدد

القسم العربي

الأبحاث

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

مراجعات الكتب

القسم الأجنبي

مجلة تاريخ العلوم العربية

ساعد في اخراج هذا العدد : **شذى فستق ـ مصطفى شيخ حمزه**

مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر عن معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .
يرجى ارسال المقالات والبحوث على نسختين وتوجه المراسلات كافة الى العنوان التالي :
معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .
ترسل مبالغ الاشتراكات من خارج القطر بالدولارات الامريكية بموجب شيكات باسم :
الجمعية السورية لتاريخ العلوم

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول (١٩٧٧)، المجلد الثاني (١٩٧٨)، المجلد الثالث (١٩٧٩)، المجلد الرابع (١٩٨٠)، المجلد الخامس (١٩٨١)، المجلد السادس (١٩٨٢)، المجلد السابع (١٩٨٣)، المجلد الثامن (١٩٨٤)، المجلد التاسع (١٩٩١)، المجلد العاشر (٩٢ ـ ٩٣ ـ ١٩٩٤) . المجلد الحادي عشر (٩٥ ـ ٩٦ ـ ١٩٩٧) .
سعر المجلد الواحد ١٢٠ ل.س أو ٣٠ دولارا امريكيا .
الاسعار المبينة أعلاه لا تشمل أجور البريد .

مطبعة جامعة حلب

التوائم الملتصقة (السيامية)
في التراث العربي الإسلامي

محمود الحاج قاسم محمد *

المفهوم الحديث للتوائم :

من المعروف علمياً اليوم أن الإنسان يبدأ وجوده في الحياة كخلية مفردة هي البويضة الناضجة تتحد مع حيوان منوي ناجح سريع الحركة ، وباتحادهما تتكون البويضة (الزيكوت) ، وباندماج النواتين في هاتين الخليتين بما فيهما من الكروموسومات الحاملة للمورثات (الجينات) تنشأ جميع المعطيات الوراثية والعقلية للوليد .

أما حدوث التوائم فيكون نتيجة تغيرات في عدد البويضات المخصبة أو في انقسام البويضة المخصبةالواحدة ، وعلى ذلك يمكن تقسيم التوائم إلى ثلاثة أنواع :

١ - التوائم المتآخية (غير المتشابهة) :

وهي تحدث نتيجة تلقيح بويضتين أو أكثر تفرزهما المرأة وتلقح كل بويضة بحيوان منوي . وتنمو هذه الأجنة وتلدها المرأة . ويكون التوائم غير متشابه إلا بمقدار ما يتشابه الأخوة من أب وأم .

٢ - التوائم المتطابقة (المتشابهة) :

وهي تحدث نتيجة تلقيح بيضة واحدة بحيوان منوي واحد وفي مرحلة الأنقسام (الأنشطار) cleavage أو ما بعدها ، تنفصل (تنقسم) الخلايا لتكون كل مجموعة منها إنساناً كاملاً .

* الحي الزراعي ٢٤٣ - الموصل - العراق

وهنا تتجلى مشيئة الله سبحانه وتعالى وإرادته ، فلا أحد يعرف على وجه التحديد سبب هذا الانفصال ، فالبعض يتصور أن هذا يحدث بسبب اضطرابات هورمونية ، والبعض يظن أن السبب يرجع إلى ميل وراثي للإنقسام عند البويضة .

« وهذه التوائم تكون متماثلة حتى يمكن اعتبارها إنساناً واحداً في الأصل ، لكنه ظهر على الأرض بشكل إنسانين تماماً من حيث الجنس ومن حيث الصفات الوراثية . ولهذا فإن التوائم تستطيع أن تتقبل الأعضاء من مثيلها التوأم دون رفض ولذا لا تحتاج إلى عقاقير خفض المناعة في هذه الحالة . ومع هذا فهناك من الفروق الدقيقة ما يجعلهما شخصين وليسا شخصاً واحداً (مثل بصمات الأصابع) وان كان الطب لا يستطيع تعليل هذه الفروق الدقيقة .

ويحدد وقت انفصال البويضة الملقحة مدى الإتصال بين هذه التوائم . فإذا كان الإنفصال مبكراً أي بعد التلقيح بقليل فإن كل جنين سيحمل غشاء سلي (امنيون) وغشاء المشيمة (كوريون) وتكون كل مشيمة منفصلة عن الأخرى .

أما إذا كان الإنفصال في مرحلة الكرة الجرثومية فإن التوائم يشتركان في غشاء مشيمي واحد وإن كان لكل واحد منهما غشاء سلي .

أما إذا كان الإنفصال متأخراً في مرحلة تكون اللوح الجنيني Germinal Disc فإن ذلك يؤدي إلى تكون جنينين بكيس سلي واحد وغشاء مشيمي واحد لهما جميعاً »[1]

٣ ـ التوائم الملتصقة = المتصلة = السيامية :

وهذه التوائم هي نوع من التوائم المتطابقة (المتشابهة) إلا أن انفصال (انقسام) البويضة الملقحة (في مرحلة تكون اللوح الجنيني) غير تام ، الأمر الذي يؤدي إلى ولادة توائم ملتصقة (متصلة Twins Conjoined) وهي التوائم المعروفة باسم (السيامية) ، وقد سميت كذلك لإن اشهر

(١) البار ـ د . محمد علي – الجنين المشوه والأمراض الوراثية ـ دارة المنارة ـ جدة ـ الطبعة الأولى ١٩٩١ ص ٥٤ .

هذه الحالات في العصر الحديث كانت لتوائم من سيام (تايلند الحالية) [٢]. وقد يكون الإتصال في الرأسين Cranio Pagus أو من الصدر من الجهة الأمامية Thoraco pagus أو من الظهر Pyo Pagus .

المفهوم القديم للتوائم لدى الأطباء العرب والمسلمين

تخبط الأطباء العرب والمسلمون ومن قبلهم اليونانيون في مجال الدراسات الجنينية ، وبقي الغربيون كذلك حتى بعد اختراع المجهر بحوالي مائتي سنة. « وكان هوجوفون موهل ١٨٠٥ ـ ١٨٧٢م، أول من استعمل كلمة بروتوبلازم ، وظهر الرأي القائل أن البروتوبلازم هو أساس الحياة وأن كل كائن حي يتوالد من بويضة مخصبة وأنه يتوالد من كائن حي سابق »[٣].

ولأجل اعطاء فكرة عن رأي الأطباء العرب والمسلمين حول ذلك نكتفي بنقل قول عريب بن سعد القرطبي في كتابه **خلق الجنين وتدبير الحبالى والمولودين** حيث يقول :

« وقد يكون بإذن الله عز وجل من جماع واحد ولدان وثلاثة أولاد . قال بعض الأوائل إذا وقع المني في رحم حارة جدا انقطع صغاراً وتفرق فرقتين وثلاث فرق فيكون من ذلك الأثنين والثلاثة اجنة . وقال بعضهم ان المني إذا وقع في الرحم وتجزأ مال إلى الزاويتين اللتين فيه فكان من ذلك التوأمان » .

«واعلم أن التوأمين يكونان من مني واحد فإذا وقعا في مخبأ الرحم وقبلاه ولم يفرغ احدهما في صاحبه فإن يبقى في المخبأين كليهما ويصير لهما حجب تحفظهما ... »

ثم يقول : « قد فهمنا بعلمنا أنه ليس يكون التوأمان والثلاثة من كثرة المني ، يكون من مني واحد بينهما حجب تكتنفه على حده ويولدون في ساعة واحدة فيخرج الأول فالأول وتخرج مشيمته لخروجه. وأيضا « إذا خرج المني كله قوياً فبجميع ما يحمل منه واحدا كان أو اثنين أوثلاثة يكونون

(٢) « ولد هذان التوأمان (تشانغ ، انغ) في ١١ / ٥ / ١٨١١ وكانا ملتصقين من جانبيهما ، ذهبا إلى أوربا وأمريكا عام ١٨٢٩ وتزوجا بشقيقتين في عام ١٨٤٣ وانجب الأول سبعة أولاد وخمس بنات وانجب الثاني سبعة بنات وثلاثة أولاد وكان جميع اطفالهما طبيعين . وفي ١٧ / يناير / ١٨٧٤ مات تشانغ نتيجة جلطة في المخ ، وبعد ثلاث ساعات لحق به اخوه انغ اللاصق به » . البار ـ د . محمد علي **الجنين المشوه والأمراض الوراثية** ص ٥٨ .

(٣) صالح ، ـ د . أحمد عزت عشمان ـ « رحلة الجنين في ضوء الإسلام » ـ مقال **مجلة الفيصل** السعودية العدد ٤٠ ـ السنة ١٩٨٠

ذكوراً كلهم . وإذا وقع المني خفيفاً رطباً كان منه الإناث واحدة واثنتين أو ثلاثاً ...»[4]

التوائم الملتصقة في التراث العربي الإسلامي :

إن التوأمين السياميين (الملتصقين) ليسوا أقدم التوائم المعروفة في التاريخ ، حيث ان كتب الطب والتاريخ العربي الإسلامي تزخر بالعديد من الحالات المماثلة والمسجلة بشكل موثق وقبل مئات السنين، إلا أن أحداً لم يتناول هذه المسألة بالبحث والإستقصاء . وقبل ذكر الحالات الحقيقية التي وردت في كتب الترا ث نذكر رواية لم تثبت لدينا صحتها ، وهي تقول :

إن أقدم حالات التوائم الملتصقة كان موجوداً منذ عهد آدم عليه السلام وحواء ، حيث « تذكر كتب الأنساب أن لآدم ـ أبو البشر ـ بنتاً اسمها (عناق) ، وان هذه البنت كانت مشوهة الخلقة ، إذ كان لها رأسان . وفي أيديها عشرة أصابع »[5]. أما التوائم الملتصقة التي استطعنا جمعها من تلك الكتب فهي:

١ ـ ذكر الأمير الصنعاني [6] في كتابه **الروضة الندية في شرح التحفة العلوية** عدة روايات عن أجنة ملتصقة في أيام عمر بن الخطاب رضي الله عنه فاختار فيها عمر والصحابة رضي الله عنهم ولم يعرفوا كيف يقسمون لها الميراث ، فجاء علي كرم الله وجهه وحكم في القضية . قال الأمير الصنعاني :

« وعن سعيد بن جبير قال أتي عمر بن الخطاب بإمرأة قد ولدت ولداً له خلقان بدنان وبطنان وأربعة أيد ورأسان وفرجان . هذا في النصف الأعلى ، فأما الأسفل فله فخذان وساقان ورجلان مثل سائر الناس ، وطلبت المرأة ميراثها من زوجها الذي توفي وهو أبو ذلك الخلق العجب ، فدعا عمر بأصحاب رسول الله صلى الله عليه وسلم فشاورهم فلم يجيبوه بشيء . ودعا علي بن أبي طالب رضي الله عنه فقال علي رضي الله عنه أن هذا أمر يكون له نبأ، فأحبسها واحبس ولدها واقبض مالهم واقم من يخدمهم وانفق عليهم بالمعروف

(٤) **القرطبي** ـ عريب بن سعد ـ **خلق الجنين وتدبير الحبالى والمولودين** ـ تصحيح وتعليق نور الدين عبد القادر ، والحكيم هنري جاهيه ـ مكتبة فراريس ـ الجزائر ١٩٥٦ ص ٢٤ ـ ٢٥.

(٥) **مجيد** ـ فريد ـ **كتاب غرباء وخارقون ودخلاء** ـ مطبعة أسعد ـ بغداد ١٩٨٩ ص ٩٩ .

(٦) **الصنعاني** ـ محمد بن اسماعيل الأمير ـ **الروضة الندية في شرح التحفة العلوية** ـ بإشراف أحمد الشامي ـ الدار اليمنية للنشر ١٩٨٥ ص ١٧٤ـ١٧٥ .

(ليس المقصود هنا بالحبس وضعهم في السجن وإنما وضعهم في منزل خاص بهم في المدينة المنورة ففعل ذلك عمر ﷺ ، ثم ماتت المرأة وشب الخلق وطلب الميراث ، فحكم له علي ﷺ بأن يقام له خادم خصي (لأن الخلق كان انثى) يخدم فرجيه ويتولى منه ما يتولى ما لا يحل لأحد ، ثم أن أحد البدنين طلب النكاح . . . فقال علي ، الله أكبر إن الله احلم وأكرم من أن يرى عبده اخاه وهو يجامع أهله ، ولكن عللوه ثلاث (أي تعللوا له بالأعذار لمدة ثلاثة أيام) فإن الله سيقضي قضاء فيه ، ما طلب هذا الطلب إلا عند الموت ، فعاش الخلق ثلاثة أيام ومات . فجمع عمر أصحاب رسول الله ﷺ وشاورهم ، فقال بعضهم اقطعه حتى يبين الحي من الميت فنكفنه وندفنه ، فقال عمر أن هذا الذي أشرتم أعجب ، أن يقتل حيا ، بحال ميت . . وضجّ الجسد الحي وقال حسبكم تقتلونني وأنا أشهد ان لا إله إلا الله وأن محمداً رسول الله ﷺ وأقرأ القرآن ، فبعث إلى علي وقال أبا الحسن احكم فيما بين هذين الخلقين ، فقال علي ﷺ الأمر فيه أوضح من ذلك وأسهل ، وإن الحكم أن تغلوه وتحنطوه وتكفنوه وتدعوه مع ابن أمه يحمله الخادم إذا مشى ويعاون عليه أخاه . فاذا كان بعد ثلاث جفّ فإقطعوه جاقاً ويكون موضعه لا يتألم ، لأني أعلم أن الله لا يبقي الحي بعده أكثر من ثلاث لئلا يتأذى من رائحة نتنه وجيفته»

ففعلوا ذلك فعاش الآخر ثلاثة أيام ومات فقال عمر ﷺ : عنك ياابن أبي طالب فمازلت كاشف كل شبهة وموضع كل حكم » .

وهكذا نجد بإن هذه القصة تشبه إلى حد ما قصة التوأمين السياميين ونهايتهم ، ولا شك أنهما أقدم من السياميين بثلاثة عشر قرن .

٢ ـ وذكر القزويني (٧) في كتابه **عجائب المخلوقات** :

« ومنها ماروى عن الشافعي ﷺ قال دخلت بلدة من بلاد اليمن فرأيت فيها إنساناً من وسطه إلى أسفله بدن امرأة ومن وسطه إلى فوقه بدنان مفترقان بأربع أيد ورأسين ووجهين وهما متقابلان ويأكلان ويشربان ويغضبان ويصطلحان ثم غبت عنهما سنين ورجعت فقيل لي أحسن الله عزاءك في أحد الجسدين فتوفي وربط من أسفله بحبل وشد وترك حتى ذبل ثم قطع فعهدي بالجسد الآخر في

(٧) القزويني - زكريا بن محمد بن محمود - عجائب المخلوقات والحيوانات وغرائب الموجودات - المكتبة الإسلامية (الجزء الثاني) ص ٣٩٢ - ٣٩٣

السوق ذاهباً وجائياً » .

وهذه ربما هي أقدم محاولة ناجحة لفصل توأمين ملتصقين في التاريخ .

بينما تذكر المراجع الطبية الغربية بأن أول عملية فصل ناجحة لتوأمين ملتصقين بحاجز جلدي بسيط في منطقة البطن قام بها كونيك [8] ، في ألمانيا سنة (١٦٩٠) . وفي سنة (١٨٦٠) تمكن بوم [9] في فصل توائم ملتصقة من جانب البطن وقد توفي أحدهم بعد (٣) أيام والآخر بعد (٥) سنوات .

٣ ـ التوائم الملتصقة التي ذكرها عريب بن سعد القرطبي في كتابه **خلق الجنين وتدبير الحبالى والمولودين** [10] .

أ ـ « فمن بعض ذلك توأمان ولدا ملتصقا بطونهما ووجوههما بعضهما إلى بعض » .

ب ـ « وصبي ولد برأسين » .

ج ـ « وحدث محمد بن وضاح أنه ركب بحر القلزم مع رجل من التجار فأخبره أنه رأى بناحية اليمن بموضع يعرف بدهلك جاريتين مملوكتين لشخص كل واحدة منهما تامة الصورة برأس وسمع وبصر ويدين وبطن وفرج، ثم ترجعان في اسفلهما إلى رجلين اثنتين كأنهما شخص واحد وكأنهما غير ناطقتين . وحكى التاجر أنه اشتراهما ليأتي بهما مكة ... ولم يقع في حديث وضاح إن كانتا ماتتا أوعاشتا » .

٤ ـ الحالة التي شاهدها الرازي في البيمارستان في بغداد يقول ابن أبي اصيبعة [11] في كيفية تعلق الرازي بدراسة الطب « ودخل تارة أخرى إلى هذا البيمارستان ، فرأى صبياً مولوداً بوجهين ، ورأس

(8) *Scammon* , R . E .
Fetal Malformation in Abts , Pediatrics P . 678 Philadelphia , W - B Saunders

(9) *Kiese wellar , w B . Surgery on conjointed (Siamese) twins Pediat.* surgery, 59 : 860 - 871 1966

(١٠) **القرطبي** ـ عريب بن سعد ـ **كتاب خلق الجنين وتدبير الحبالى والمولودين** ـ المصدر السابق ص ٣٢ .

(١١) **ابن أبي اصيبعة** ـ موفق الدين أبي العباس ـ **عيون الأنباء في طبقات الأطباء** ـ دار الفكر ـ بيروت ١٩٥٦ ج٢ ص ٣٤٣ .

واحد ، فسأل الأطباء عن سبب ذلك فأخبر به فأعجبه ما سمع ، ولم يزل يسأل عن شيء ويقال له ، وهو يعلق بقلبه ، حتى تصدى لتعلم الصناعة » .

٥ ـ الحالة التي ذكرها التنوخي (المتوفي ٣٨٤ هـ) [١٢] :

« حدثنا جماعة كثيرة العدد من أهل الموصل وغيرهم ممن كنا نثق بهم ويقع لنا العلم بصحة ما حدثوا به ـ لكثرته وظهوره وتواتره ـ أنهم شاهدوا بالموصل ، سنة نيف وأربعين وثلاثمائة ، رجلين انفذهما صاحب أرمينية إلى ناصر الدولة للاعجوبة فيهما . وكان لهما نحو من ثلاثين سنة ، وهما ملتزقان من جانب واحد ، ومن حد فويق الحقوالى دوين الابط وكان معهما أبوهما ، فذكر أنهما ولدا كذلك .

وكنا نراهما يلبسان قميصين أو سروالين ، كل واحد منهما لباسه مفرد إلا أنهما لم يكن يمكنهما ـ لا لتزاق كتفيهما وايديهما ـ المشي ، لضيق ذلك عليهما ، فيجعل كل واحد منهما يده التي تلي أخاه من جانب الالتزاق خلف ظهر أخيه ويمشيان كذلك ولا يمكن أحدهما التصرف إلا إذا تصرف الآخر معه .

وان أباهما حدثهم أنه لما ولدا ، أراد أن يفرق بينهما فقيل له إنهما يتلفان لأن التزاقهما من جانب الخاصرة ، وأنه لا يجوز ان يفصلا فتركهما فاجازهما ناصر الدولة ، وخلع عليهما وكان الناس بالموصل يصيرون إليهما فيتعجبون منهما ويهبون لهما . قال أبو محمد ـ وأخبرني جماعة ـ أنهما خرجا إلى بلدهما فاعتل أحدهما ومات ، وبقي أياماً حتى أنتن وأخوه حي لا يمكنه التصرف ولا يمكن الأب دفن الميت إلى أن لحقت الحي علة من الغم والرائحة فمات أيضاً ، فدفنا جميعاً . وكان ناصر الدولة قد جمع لهما الاطباء وقال هل من حيلة في الفصل بينهما ؟ فسألهما الاطباء عن الجوع هل تجوعان في وقت واحد ؟ فقال إذا جاع الواحد منا تبعه جوع الآخر بشيء يسير من الزمان ، وإن شرب أحدنا دواء مسهلاً ، انحل طبع الاخر بعد ساعة ، وقد يلحق أحدنا الغائط ولا يلحق الآخر ، ثم يلحقه بعد ساعة .

(١٢) التنوخي ـ القاضي أبي الحسن ابن علي ـ نشوار المحاضرة وأخبار المذاكرة ـ تحقيق عبود الشالجي المحامي ١٩٧٢ ج٤ ص ٢٤٠ .

فنظروا فاذا لهما جوف واحد وسرة واحدة ، وكبد واحد وطحال واحد وليس في موضع الالتصاق اضلاع فعلموا أنهما أن فصلا تلفا .

ووجدوا لهما ذكرين وأربع بيضات ، وكان ربما وقع بينهما خلاف وتشاجرا ، فتخاصما أعظم خصومة حتى ربما حلف أحدهما لا يكلم الآخر أياماً ثم يصطلحان . » .

المصادر الغريبة تشير إلى أن أقدم ماذكر من حالات التوائم الملتصقة في المراجع الطبية حالة عرضت في القسطنطينية (13) سنة ٩٤٥م / ٣٣٤ هـ (constantinople) وهذا التاريخ قريب من التاريخ للحالة التي ذكرناها هذه وربما هي نفس الحالة خاصة وان التوأمين اللذين ذكرهما التنوخي عاشا لفترة تزيد على الثلاثين سنة .

٦ ـ الحالات التي جاء ذكرها في **كتاب الكامل في التاريخ** لابن الأثير :

أ ـ ذكر في حوادث سنة ٤٥٨ هـ / ١٠٦٥ م (14)

« وفيها ولدت صبية بباب الازج (في بغداد) ولداً برأسين ورقبتين ووجهين ، وأربع أيد على بدن واحد »

ب ـ وذكرفي حوادث سنة ٥٩٧ هـ / ١٢٠٠ م (15)

« وفيها ولد ببغداد طفل له رأسان ، وذلك أن جبهته مفروقة بمقدار ما يدخل فيها ميل » .

ج ـ وذكر في حوادث سنة ٦٠١ هـ / ١٢٠٤ م (16)

« وفي هذه السنة ولدت امرأة ببغداد ولداً له رأسان وأربع أرجل ويدان ومات في يومه » .

(13) *Rawings* . E . E . and *warwick A case of conjoint twins* J. obsltet , Gynoecal . Br . Ennp - 58 : 452 - 4551 1951

(١٤) **ابن الاثير** ـ عز الدين أبي الحسن علي ـ دار صادر ـ بيروت ج ١٠ ص ٥٢

(١٥) المصدر نفسه ج١٢ ص ١٧١

(١٦) المصدر نفسه ج١٢ ص ٢٠٦

اللاحتمية في الرياضيات

عند السموءل المغربي

ابراهيم كرّو *

يعتبر العلماء المعاصرون أن أهم إسهامات العرب في مجال العلوم هي إسهاماتهم الرياضية ومن أهم إسهامات العرب في الرياضيات هي إسهاماتهم في فلسفة ومنطق الرياضيات وليس ذلك بشيء عابر لأن الفلسفة والمنطق هما اللذان يحددان مجال تطبيق الرياضيات كما يضعانها تحت المجهر لتصحيح أخطائها ويدرسان خطة سيرها ومستقبلها فهما اللذان قادا العلماء إلى التفكير بالهندسة اللاإقليدية التي كانت لهم إسهامات كبيرة فيها والتي قلبت الرياضيات الحديثة لا بل والفيزياء الكونية.

وقد عرضنا ذلك في عدة مقالات (1,3) ، تدور هذه المقالة حول إسهامات السموءل المغربي في كتابه الباهرفي الجبر (4) ، في هذا المجال الحديث وبالتحديد مسألة اللاحتمية undecidability في المنطق الرياضي الحديث وتتساءل اللاحتمية عن وجود منهج أو خوارزمية رياضية تطبق على نظريات مجال رياضي معين لتقسمها إلى فئتين صحيحة أو خاطئة .

وقد وضع الارهاصات الأولى لذلك الرياضي الألماني الكبير ديفيد هلبرت في أوائل هذا القرن . لقد تساءل هلبرت هل يمكن وضع برنامج يستطيع من خلاله برمجة أو أتمتة أو تبديه نظرية الأعداد ، بحيث يمكننا من خلال هذا البرنامج أن نحدد كل المسائل أو النظريات الحسابية الصحيحة ؟ وبالفعل وضع هلبرت نظاماً اكسيومياً لذلك -إلا أنه في الثلاثينات من هذا القرن تصدى له عالم الرياضيات

* حلب - النيال - شارع الأميري . ألقي البحث في المؤتمر السنوي الثامن عشر لتاريخ العلوم عند العرب بحلب في تشرين الأول ١٩٩٥ م

مجلة تاريخ العلوم العربية -المجلد الحادي عشر ، ١٩٩٥ -٩٦-٩٧م ص ١١ - ١٧ .

الأميركي التشيكي الأصل ـ كودل ـ بنظريته الشهيرة المسماة بنظرية عدم التمام incompleteness فقوضت دعائم مشروع هلبرت لأنها أوردت عبارة حسابية لا يمكن البت فيها أي لا يمكن برهانها أو دحضها من خلال تلك المسلمات أو البديهيات الأولية في النظام الصوري .

هذا عرض تاريخي عام لمسألة اللاحتمية . وأساليبها رياضية بحتة ومعقدة ولا مجال لنا هنا للدخول في تفاصيلها الرياضية . ولكن سنكتفي هنا بما يخص عالمنا العربي السموءل .

لقد ادعى محققا كتاب السموءل ـ رشدي راشد وصلاح أحمد ـ أنه تكلم في كتابه **الباهر في الجبر** عن موضوع اللاحتمية في الطروحات الثلاثة التي جاءت في آخر كتابه . وسنحاول في هذا المقال أن نجيب على هذا الادعاء . بأن نحلله كما ورد في بيئته التاريخية ونقارن ذلك بوقائع المنطق الرياضي الحديث .

تعريف بالعالم وواقع العلم :

توفي السموءل المغربي عام (١١٧٥ م .) في مدينة فاس بالمغرب لابوين يهوديين واعتنق الإسلام وعاش في بغداد ثم في مراغة بأذربيجان حيث كُرّم كثيراً ، ساهم السموءل إسهامات هامة في الجبر حيث تابع خطة الكرجي وتأثر ببحوثه في حسنة الجبر كثيراً .

أما بيئته العلمية فتتصف في ذلك الزمان بدراسة أسس ومنهجية الرياضيات كما فعل الرياضيون العرب في وضع أسس فلسفية للرياضيات فدرسوا التحليل والتركيب ونقلوه من الهندسة إلى الجبر وهو عمل هام في نظرية البرهان الرياضي . وقد تحدث السموءل في كتابه المذكور عن علاقة التحليل بالجبر وقد عالجنا في مقال آخر إسهامات بعض العلماء العرب كالكندي والبيروني وابن الهيثم في قلب أسس الهندسة الاقليدية (3) إلى جانب إسهامات ثابت بن قرة والطوسي . نذكر بعض هذه الإسهامات .. **حل شكوك كتاب إقليدس** لابن الهيثم وآخر للطوسي في نفس الموضوع . فلا نستغرب أن يضع السموءل كتابه في الجبر الحسابي ناظراً إلى مبادئه الأولية وأسسه .

كانت لهذه المرحلة من التأسيس الرياضي عندالعرب مرحلة مشابهة في الغرب بعد ظهور الهندسة اللاإقليدية في القرن التاسع عشر وكان العلماء الألمان هم أهم من عمل في حقل الأسس كما

رأينا عند هلبرت الذي وضع أسس أكسيومية للهندسة ثم انتقل إلى الحساب محاولاً تعميم برنامجه .لكن محاولاته فشلت فشلاً ذريعاً على يد كودل كما رأينا .

ننظر من هذا المنظار إلى حقبة تاريخية في الرياضيات العربية يحاول فيها عالمنا السموءل تصنيف المسائل الجبرية الحسابية إلى ثلاث فئات : واجبة -وممتنعة -وممكنة .

الواجبة هي التي يقع الباحث على برهان لها . كالمعادلات التي لها حل واحد والممتنعة هي التي يستحيل وجود برهان لها كالمعادلات لتي لا حل لها . أما النوع الثالث من المسائل فهي الممكنة « التي لا يوجد برهان على وجودها ولا على عدمها » (أو لا يوجد برهان على وجود حل لها أو امتناعه) . وهي حسب تعبيره أن الرياضي " لا يجد برهاناً على وجودها ولا على عدمها أو امتناعها فهو إذاً جاهل بها قيسميها ممكنة (بأنه) لم يبرهن على وجودها وعدمها لأن ذلك مؤد إلى أن الموجود معدوم والواجب ممتنع وهو محال " .

نتوقف لتحليل هذا النص فنجد أنه يعرض حالة الرياضي الذي لا يستطيع حل المسألة بل يقف محتاراً أمام توكيدها أو نفيها -ويستعمل لذلك لفظة -جاهل-فهذا لا يمكن أن يعني اللاحتمية ولأن في اللاحتمية يكون الرياضي عالماً - أي يبرهن أنه لا يوجد برهان لإثباتها أو دحضها .

وهنا يقع السموءل في خطأ ظاهري فهو يقول بعد قليل إن الممكنة هي مالا يستحيل عدمها ولا وجودها - أي يمكن أن تكون موجودة وغير موجودة في آن واحد وهذا تناقض أي (A ∧٦ A) . بينما تعريفه الأول هو ما يمكن أن يكون موجوداً أو غير موجود أي (A ∨٦ A) وهما ليسا متعادلين بل متناقضين . وهو ينفي من الموجودة المسائل السيالة وهي التي لها أكثر من حل .

يعود هذا التناقض الظاهري في بحث السموءل لأنه لم يستعمل اصطلاحات المنطق الرمزي لكن بالنظر لا ستعماله المنطق الشرطي في تعبيره قد نعتقد أن السموءل عني ما يلي : إذا لم نبرهن (A ∨٦ A)فلن نستطع أن نبرهن (A ∧٦ A) وهنا اللاحتمية أي قد لا نستطيع برهان أياً من الحدين الأخيرين . ولكن هذا الاعتقاد يعتمد على مفهوم إيجابي للاحتمية وليس سلبياً كما ورد عنده . وخاصة يعتمد على التمييز بين مفهومي النحو والدلالة أي المعنى -(syntax , semantics) كما سنرى .

وهنا تأخذ الإمكانية معنى اللاحتمية والاستقلالية بمعناهما الحديث . لذلك نعتقد أنه استنتج من المقدمة إمكانية وجود A أو A ٦ فقط وليس الإثنين معاً كما في حالة الاستقلالية .

الآن نحاول أن نفهم دور المثالين اللذين يعطيهما السموءل . الأول عن المسائل السيالة :

مثال ذلك أن نجد عددين نسبة احدهما للآخر كنسبة مربع إلى مربع . أي :

$a^2 / b^2 = x / y$

" فقوم يعتبرونها من الممكنات " . " لانه يستحيل عدمها " لكنه يعتقد أنها سيالة لأن لها عدة حلول مثلاً $y = 4x$ و $y = 9x$.

أما المثال الآخر فهو للمسألة الواجبة : نريد إيجاد عددين ضرب الواحد بالآخر 100 . هذه المسألة واجبة لأنها لها حل واحد هو 5 x 20 لكننا نعرف أنه هناك أكثر من حل لعددين جداؤهما مئة فكيف يقول السموءل أنها واجبة أي لها حل واحد فقط . يجيب على ذلك السموءل : ان الجواب في نفس السائل فإذا تطابق العددان مع العددين الذين في نفس السائل فهي واجبة . فوجه الامكان هو تطابق جوابنا مع ما في نفس السائل أم عدمه عندما يكون قد ضمر 50 x 2 . ولذلك فهو يدخل مسائل نفسية في الرياضيات كاستخراج المضمر وكانت هذه العادة عامة في زمانه . وليس لها علاقة باللاحتمية .

ثم ينتقل إلى المسائل الممتنعة ، فيقول هي نوعان :

الممتنعة من جهة تحديدها . يعطي لذلك مثال عددين نسبتهما لبعضهما كنسبة مربع لمربع وجداؤهما مربع . فمعطيات المسألة التي تحدد العددين لا يمكن أن تتحقق .

أما النوع الثاني فهي الممتنعة من جهة مفروضاتها ومطلوبها فالامر هنا لا يتعلق بالتحديد أو التعريف بل بشروط ثانية يجب أن تتحقق . وهذه الشروط هي ثوابت اضافية إذا تغيرت هذه الثوابت يمكن للمسألة أن تتحقق . كالمثال التالي : نريد أن نجد عددين مربعين يكون مجموعهما مساوياً لمجموع جذريهما وجداؤهما 72 . وهذا محال .

من وجهة نظر الجبر الحديث لا يوجد خلاف معرفي بين النوعين من الامتناع الذين أوردهما السموءل . لكن لم تكن في زمانه قد أخذت المعادلات الجبرية الموضوعية والتجريدية التي هي عليه

اليوم. فنحن لا نفرق اليوم بين المعادلات على أنها تحديدية أو شرطية كما لا نفرق معاملات المتحولات والثوابت كما يفعل السموءل. إذ أن نظرته للمعادلات الديافنتية كانت تختلف عن نظرتنا. فهو يفرق بين الثوابت بذاتها وبين الثوابت التي ترد كمعاملات في المعادلة. وليس لمسألته هذه أي علاقة بالحوسبة.

أما وقد انتهينا من عرض مسألة السموءل فنعود لتعليقات راشد وأحمد. فهما يقولان إن السموءل استعان بالمنطق الشرطي Modal الذي وضعه أرسطو في تعريفاته الثلاثة التي أوردناها، هذا صحيح بالنسبة للغة سياق البحث (Metalanguage). لكن مصطلح الممكن بمعناه الشرطي الارسطي هو غير مصطلح الممكن بتعريف السموءل كما ورد أعلاه. فالواجبة لا تلزم الممكنة شرطياً في التعريفات الثلاث بل هنا الامكانية هي اللاحتمية والاستقلالية. كما يضيفان إن السموءل قارب بين مفهومي الحوسبة Calculability واللاحتمية في المعادلات الجبرية. وجوابنا على ذلك أكيد بالنفي. فالسموءل لم يعطنا أي مثال على مسألة لا حتمية. ولا أنه ادعى بأنه قد توجد مسائل يمكن البرهان أن لا حل لها لأنه فقط استعمل تعبير "يجهل الرياضي حلها".

أما إذا كان يعني اللاحتمية المطلقة: أي أن هناك مسائل تتصف بأنه لا يمكن اثباتها أو نفيها فالله أعلم ما دار في نفسه ولا يمكن أن نستشف ذلك من أمثلته البسيطة.

مع العلم أن اللاحتمية المطلقة شيء ينفيه المناطقة الرياضيون. أما برهان كودل في اللاحتمية فهو نسبيّ، وليس مطلقاً. ولا يمكننا دمج نتيجة السموءل بالنتائج الحديثة لأن الحتمية النسبية تعتمد على مفهوم التابع العودي Recursive الذي عرفه كليني في أوائل هذا القرن -وهو تعريف رياضي معقد -وهو حسب أطروحة تشرش مرتبط بمفهوم الخوارزميات الحوسباتية. ولذلك فقد برهن كودل أن هناك مسائل حسابية لا يمكن البت فيها ابتداء من مسلمات معينة فهي لا حتمية.

لكن هذه المسائل تعتمد على مفهومي الحوسبة والعودية بالنسبة للبديهيات التي تبدأ منها والتي، في الواقع قد لا تكون هي نفسها حوسباتية بل هي لا عودية.

* انظر المثال أسفل صفحة ٢٤٩ من المرجع (4).

نظرية كودل كما قلنا هي في اللاحتمية النسبية ونستطيع القول إن الرياضيين لا يقبلون باللاحتمية المطلقة . فأصحاب المنطق الرياضي عندما يعرفون Theory (N) وهي نظرية كل النظريات الحسابية التي تتحقق في مجموعة الأعداد الصحيحة ، فإنهم يزعمون أنها تامة Complete . وهذا يعني أن كل عبارة في لغة الحساب اما أن تكون صحيحة أو خاطئة ولا ثالث بينهما .

ولذلك نستنتج أن السموءل لم يتحدث عن اللاحتمية بمعناها الحديث وأن عبارة السموءل عن وجود مسائل ممكنة تبقى في مجال الميتافيزيقا وعلم النفس وليست في مجال ابستمولوجيا العلوم الرياضية ـ لأنها غير مدعمة بأمثلة ولا حتى ببحث فلسفي .

نستنتج من كل ذلك أن أهمية بحث السموءل تكمن في إدخاله المنطق والفلسفة بالرياضيات ودرس نظرية البرهان ميتارياضياً metamathematics وإن كان ذلك بطريقة ساذجة نسبياً . ولا نعتقد بدرايته باللاحتمية النسبية أو المطلقة .

ونختتم المقال بادراج مسألة ممكنة أي لا حتمية بالمعنى السموءلي كما نظن .ولا شك أنها تلك المسألة الاشهر في تاريخ الرياضيات والتي اشتغل فيها العلماء لمدة أربعة قرون . الا وهي نظرية فرما ـ فهي مسألة لم يبت فيها حتى الآن وإن كان قد قرب أحد الرياضيين وهو اندرو وايلز من ذلك بل قدم حلا من حوالي مئتي صفحة عام ١٩٩٣ لكن اكتشف فيه ثغرة في عام ١٩٩٤ ولم تلتئم إلى اليوم . ولكن حلها بات قريباً فمتى حُلَّت خرجت من طور اللاإمكان السموءلي أو اللاحتمية المطلقة إلى طور الواجبة ولكن وإن حُلَّت فقد تظل لا حتمية نسبياً أي بالنسبة إلى أحد الأنظمة الحسابية الضعيفة . مع العلم أنه من الأسئلة المفتوحة إمكانية برهانها في نظام الحساب الباني Peano Arithmetic . فالمسألة اللاحتمية في نظام قد تكون حتمية في نظام أقوى مثلاً إذا كان نظام بديهياته وآلية برهانه أقوى . فاللاحتمية المطلقة تفرض اللاحتمية النسبية والعكس ليس صحيحاً .

وهنالك مثال آخر للاحتمية النسبية في نظام الهندسة الإقليدية فقد ظلت مسألة اشتقاق المسلمة الخامسة من نظام المسلمات الأربعة الأوائل في مجال اللاحتمية البدهية طيلة قرون طويلة إلى أن بُرهِنَتْ لا حتميتها النسبية على يد لوبا شيفسكي في القرن الماضي .

المراجع

1) Garro , Ibrahim : *Limits Asymptotes and infinities in Arabic mathematics* In preparation .

2) Garro , I . : " The paradox of the infinite by al - Kindi" *J.H.A.S.* : 1994 vol . 10 pp . 111 118 .

3) Garro , I . : " Paradox in Arabic geometry an archeology of scientific discovery " , *Logique et analyse* " 1988 vol . 24 pp 351- 379 .

٤) رشدي راشد وصلاح أحمد ـ الباهر في الجبر للسموءل المغربي . دمشق ١٩٧٢

٥) ادريس لمرابط : مدخل إلى تاريخ الرياضيات بالمغرب العربي . رباط ١٩٩٤

6) *Rashed* , R ; The developement of Arabic mathematics : *between arithmetic and algebra* ; Kluwer - Dodrecht 1994 . -



بغيــة الطــلاب
في شــرح منيــة الحسّاب

تأليف : ابن غازي المكناسي الفاسي

تحقيق وتقديم : د. محمد سويسي

حلب – معهد التراث العلمي العربي

– طبعة أولى ١٩٨٣

سلسلة مصادر ودراسات في تاريخ الرياضيات العربية–٤

٢٧ × ٢٠ سم ، ٣٥٦ ص

سعر ٧٥ ل.س أو ١٨ دولار أمريكي

مقدمة الكتاب تتضمن دور المغرب العربي في دراسة العلوم ونقلها إلى اللغات اللاتينية والقشتالية والعبرية وسائر اللغات عن طريق مدرسة الترجمة بطليطلة . كما تتضمن تقديماً للمؤلف وأساتذته ومؤلفاته في التاريخ والتراجم والفقه والعلوم الدينية والعروض وفي الحساب والفرائض .

« أرجوزة « منية الحسّاب » لابن غازي المكناسي تشتمل على **٣٣٣** بيتاً وهي كسائر الأشعار التعليميّة . الشرح فيها قيّم مستوف للمادة العلمية التي جمعها المؤلف من آراء الذين سبقوه في الرياضيات وسجّل تعليقات أساتذته عليها . كما استنبط أحياناً طرقاً طريفة ذكرها ضمن ماأشار إليه باسم « فتوح الباري » (من مقدمة المحقق) .

د . محمد سويسي : استاذ في كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالجامعة التونسية
دكتوراه دولة في « لغة الرياضيات في العربية » من باريس .

التحديد الدقيق لطول البحر الأبيض المتوسط الذي وصل إليه الفلكيون العرب في الأندلس

ميرسيه كوميز*

الهدف من هذه المحاضرة هو التعريف بأهم مساهمات العلماء المسلمين في مجال الجغرافيا التي تتألف من تصحيح الخطأ الذي اقترفه بطلميوس في تحديد طول البحر الأبيض المتوسط .

وبدون شك إن المعرفة الحالية للكرة الأرضية تم الوصول لها بعد جهود جماعية كبيرة تم تحقيقها عبر العصور . الخطوة الأهم الأولى في هذا التقدم يعود إلى الإغريقيين القدماء الذين كرسوا وقتهم وجهودهم في إغناء التراث الثقافي الذي وصلهم من شعوب أخرى مثل مصر وبابل . من أهم إنجازاتهم كان وبشكل خاص إيجاد علم الجغرافيا الرياضية .

ويوجد إعتقاد بأن العلوم تم إيجادها عند الإغريق وبعد زمن طويل من الظلام استعادتها النهضة الأوربية . هذا الإعتقاد ، مقبول بشكل واسع في القرون الماضية وبشكل محدود في هذه الأيام ، هو غير صحيح إطلاقاً . والتطور الأهم في هذه الجغرافيا الرياضية يعود كما سنرى ، للعرب . وهم نقلوا إلى أوربة ، مع بقية المعارف العلمية ، خريطة للعالم أفضل وأدق من خريطة بطلميوس .

بالرغم من أن الإغريق كان لهم دورحاسم في ولادة هذه الجغرافيا الجديدة المؤسسة على معلومات علمية وقياسات إلى حد ما دقيقة ولكن أوج هذا العلم يعود لبطلميوس الذي عاش في القرن الثاني الميلادي وخاصة في أيام ازدهار العلوم عند الإغريق .

وعمل بطلميوس يتكون ليس فقط من الرصد الفلكي والحساب بل في تجميع معارف العلماء

* جامعة برشلونة - اسبانيا . ألقي البحث في المؤتمر السنوي الثامن عشر لتاريخ العلوم عند العرب بحلب في تشرين الأول ١٩٩٥م .

مجلة تاريخ العلوم العربية - المجلد الحادي عشر ، ١٩٩٥ - ٩٦ - ٩٧ م - ص ١٩ - ٢٨ .

السابقين منتقسا بشكل نقدي أهم التطورات في حقول العلوم التي كان يجيدها : مثل علم الفلك وعلم النجوم وعلم البصريات والموسيقى والجغرافيا .

أسس بطلميوس دراسته للجغرافيا بالمعرفة المحققة بدءا من القرن الرابع قبل الميلاد عندما بدأت فكرة الشكل الكروي للأرض تروج في أذهان العلماء . أي من أيدكسوس (Eudoxos) وبيتآس (Pytheas) وديكايرخوس (Dikaiarchos) في القرن الرابع قبل الميلاد وأراتوستنس (Eratosthenes) في القرن الثالث وإبارخوس (Hiparchos) في القرن الثاني .كلهم حاولوا شرح فكرة شكل الأرض وقياس أبعادها وتقسيمها طولا وعرضا .

وتحديد الإحداثيات الجغرافية من نقطة محددة من الأرض يقتضي استعمال دائرتين بدءا منهما يتم القياس :

أولاً - خط الإستواء الأرضي بدءا منه يتم قياس العروض .

ثانياً - خط مبدأ الطول اتفاقي ولحد ما تعسفي ويستعمل كنقطة بداية لحساب الأطوال .

وبالنسبة للعروض قسم الإغريق الأرض المعمورة عرضاً إلى سبعة مناطق أفقية معروفة بأقاليم وذلك بحسب عدد ساعات النهار الأطول في السنة بدءا من خط الإستواء باتجاه الشمال . ومن بداية كل إقليم إلى نهايته الفرق هو ثلاثون دقيقة .

هذا يعني أن الإقليم الأول يشمل المحلات التي فيها النهار الأطول في السنة يتراوح بين أثني عشرة ساعة وخمسة وأربعين دقيقة وبين ثلاث عشرة ساعة وخمس عشرة دقيقة .

والإقليم الثاني من ثلاث عشرة ساعة وخمس عشرة دقيقة إلى ثلاث عشرة ساعة وخمس وأربعين دقيقة .

وهكذا حتى الوصول إلى خط العرض الشمالي حيث النهار الأطول يدوم ست عشرة ساعة وخمس عشرة دقيقة .

وبالنسبة للأطوال الفلكيون والجغرافيون العرب تبعا للتقليد الهندي كانوا يعتبرون أن الجزء المعمور من الأرض هو نصف الكرة الأرضية الشمالي الذي يمتد تسعين درجة على كل جانب من نقطة

خط الإستواء المسماة قبة الأرض والذي حددوه بمدينة أرين .

و استعمل العرب في البداية مبدأ طول الجزائر الخالدات وهو الذي استعمله بطلميوس بل العلماء الذين عملوا عند المأمون في صنع خريطة جديدة للأرض أدخلوا مبدأ طول ثاني الذي كان يمر بساحل الأطلسي لإفريقيا ، على عشرة درجات نحو شرق خط مبدأ طول بطلميوس ، واستعملوه فقط للمحلات الشرقية بهدف تقصير طول البحر الأبيض المتوسط .

وكتب بطلميوس مؤلفه حول الجغرافيا الذي قدم فيه جداول احداثيات جغرافية تشمل ٨٠٠٠ محلة مع طولها وعرضها بالرغم من أنه هو نفسه اعترف أن بعض المعلومات فقط تم الحصول عليها عن طريق رصد الأفلاك بينما الأغلبية مؤسسة على معلومات وقياسات مسارات الرحلات مأخوذة من رحالة وبحارة .

كل هذا قد وصل إلى معرفة العالم الإسلامي عندما أمر الخليفة المأمون في بداية القرن التاسع الميلادي مجموعة من العلماء أن يرسموا خريطة جديدة للعالم وهذا في الإطار التاريخي والسياسي الذي كان فيه إزدهار اقتصادي واهتمام عظيم بالعلوم .

كل هذا سمح بتحسين المناهج الفنية والفلكية والرياضية بشكل كاف لتحقيق درجة من دقة القياسات لم تكن في متناول يد الإغريق .

وفي ذلك ا لوقت كان للبحر الأبيض المتوسط أهميةاستراتيجية لأن حوله كانت أكبر أجزاء العالم المعمورة المعتبرة من قبل الإغريق والمسلمين وهي أوربا وآسيا وإفريقيا .

كان بطلميوس يعتبر أن طول البحر الأبيض المتوسط الذي يقاس بشكل عام بين طنجة والإسكندرية ، أربع وخمسون درجة وهو في الحقيقة خمس وثلاثون درجة وتسع وثلاثون دقيقة هذا يعني أنه أخطأ بعشرين درجة بالتقريب .

عندما بدأ العلماء المسلمون المجتمعون حول الخليفة المأمون أعمالهم التي تشمل رسم خريطة جديدة للعالم كان أو ل شيء فعلوه هو تحديد وبشكل صحيح دائرة خط الإستواء معتمدين على القياسات الدقيقة التي أخذوها بين مدينة الرقة ومدينة تدمر . وبهذا التحديد أعطوا الأرض حجمها

الحقيقي وأساسا على ذلك بدأوا أعمالهم .

ومع ذلك كانت الطريقتان المعروفتان في القرن التاسع لتحديد طول محلة معينة هما نفسهما في متناول يد بطلميوس :

وهما :طريقة غير دقيقة تعتمد على الثقة بروايات الرحالة ، وطريقة أكثر دقة وهي التحديد المحقق بواسطة رصد خسوف القمر .

المعروف أن الفرق بين طول مدينتين يمكن تحديده عن طريق رصد خسوف القمر في المدينتين اللتين نريد تحديد فرق طولهما . عندما نعرف لحظة الخسوف في كل واحدة منهما فالفرق الزمني يمكن ترجمته في فرق الطول أخذا بعين الإعتبار أن الشمس تسير ثلاثمئة وستين درجة حول الأرض في أربع وعشرين ساعة ولذلك في كل ساعة تسير خمس عشرة درجة .

فالقياس الفلكي الوحيد المعروف عند بطلميوس بالنسبة للفرق الزمني بين بلدين تحقق بين قرطاجة وأربيل بخطأ حولي إحدى عشرة درجة .

وكما نرى الفلكيون العرب توصلوا عن طريق رصد خسوف القمر إلى نتائج أكثر دقة من التي وصلوا إليها الإغريق حيث أجروا تصحيحات مهمة على أطوال بعض المحلات و خاصة على طول البحر الأبيض المتوسط .

هذه الأطوال الجديدة تظهر في كتاب صورة الأرض المنسوب حتى وقت قريب للخوارزمي مع أنه وبشكل أكيد ، عبارة عن وصف لمؤلف مجهول لخريطة الأرض محققة من قبل مجموعة العلماء التابعة لقصر المأمون .

واحدة من أهم التصحيحات التي تظهر في كتاب صورة الأرض هي التي تشير إلى طول البحر الأبيض المتوسط .

وهكذا بينما كان فلكيو المأمون يحافظون على طول مشابه لطول بطلميوس لطنجة (ثماني درجات) كانوا يستعملون مبدأ طول جديد ، تقريبا عشر درجات على شرق مبدأ طول بطلميوس ، لطول الإسكندرية (واحد وخمسون درجة وعشرون دقيقة) محققين بذلك طول البحر الأبيض

المتوسط (ثلاث وأربعون درجة وعشرون دقيقة) مصححين وبحوالي عشر درجات خطأ بطلميوس .

ثم جاء البيروني في بداية القرن الحادي عشر فطور وطبق على الجغرافيا الرياضية النظرية المؤسسة على العلاقة بين أضلاع المثلثات الكروية وزواياها .. وهي الوسيلة لاستخراج أضلاع مثلث كروي بواسطة زواياه . وهذه النظرية قد اكتشفها ثلاثة من أساتذة البيروني وهم أبو الوفاء والخجندي وأبو نصر ابن عراق . وكان البيروني يرجع تلك الأسس إلى الانطلاق من أن «الأربعة الأشياء مشتركة بين مدينتين عرضهما ومابينهما في الطول والبعد .فمهما كان منها ثلاثة معلومة أمكن ... معرفة ا لرابع » .

ومع أن البيروني استعمل هذه الطريقة لتحديد فرق الطول بين غزنة وبغداد محققا دقة كبيرة فهو بحاجة إلى استخراج فروق الأطوال إلى قياس أحد الأبعاد قياسا مسحيا وهذا ما منعه من الحصول على نتائج جيدة في خريطته للأرض . وبالنسبة للأندلس فإن الجغرافيا الرياضية ، ككل الفروع العلمية التي ازدهرت ، بدأت من القرن العاشر الميلادي .

مسلمة المجريطي وتلاميذه كانوا الأوائل في تكريس أنفسهم جديا على علم الفلك أول مافعلوا كان ملائمة أول جداول فلكية قد وصلت إلى أيديهم وهو زيج الخوارزمي على نصف نهار قرطبة .

لذلك كان عليهم تحديد فرق الطول بين أرين وهي المدينة التي لها تم حساب الجداول وبين قرطبة .

مسلمة استعمل الطريقة القديمة لخسوف القمر كما فصل تلميذه ابن الصفار في زيجه المختصر حيث أن عمليات المؤسسة على حساب المثلثات الكروية لم تتطور بعد .

وفي تحويله لزيج الخوارزمي مسلمة يستعمل فرق بين قرطبة وأرين بأربع ساعات واثني عشرة دقيقة . هذا يعني ثلاث وسبعون درجة .

ولذلك بحثت في كتاب قانون أبولزر (Oppolzer) خسوفات القمر في زمن مسلمة . وفي هذا الزمان تم حصول أكثر من مئة خسوف قمري لكن حصلت فقط على خسوف واحد من مصدر تاريخي لقرطبة بالرغم أنه من الممكن في دراسة أعمق ربما نستطيع أن نجد أكثر .هذا المصدر هو المقتبس لإبن حيان ، وبشكل محدد فصل الخليفة الحكم الثاني ، ومع أن النص الذي يتكلم عن هذا الخسوف يبدو أن الرازي كتبه .

في هذا النص نجد ذكر خسوف كامل للقمر ليوم الاثنين الرابع عشر من شهر ذو الحجة سنة ثلاثمئة واثني وستين (الخامس عشر من أيلول تسعمئة وثلاث وسبعين) .

يبدو أن هذا الخسوف تم حصوله في شروط جوية مثالية حتى تم رصده بسهولة وفي رأيي من المستحيل أن يكون مسلمة على علاقة مع شخص كان باستطاعته رصد خسوف القمر في مدينة أرين حيث أنها مدينة شبه أسطورية . مع ذلك كان لدى مسلمة زيج الخوارزمي المحسوب لمدينة أرين . وهو نفس الزيج الذي حوله إلى نصف نهار قرطبة وهذا كان سبب كاف لإحتياج تحديد فرق الطول بين كلا المدينتين .

يبدو أن مسلمة رصد خسوفاً في قرطبة وحسب نفس الخسوف لأرين مستعملا جدول حركة وسط الشمس وجدول حركة وسط القمر تم إعدادهما من قبل الخوارزمي لهذه المدينة .

بالفعل في تحويل الذي لا حظنا في هذا الزيج نجد نوعين من الجداول التي يمكن استعمالها لحساب خسوف القمر

واحد ـ الجداول المذكورة في حركة وسط الشمس وحركة وسط القمر معدة لمدينة أرين ولم يتم تحويلها إلى نصف نهار قرطبة .

اثنان ـ جداول لحساب اقتران أو معاكسة للشمس والقمر لنصف نهار قرطبة وهذا يعني مصححة أو محسوب من قبل مسلمة .

حاسبين هذا الخسوف مع جداول الحركات الأوسط للخوارزمي تثبتنا من أن بعد المحسوب قريب من حساب مسلمة .

ومن تثبيت مسلمة أن فرق الطول بين قرطبة وأرين كان ثلاث وستين درجة ادرك الفلكيون والجغرافيون الأندلسيون أن قرطبة يجب أن تقع على سبع وعشرين درجة من مبدأ طول بطلميوس ، وهذا سبع عشرة درجة بالتقريب إلى غرب الجزائر الخالدات للحصول على هذا الفرق حيث أن قرطبة بحسب بطلميوس كانت تقع على حوالي عشرة درجات على شرق الجزائر الخالدات . وقد سموا هذه خط الطول الجديد هذا خط طول الماء لأنه يقع في البحر المحيط . استعمل عدد كبير من الفلكيين

اللاحقين تسمية الغرب الحقيقي لتميزها من نصف نهار الجزائر الخالدات التي سموها الغرب المعمور .

الفلكيون والجغرافيون الأندلسيون استعملوا خط طول الماء للمحلات الغربية فقط وبطريقتين مختلفتين :

استخدمت مجموعة منهم للمحلات الشرقية مبدأ طول بطلميوس وللمحلات الغربية خط طول الماء المتمركز على سبع عشرة درجة أوسبع عشرة درجة وثلاثين دقيقة على غرب نصف نهار الجزائر الخالدات .

والمجموعة الأخرى استعملت للمحلات الشرقية مبدأ طول فلكيي المأمون ، عشر درجات على شرق مبدأ طول بطلميوس كما رأينا ، ولهذا يستعملون للمحلات الغربية مبدأ طول عشر درجات أقل من خط طول الماء . هذا يعني سبع درجات أو سبع درجات وثلاثين دقيقة على غرب نصف نهار الجزائر الخالدات وسبع عشرة درجة أو سبع عشرة درجة وثلاثين دقيقة على غرب ساحل أفريقيا الأطلسي كلتا المجموعتين حققتا قيم دقيقة جداً لقياس البحر الأبيض المتوسط .

فأهمية هذا التحديد الدقيق لطول البحر الأبيض المتوسط يعلن إذا أخذنا بعين الإعتبار أنه لم يتم رسم خريطة الأرض صحيحة حتى الاصلاحات الفرنسية الكبيرة في القرن الثامن عشر . في هذا الوقت وضع جيوم دليل (Guillaume De L' Isle) أحد أعضاء الأكاديمية الفرنسية خريطة للعالم صحيحة مستعملا أرصاده و أرصاد المبعوثين من قبله إلى كل أنحاء العالم .

والواضح أنه في نطاق الجغرافيا وحتى هذا القرن الثامن عشر يجب التمييز بين حقلين مختلفين من الدارسين هما الجغرافيون والفلكيون .

للجغرافيين اهتمام وصفي ولا يهتمون بدقة المواقع والمحلات وإنما فقط بمظاهر الجغرافية الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية وإلى آخره وبطرق الوصول إليها وهكذا بالوقت الذي يمكن أن يستغرق رحالة للانتقال بين مكان وآخر . ولهذا السبب عادة يعطون الأبعاد بقياسات مسارية كأميال وفراسخ .

الفلكيون بالعكس يدرسون الجغرافية الرياضية ويهتمون فقط بالمواقع الدقيقة محددة بطرائق علمية . ولهذا يزودون بقياسات زاوية كالطول والعرض والتي يستفيدون منها لحساب عدد من

المشاكل الفلكية .

فلا ننسى أن موقع مدينة يجب أن نعتبره في لحظة تحقيق عدد من الأرصاد الفلكية أو في لحظة استعمال جداول فلكية التي تم حسابها لخط نصف نهار مدينة أخرى .

كل هذا يجعل تصنيع نوعين مختلفين من الخرائط :

واحد - النوع الأول مجمل وغير دقيق وهو الذي يرسمه الجغرافيون .

اثنان - والنوع الثاني أكثر علميا ودقة وهو الذي يرسمه الفلكيون والذي يؤثر على خرائط البحرية اللاحقة .

بالاضافة إلى ذلك بينما نرى التحسين المحقق الحاصل من قبل الفلكيين الأندلسيين في تصحيح طول البحر الأبيض المتوسط يظهر تقريباً في كل الخرائط البحرية الأوربية والعربية وهذا لا يحصل بأغلبية خرائط العالم اللاحقة التي تستمر باستعمال قيم بطلميوس أو المأمون لتصوير البحر الأبيض المتوسط .

اجمالاً لما تقدم أقول إن هاهنا دليل آخر على أهمية عمل العلماء العرب الذين لم يقفوا على نشر العلوم الإغريقية إلى أوربة وإنما طوروها بشكل رائع . إلى النقطة التي ، وبالنسبة للجغرافيا ، إدخال النص الإغريقي لجغرافية بطلميوس إلى أوربة مثلت خطوة إلى الوراء التي انعكست عن خرائط العالم التي ترجع إلى قيم خاطئة للبحر الأبيض المتوسط .

الفرق بين طول قرطبة وطول الإسكندرية

	درجات	دقائق
بطلميوس	٥١	١٠
المأمون	٤٢	٠٠
الزيات	٣٤	٢٠
المراكشي	٣٥	٠٠
كيبلر	٤٤	٠٠
القياس الحديث	٣٤	٤١

الفرق بين طول طنجة وطول الإسكندرية
وهو طول البحر الأبيض المتوسط

	درجات	دقائق
بطلميوس	٥٤	٠٠
المأمون	٤٣	٢٠
الزيات	٣٧	١٠
المراكشي	٣٨	٥٠
كيبلر	٤٣	(بالتقريب)
القياس الحديث	٣٥	٣٩

الخسوف التحويل باستعمال زيج الخوارزمي وقانون أبولزر

قدر	الخوارزمي	٣٩ ، ٠٥:١٧
	قانون أبولزر	١٢:١٧
نصف الإكمال	الخوارزمي	١١ ، ٤٣:٠٠
	قانون أبولزر	٤٥:٠٠
فرق زمني	الخوارزمي	١٢:٠٤
	قانون أبولزر	٠٥ ، ١٠:٠٤

الآلات الميكانيكية في تراثنا العلمي
وموقع كتاب " الرسالة القدسية "

لطف الله قاري*

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة : أهداف الدراسة

تراث العرب والمسلمين في الميكانيكا : كنز لا يزال بحاجة إلى كشفه والاستفادة منه كما سنرى في هذه الدراسة إن شاء الله. هذا المنجم النفيس مفيد للباحثين في التراث العلمي والتقاني (التكنولوجي) . وهو مفيد للأندية العلمية ومتاحف العلوم ، حيث صنع المحتفون بالتراث العربي الإسلامي وبتاريخ العلوم في الغرب بعض الآلات حسبما ورد وصفها في كتب التراث . أما العرب فبعضهم يملك القدرة العلمية ولم تتح له الظروف لإنتاج مشابه . وهؤلاء بحاجة إلى شيء من العزيمة والإقدام . وبعضهم يملك المادة ، ولكنه يكتفي بالشراء من بعض المتاجرين بالتراث ممن يبيعون أشياء لا تمت إلى تراثنا بصلة . والمتحف العلمي الوحيد الذي يستحق الإشادة به في هذا المجال هو معرض أرامكو بالظهران . وهو متحف رائع لم ينل حظه من الدعاية والتعريف .

ويهم هذا المجال كليات الهندسة والمعاهد التقانية ومعاهد تاريخ العلوم ، مثل معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، حيث نستطيع تكليف الطالب بناء جهاز ورد وصفه في كتاب تراثي فيكون في ذلك فائدة له ، وإحياء للتراث ، وإضافة قيمة للمتاحف العلمية . والبحث في هذا المجال يستفاد منه للاستفادة من مناهج البحث وأسلوب الشرح عند المهندسين القدامى ، وخاصة عند مقارنة أساليب عدة كتب تراثية . وينتج عن هذا رياضة ذهنية للطالب والباحث ، مع استمتاع ذهني يجعل

* السعودية - ينبع الصناعية .

مجلة تاريخ العلوم العربية - المجلد الحادي عشر ١٩٩٥-١٩٩٦-١٩٩٧م ، ص ٢٩ - ٩٠

البحث أقرب إلى التسلية . فيستطيع الباحث مقارنة أسلوب كل مهندس في وضوح الوصف ودقة التصميم وأسلوب التحكم في العمليات الميكانيكية مثل تدفق الماء في الأنابيب والأوعية .

والبحث في التراث التقاني يفيد أيضاً في تكوين ثروة من المصطلحات . فكثير مما يجري على ألسنتنا اليوم من كلمات حديثة مثل سيارة وباخرة ومكيف الخ هي نتيجة لاستنباط مفردات عربية لأشياء حديثة . ولكن يبقى علينا استنباط المزيد من المسميات للمخترعات التي تخرج علينا كل يوم . وتراثنا العلمي واللغوي ثريان بهذه الكلمات . ولذلك فإن دراستهما من الواجبات علينا . وقد ترجم المختصون في سورية (التي تدرّس كل العلوم بالعربية منذ نشأة الجامعات بها) كتب الهندسة من اللغات الأجنبية ، ولكنهم استخدموا مصطلحات بعيدة عما ورد في كتب التراث الهندسية . ولكن بعد تحقيق عدد من الكتب التراثية المذكورة وجد أن المصطلحات فيها تطابق ما يستعمله الصناع والحرفيون من عامة الشعب[1] .

فوجب علينا استخلاص المصطلحات من التراث العلمي وتوحيدها على المستويين الأفقي والعمودي أي بشمول كل الطبقات المهنية وكل الأقطار العربية .

ويمكن استخدام التراث العلمي والتقاني في تطبيقات الحاسوب (الكمبيوتر) . حيث يقوم العديد من الباحثين بتطبيق ما ورد في كتب التراث العلمي على ما تعلمه من علوم الحاسوب ، فيخرج بأبحاث في غاية الطرافة والدقة والنفاسة .

ومن ذلك أن أكثر من باحث استعمل الصيغ الرياضية التي وردت في كتاب **مفتاح الحساب** لجمشيد الكاشي حول تصميم القبة والمقرنس والأزج أو الطاق . وأدخل تلك الصيغ في الحاسب الآلي

(١) أحمد يوسف الحسن ، تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية . نشر جامعة حلب ، ١٩٧٦ ، ص ٣٦-٣٧ .

لاستخراج تصاميم حديثة في العمارة الإسلامية(2) -(6) .

تهدف هذه الدراسة إلى عرض ما ألفه علماء السلف في مجال الآلات الميكانيكية ، ووضع هذه الكتب أمام الباحثين لإلقاء مزيد من الضوء على دور علماء السلف في دفع عجلة البحث بمجال الميكانيكا إلى الأمام ، وذلك بالتعريف بالمراجع والمصادر التي يستفاد منها في هذا الشأن . نقصد بالمصادر كتب الميكانيكا العربية والمعربة في التراث . هذه الكتب قليلة العدد ، وطبعاتها نادرة في معظم الأحيان فبرغم إقرارنا بأهمية كل فرع من فروع المعرفة ، وبترابط العلوم ومجالات الثقافة ببعضها ، إلا أن الكتب التراثية المؤلفة في الميكانيكا قليلة . وتعزى قلة هذه الكتب إلى الأسباب التالية :

١ - يجب ألا يغيب عن بالنا أن العصور التي نتحدث عنها كانت مختلفة عن عصرنا . ومن ضمن الاختلافات كان غياب المؤسسات العلمية التي تعنى بالحرف والصناعات . فلم تكن هناك كليات تقانية أو معاهد مهنية ، بل ولا حتى كليات هندسة . فالتعليم في هذه المجالات كان يتم بين

(٢) محمد الأسد

بحث أعد عام ١٩٩٢ بجامعة هارفرد حول تطبيق الحاسوب لتصميمات معمارية اعتمد فيها المؤلف على كتاب الكاشي ، ورد وصفه في صحيفة الحياة ، العدد ١٠٦٠٧ ، (٢٢ / ٢ / ١٩٩٢ ، ص ١و ٤ .ونقل في المرجع التالي :
NECIPOGLO, G. *The Topkapi Scroll* , The Getty Center for the History of Art and Humanities , 1995 . Santa Monica , CA , USA

(3) Dold Y .
"The 15th Century Timurid Mathematician Ghiath al- Din al - Kashi and his Computation of the Qubba", in Demidov , Folkerts & Scriba (ed.): *Amphora . Festschrift for Hans Wussing on the, occasion of his 65th Birthday* , Basel , 1992, pp. 171 - 181 .

(4) Dold (Y.)
" Practical Arabic Mathematics : Measuring the Muqarnas by al Kashi " , *Centaurus* , vol. 35 (1995) . pp. 193 - 242

(5) Dold - Samplonius (Y.)
" Al - Kashi 's Measurement of Muqarnas " ، **الملتقى المغاربي الثاني حول تاريخ الرياضيات العربية** ، (عقد في عام ١٩٨٨ بتونس) ، نشر جامعة تونس ، ص 74 - 84 .

(6) Dold - Samplonius (Y.)
" Al - Kashi ' s Calculations of Arches and Vaults "
الملتقى المغاربي الخامس حول تاريخ الرياضيات العربية ، (عقد في عام ١٩٩٤ بتونس) ، قيد النشر .

الحرفيين أنفسهم . والذين ألفوا من المهندسين في مجال الآلات الميكانيكية نجدهم من المتعلمين الذين كانوا مشغولين بعلوم أخرى كالفلك والرياضيات . وهؤلاء المتعلمون كانوا متصلين بالطبقة الحاكمة . بينما الصناع كانوا من الطبقات الشعبية ذات المركز المنخفض . ولهذا نجد فجوة بين المؤلفين والحرفيين ، إلا في فترات زمنية محددة وفي مدن معينة : مثل القاهرة في عهد المماليك .

٢ - ويتبع غياب المؤسسات التعليمية التأثير الاقتصادي لهذا الغياب . فالعلماء كانوا يتلقون الدعم المادي والمرتبات من الحكام والأثرياء. ودعم هؤلاء كان غير دائم ولا ثابت مثل ثبات الوظائف في عصرنا . وبالتالي لم تكن علوم التقانة متصلة على النحو الحالي . حيث نجد قروناً تمضي بين ظهور مهندس يؤلف في الهندسة الميكانيكية وآخر يتبعه ويكمل عمله ، فهناك فترة ثلاثة قرون بين بني موسى والجزري مثلاً . ومرة أخرى كان عصر المماليك (في القاهرة وبعض مدن الشام) استثناء لهذه القاعدة ، حيث نجد المؤلفين في الآلات الفلكية والميكانيكية متصلين بالحرفيين من عامة الشعب ، والتأليف في هذا المجال أكثر.

٣ - وتبع العامل الاقتصادي تقيد المؤلفين برغبات الممولين لكتبهم . فألفوا في المجالات التي تناسبهم[7] ، فنجد في مجال الميكانيكا اتهاماً واضحاً من قبل مؤرخي العلم مفاده أن المؤلفين في هذا المجال لم يكن هدفهم إلا التأليف في آلات التسلية لأولياء نعمهم . وهو اتهام نجد من خالفه كما سنرى إن شاء الله .

٤ - كثير من الآلات التي عرفتها عصور الحضارات السابقة ومنها الحضارة العربية الإسلامية لم يكن مخترعوها إلا من الحرفيين الماهرين من ذوي العقول المبدعة .ولكنهم لم ينالوا حظاً من التعليم المدرسي ليؤلفوا الكتب حول مخترعاتهم . ومن أمثلة ذلك أن آلة « السقاطة » ratchet and pawl(وهي ترس مرفق بلسان يوقف حركته عند اللزوم[٨] تم ابتكارها وإضافتها في القرن الرابع

(7) ALVI , M.A. and Abdul Rahman
.Fat ' hullah Shirazi . *A 16th Century Indian Scientist* . Indian National Sciences Academy , New Delhi , 1968 , pp. 1- 2 .

(٨) حسن الكرمي ١٩٨٧
المحيط الأكبر : معجم إنكليزي عربي ، نشر مكتبة لبنان ، ١٩٨٧ ، مادة ratchet

أو الخامس الميلادي إلى سواقي الري ، فكان لإضافتها الأثر الفعال في تحسين أداء الساقية . ولكن مخترعها ظل مجهولاً "(9) . وفي كتب الميكانيكا التي نستعرضها سريعاً في هذه الدراسة نجد أكثر من مثال :

فآلة البخار التي تستخدم بخار الماء لتوليد طاقة ميكانيكية تتولى إدارة شواية . ورد وصفها في كتاب **الطرق السنية في الآلات الروحانية** لتقي الدين محمد بن معروف . ويصرح المؤلف بأن مخترعها غير معروف ، وذلك بقوله : « الباب السادس في عمل السيخ الذي يوضع فيه اللحم على النار . فيدور بنفسه من غير حركة حيوان . وهو قد عمله الناس على أنحاء شتى ، منها ... الخ "(10) . وفي كتاب **الرسالة القدسية** الذي نقدم تعريفاً عنه في هذه الدراسة نجد وصفاً لجهاز يقول عنه المؤلف : « وهذه ليست لي ، ولا للعلامة الجزري رحمه الله . وإنما حكى لي شخص أنه عاينها في بعض حمامات بلاد الروم (تركيا الحالية) . وكان استاذاً في علم الحيل . وأفادني عملها إجمالاً ، رحمه الله رحمة واسعة . وهو الأمير مرجان الجمالي المعروف بستمائة "(11) . وألف ابن أبي الفتح حول ساعة رملية ليست من اختراعه ، وهو كتاب **الإعلام بشد البنكام** . ويصرح في آخر الكتاب بأن بعض المتأخرين اخترعوا صناعة تلك التاكيم على هيئتها التي وصفها في الكتاب ، فأعجب بها المؤلف غاية الإعجاب ، واتضح له أنها أدق لحفظ

(9) Hill , D . R.
The Book of Ingenious Devices , by the Banu Musa ibn Shakir (annotated translation) , Reprinted (of the 1979 edition , with tranlator " s notes) by : Pakistan Hijra Council , Islamabad , p . 20 .

(١٠) **تقي الدين محمد بن معروف** (ت ٩٩٣ هـ/ ١٥٨٥ م)
الطرق السنية في الآلات الروحانية ، مخطوط بمكتبة جستر بتي بمدينة دبلن الإيرلندية ، نشر ملحقاً بكتاب الحسن المذكور في الهامش الأول اعلاه ، الباب السادس .

(١١) **مجهول**
الرسالة القدسية في عمل الشاذروان والفسقية ، مخطوط بمكتبة عارف حكمت بالمدينة المنورة ، ورقة ٣٠ و .

الوقت من أجهزة توقيت أخرى ، فألف الكتاب لفائدة الباحثين [١٢].

٥ ـ كان صناع الآلات والحرفيون في الصناعات عموماً ـ يحبون الاحتفاظ بسر الصناعة داخل أسرهم، فلا يصرحون بها إلا لأبنائهم مثلاً. وهذا شبيه بما هو حاصل في الصناعة الحديثة ، مع اختلاف الحجم . فنجد هذا الحرص في نصوص صريحة بكتب التراث: فرضوان بن محمد الساعاتي يقول عن الساعة التي صنعها والده بأن المهندسين الذين حاولوا تشغيلها وصيانتها لم يستطيعوا ذلك ، لأن والدي رحمه الله لم يطلع أحداً على سرها [١٣]. ويوجه انتقاداً جارحاً لأولئك المهندسين،ذاكراً اسم كل واحد منهم . ولكن من يقرأ كتاب رضوان يجد أن ساعة والده معقدة جداً ، لا نلوم أحداً على عدم تشغيلها أو إصلاحها إذا لم تكن بين يديه إرشادات مكتوبة حول كيفية ذلك . ونجد في مقدمة العديد من كتب الميكانيكا تردد المؤلف في كتابة وصف الأجهزة التي يعرفها ، أو تلك التي اخترعها . نجد هذا في مقدمة كتاب الجزري ، وفي مقدمة **الرسالة القدسية** . حيث لم يكن المؤلفان يكتبان شيئاً لولا أوامر الحكام في كل حالة . فالجزري أمره حاكم آمد في حوالي سنة ٦٠٠ هـ/ ١٢٠٤ م ، ومؤلف **الرسالة القدسية** أمره حاكم القدس أو شخص ذو نفوذ فيها سنة ٨٩٥/ ١٤٩٠ .

فلهذه الأسباب الخمسة التي ذكرناها قل عدد الكتب المؤلفة في الصناعات عموماً ، ومنها صناعة الآلات الميكانيكية . فصار اكتشاف مخطوطة في هذا المجال ونشرها بين الباحثين يعد كشفا عن حلقة مفقودة في سلسلة تطور التقانة العربية الإسلامية بخاصة ، وتاريخ التقانة في العالم بعامة .

(١٢) ابن أبي اللقيح (ت حوالي ٩٣٠ / ١٥٢٤)
الإعلام بشد البنكام ، نشر بالآلة الكاتبة بتقديم ماجد عبد الله الشمس ، نشر مركز إحياء التراث العلمي العربي بجامعة بغداد ، ١٩٨٤ ، ص ٤٧ .

(١٣) رضوان بن محمد الساعاتي (ت ٦١٧ / ١٢٢١)
علم الساعات والعمل بها ، بتحقيق محمد أحمد دهمان ، نشر مكتب الدراسات الإسلامية بدمشق ، ١٩٨١ ، ص ٥ من نص المؤلف .

يقتصر بحثنا على ذكر مصادر الدراسة في هذا المجال : أي استعراض كتب التراث التي وصلت إلينا ، ثم الدراسات التي تطرقت (١) للتراث المكتوب (٢) وتلك التي استعرضت تاريخ الساعات العربية والإسلامية (٣) والتي ذكرت ما تم صنعه في عصرنا الحالي من الآلات التراثية (٤) والتي أوضحت تأثير الكتب المترجمة من العصر الهليني إلى العربية وإضافات المهندسين العرب والمسلمين في هذا المجال (٥) وتأثير الابتكارات العربية الإسلامية على عصر النهضة الأوربية .

فهذه خمسة مجالات كتب فيها الباحثون - والغربيون منهم خصوصاً - ودور هذه الدراسة هو الإحالة والإضافة إليها لمن أراد التوسع في البحث . وليس مجال بحثنا استعراضاً مفصلاً لكل معلومة وردت في تلك الدراسات ، إلا ما سها عنه الباحثون ، فنوضحه لإكمال البحث .

فمثلاً لم يذكر الباحثون ترجمة لابن ابي الفتح ، فنورد ترجمته بإيجاز ، مع الإحالة إلى المصادر التي ترجمت له ولم يذكر الباحثون بعض الطبعات العربية لكتب الميكانيكا التراثية ، فنستعرض هذه الكتب سريعاً .

ولم يذكر الباحثون إطلاقاً كتاب **الرسالة القدسية** ، فنقدم تعريفاً بهذا الكتاب لأنه يعرض لأول مرة على جمهور الباحثين .

وتقتصر دراستنا هذه على الآلات التي استعملت في المجال المدني . أما الآلات الحربية كالمجانيق فلها استعراض آخر طويل ، ودراسات مستفيضة تخرج عن نطاق بحثنا هذا .

الدراسات السابقة حول الموضوع :

من الرواد الذين ألفوا في مجال تاريخ العلوم الطبيعية والتقانة عند العرب والمسلمين إيلهارد

فيدمان * E. Wiedemann الذي تناثرت بحوثه في الدوريات القديمة ، ولم يجمع منها شيء إلا بعد وفاته بزمن طويل ، خاصة في الكتابين التاليين :

١ ـ مقالات في تاريخ العلوم الطبيعية

Ausfatze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte

وهذا الكتاب يضم سلسلة عنوانها « **المساهمة في درس تاريخ العلوم الطبيعية** » كان فيدمان قد نشرها في ٧٩ جزءاً ، وذلك في«نشرة الجمعية الطبيعية الطبية » بمدينة إرلنگن المجلد ٣٤ (سنة ١٩٠٢) إلى المجلد ٦٠ (١٩٢٨) .

وقد أعيد نشر تلك المقالات بإضافة ٣ مقالات أخرى لفيدمان إليها ، مع قائمة مفصلة لأعمال فيدمان ، أعدها سيمان H. J. Seemann ، وكشافات أبجدية (فهارس) أعدها فشر W. Fischer [14] وذلك عام ١٩٧٠.

*** نبذة عن الطريقة المستعملة في البحث لكتابة الأحرف الأجنبية**

١ ـ تكتب الكلمات العربية باستخدام أحرف علة (مثل e, a, u, i) تقوم مقام حركات التشكيل (الكسرة والفتحة والضمة) في اللغة العربية وللأسف فقد تمت ترجمة حروف العلة تلك باستعمال حروف المد العربية (الألف والواو والياء) . فمثلاً مؤرخ العلوم Hill كتب بالعربية هكذا (هيل) .

ولذلك ينطقها من لا يعرف الانكليزية بالمد ، أي كما تنطق كلمة HEAL أو HEEL . وما أبعد الفرق بين هاتين الكلمتين وكلمة HILL . ولهذا فقد كتبت اسمه في البحث هكذا (هِل) ، باستعمال الكسرة بدل الياء

٢ ـ الأحرف التي ليس لها مقابل في العربية كتبتها بالطريقة التي أقرها مجمع اللغة العربية الأردني ؛ على النحو الآتي

گ	مقابل الحرف		G
چـ	=	=	Ch
ڤـ	=	=	V
پـ	=	=	P

(14) WIEDEMANN , Eilhard
" Beitrage zur Geschichte der Naturwissenschaften , I LXXIX " , in *Sitzungsberichte der Phsikalisch - medizinischen Sozietat zu Erlangen* , vols. 34 - 60 (1902 - 1928) , repr . with introduction and indices by w.Fischer as *Aufstaze zur arabischen Wissenschaftsgeschte*, 2 vol . Hildesheim, 1970 .

فلعل من أهم محتويات ذلك الكتاب تلك القائمة الشاملة لبحوث فيدمان التي ظل بعضها كما قلنا في الدوريات القديمة .

٢ ـ مجموعة كتابات في تاريخ العلوم الطبيعية العربية والإسلامية

Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischenWissenschafts - geschichte

جمعها وراجعها گيركه وزملاؤه D.Gierke u. a. [15] وذلك في (٣) مجلدات نشرت عام ١٩٨٤ . وهي تكملة للمجموعة السابقة ، وألحق بها (في المجلد الثالث) فهرس تحليلي باللغة العربية لمؤلفات فيدمان . حيث ذكرت عناوين المقالات ونبذة عن محتويات كل منها .

نذكر هنا من بحوث فيدمان المتعلقة بتاريخ الميكانيكا العربية الإسلامية : ترجمته لأجزاء من كتاب الجزري ، ولكتاب رضوان بن الساعاتي وللكتاب المنسوب إلى أرشميدس ، وبحثا رائداً حول الساعات في التراث الإسلامي [16] ، لايزال الكثير من محتوياته غير معروف لدى باحثي اليوم . ففيه ذكر لمختلف أنواع الساعات العربية الإسلامية ، وهي الساعات المائية والرملية والشمعية والزئبقية . والأبحاث السابقة تم تأليفها بالاشتراك مع مهندس شاب هو فرتز هوسر F . Hauser . وله دراسات مستفيضة أخرى منها : مقالة عن حق القمر للبيروني (ستذكر هذه الآلة فيما بعد) ، وآلات الرسم الهندسي عند المسلمين ، وآلة الزنبرك ، وآلات الموسيقى الميكانيكية ، وآلات رفع واستخراج الماء عند العرب والمسلمين .

(15) Idem .
Gesammelte Schiften zur arabisch islamischen Wissenschaftsgeschte.
Gesammelt und bearbeitet von D . Gierke u . a. , 3 Bde . , Frankfurt , 1984
نشر معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية بفرانكفورت .

(16) Idem (und F . Hauser)
" Uber die Uhren im Bereich der islamischen Kultur " , *NOVA ACTA* (Halle) Band 100 (1915) , Nr . 5 , pp . 1 - 272 .

نكتفي هنا بذكر المراجع التي منها تحصل على أماكن نشر هذه البحوث [17]-[19]

وبعد ڤيدمان (١٨٥٢ - ١٩٢٨) مضت خمسون سنة دون أن يتواصل البحث في هذا المجال بنفس الغزارة والجودة . ولا يزال الباحثون المحدثون يعتمدون على أفكاره ونتائج بحوثه ، ولو أن كثيراً منهم لم يطلع عليها أصلاً ، إما لحاجز اللغة (فهي بالالمانية) وإما لأنها في دوريات قديمة غير متداولة . إلا أن تلك البحوث على نفاستها أصبحت قديمة طبعاً ، والذي استجد بعدها الكثير ، من مخطوطات جديدة مكتشفة ، ومن طبعات وترجمات للمصادر .

ثم جاء دُنَلد هِل D . R . Hill (١٩٢٢ - ١٩٩٤) في السنوات العشرين الأخيرة ليكمل عمل سابقه في الميكانيكا . فترجم كتابي الجزري وبني موسى إلى الإنكليزية ، مع شروحات ودراسات تمهيدية مفيدة لا غنى عنها لباحث في هذا المجال . وله بحوث عديدة أخرى حول تاريخ الميكانيكا العربية ، والمصادر التاريخية لها ، ودراسة حول **حق القمر** للبيروني مع تحقيق النص وترجمته إلى الإنكليزية ، وكتاب حول الساعات المائية العربية . وبعد وفاته قام صديقه گنك King بعرض قائمة شاملة لمؤلفاته [20] . ودراستنا هذه تعد تكملة لبحثه حول المصادر التاريخية للهندسة الميكانيكية العربية [21] ، مع إضافة مهندسين لم يذكرهم في ذلك البحث (ولو أنه ذكر بعضهم في مؤلفات أخرى) . وهم منلاوس وپپُّس Pappus وهرقل النجار قبل الإسلام ، وثابت بن قرة والبيروني والخازني

(17) Hill , D . R . op . cit . (Banu Musa) , PP . 251 - 252

(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 9)

(18) Hill , D . R . 1974 , 1989
The Book of Knowledge of ingenious Mechanical Devices , by al Jazari (annotated translation) . Reprinted (1989) with translator ' s notes by : Pakistan Hijra Council . Islamabad, PP . 281 - 282 .

(١٩) نجيب **عقيقي** ، **المستشرقون** ، (ط٤) ، نشر دار المعارف بالقاهرة ، ١٩٨٠ ، (٣ ج) ج٢ ص ٣٩٦ .

(20) KING , D. A.
" In Memorandum , and List of Publications , D. R. Hill " *Arabic Science and Philosophy* , vol . 5 . no . 2 (1995) , PP. 297 - 302

(21) Hill , Donald
" Arabic Mechanical Engineering : Survey of the Historical Sources " , *Arabic Science and Philosophy* , vol. 1 , no . 1 (1991) pp . 167 186 .

والأشرف الرسولي وابن أبي الفتح وفتح الله الشيرازي بعد الإسلام ، مع إضافات وتصويبات لبعض آرائه تذكر في أماكنها .

ولكنك بحوث هامة في الفلك وما يتعلق به ، وفي الآلات الفلكية . وله كذلك بعض الاستطرادات في مواضيع تتعلق بالميكانيكا العربية . منها مراجعة نقدية للطبعة الأولى من ترجمة هل لكتاب الجزري ، وأخرى حول كتاب أرشميدس ، وحول الرقاص أو البندول المنسوب لابن يونس ، نشرت جميعها مع إضافات حديثة في كتاب يضم مجموعة من أبحاثه [22] .

ومن الدراسات الأخيرة التي لخصت آخر نتائج الدراسات الغربية نجد مقالات لترنر A. J. Turner ، في تقديمه فصول السجل المصور (الكتلوج) لمتحف الزمن Time Museum بولاية إلنوي الأمريكية ، الجزء المخصص للساعات المائية والرملية والشمعية . وفيه نبذة عن الساعات العربية [23] . وقد نشرت مراجعة نقدية لهذا الكتاب أعدها حكمت حمصي وخالد ماغوط [24] .

أما في الدول العربية فنجد بعض نشرات محققة للكتب التي نستعرضها في هذه الدراسة ، ونشرات أخرى غير محققة . ونجد كذلك دراسات لا ترقى لأي مستوى أكاديمي مقبول ، سواء من ناحية الشمول والإحاطة ، أو الاعتماد على مصادر ومراجع موثوقة ، أو تمحيص الروايات لبيان الصادق منها والخرافي ، أو توثيق المراجع وذكر طبعاتها في الهوامش ، الخ . ويطول بنا المقام لو استعرضنا كل الأخطاء وجوانب النقص التي وردت في كل دراسة . مع أن بعضها نشر من قبل مؤسسات علمية عربية مثل مركز إحياء التراث العلمي العربي بجامعة بغداد ومؤسسة الكويت للتقدم العلمي . وهذا في مجال الكتب .

(22) KING , D. A .
Islamic Astronomical Instruments, Variorum Reprints , London . 1987

(23) TURNER , A. J .
The Time Museum : Catalogue of the Collection , Vol . I : Time Measuring Instruments , Part 3 : Water Clocks , Sand Glasses , Fire Clocks , The Time Museum , Rockford , Illinois , 1984.

(٢٤) حكمت حمصي وخالد ماغوط ،
« كتاب متحف الزمان» (مراجعة للكتاب) ، **مجلة تاريخ العلوم العربية** ، المجلد ٨ (السنة ١٩٨٤) ، ص ٦٧ - ٧٦ بالقسم العربي ، و ص 105 - 108 بالقسم الأجنبي .

أماالأبحاث المنشورة في مجلات علمية محكمة فيتساوى مستوى الباحثين العرب فيها مع غيرهم . ويجد القارىء في مراجع هذا البحث عدداً من البحوث التي ألّفها عرب .

هذا عن الدراسات التي تغطي مجال الآلات الميكانيكية أو الساعات بشكل عام . أما عن المجالات الفرعية فنجد منها دراسات حول الآلات الباقية في عصرنا . ومنها ساعتان بمدينة فاس ، كتب عنهما التازي (٢٥)-(٢٦) . وبرايس (27) وترنر (28) وكنك (29) . وورد وصفهما حسب المصادر التراثية عند دهمان (٣٠)

(٢٥) عبد الهادي التازي

« الحروف المنقوشة بالقرويين في خدمة الآثار » ضمن كتاب **دراسات في الآثار الإسلامية** ، نشر المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بالقاهرة ، ١٩٧٩ ، ص ٢٦٧ - ٢٩٤ .

(٢٦) عبد الهادي التازي

« ساعة مائية ترجع للقرن الثامن الهجري » ، ضمن كتاب **الفنون الإسلامية ، أعمال الندوة العالمية المنعقدة في اسطنبول سنة ١٩٨٣** ، نشر مركز الأبحاث للتاريخ والفنون والثقافة الإسلامية بإستنبول ودار الفكر بدمشق سنة ١٩٨٩ ، ص ٧٥ - ٨٢ .

(27) D . J . de Solla Price,
" Mechanical Water Clocks of the 14 th Century in Fez ", *Proceedings of the 10th International Congress for the History of Science (Ithaca , NY , 1962) , PP. 599 - 602*

(28) A. J . TURNER , OP. cit. (Time Museum) , PP. 23 - 24.
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 23)

(29) D. A. KING,
" An overview of the Sources for the History of Astronomy in the Medieval Maghrib " ,
الملتقى المغاربي الثاني حول تاريخ الرياضيات العربية ، (عقد في عام 1988 بتونس) ، نشر جامعة تونس ، ص125-157

(٣٠) محمد دهمان ،

مقدمة تحقيق كتاب علم الساعات والعمل بها ، نشر مكتب الدراسات الإسلامية بدمشق ، سنة ١٩٨١ ، ص ٤ - ٤٦ .

وفيدمان[31] ودوزي[32].

وبقيت ساعات مائية ورملية من الهند الإسلامية ، يقوم شرما S. R. Sarma بإعداد سجل مصور (كتلوج) عنها ، ضمن الآلات الفلكية الهندية [33].

وبقيت ساقية ترفع الماء من نهر يزيد المتفرع من بردى بدمشق إلى مباني تعلوها بـ12 مترا ، بواسطة تروس متصلة ببعضها. وهذه الساقية مطابقة لإحدى الآلات التي ورد وصفها عند الجزري الآتي ذكره . وهي تعرف في دمشق باسم «ناعورة الشيخ محيي الدين» . وقد أعيد ترميمها ، وتم صنع مجسم مماثل لها من قبل جامعة حلب . وورد وصفها عند الحسن [٣٤].

وورد ذكر الساعات الشمعية والقنديلية في كتب التراث . حيث ألّف عنها يونس الأسطر لابي (أو ابن يونس)[٣٥] -[36] . والزرخوري[٣٧]،

(31) Wiedemann und Hauser, "Uhren", PP . 37 - 38 .
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16)

(32) DOZY , R .
Supplement aux Dictionnaires Arabes, repr . de l ' edition de 1881, Librairie du Liban , Beyrouth , 1968, tome 2 , p. 625 (مادة منجانة)

(33) SARMA , S. R.
" Indian Astronomical and Time- Measuring Instruments , A Catalogue in Preparation ", *Studies in History of Medicine and Science*, vol . 13 , No . 1, (1994) , New Delhi, pp. 115 116.

(٣٤) الحسن ، تقي الدين (المرجع السابق ذكره في الهامش الأول) . ص ٥١ - ٧٠ .

(٣٥) ابن الرزاز الجزري ، الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل ، تحقيق أحمد يوسف الحسن وزملاءه ، نشر معهد التراث العلمي العربي بحلب ، ١٩٧٩ ، ص ١٩٧ . وقد سقط اسم يونس الأسطرلابي من فهرس الأعلام . وانظر كذلك هل في بحثه المذكور بالهامش رقم 21، ص ١٨١ - ١٨٢ .

(36) KENNEDY, E. S. and W. UKASHAH,
" The Chandelier Clock of Ibn Yunis " , *ISIS*, vol . 60 . 1969, pp. 543 - 545
وقد ترجم الباحثان نص الرسالة التي نشرها لويس شيخو في المشرق ، المجلد ١٧(١٩١٤) ، ص ٣٩٨- . وتوجد ترجمة ألمانية لنفس الرسالة في المرجع المذكور بالهامش رقم 16 أعلاه

(٣٧) محمد بن أبي بكر الزرخوري ، زهر البساتين في علم المشاتين ، مخطوطة بجامعة ليدن (هولندا) ، الورقة ١٤ و .

وذكرها القرافي (٣٨) - (٣٩) ،وابن إياس (٤٠) - (٤١) ،وورد وصف الساعات الشمعية والزئبقية في الرسائل التي ترجمت لألفونسو الحكيم بعنوان **كتب المعرفة بعلم الفلك** ، وسيمر بنا ذكرها فيما بعد. وكذلك ورد وصف الساعات الشمعية والقنديلية عند الجزري وابن خلف المرادي اللذين سيمر ذكر مؤلفاتهما .

ونجد لجورج صليبا بحثا حول وظائف الآلات الميكانيكية العربية (٤٢) . وكتب هل (Hill) حول نفس الموضوع باختصار (٤٣) . وقد بين الباحثان أن الآلات الميكانيكية لم تكن كلها للتسلية ، فقد استفيد منها في رفع المياه ، وتحديد الأوقات ، وفوارات (نوافير) البيوت ، والأقفال الرقمية ، والمكاييل والبوابات المتطورة ، والمصابيح التي لا تطفئها الريح ، وآلات السلامة الصناعية . كما أوضح صليبا أنه حتى في حالة صنع آلات تسلية فإن الغرض من صنعها كان لتطبيق الرياضيات والفيزياء على الواقع العملي .

وقد صنعت بعض الآلات التراثية في العصر الحديث . وكانت مفاجأة سارة أن عملت بفعالية

(٣٨) **دهمان** ، مقدمة كتاب الساعات (المرجع السابق ذكره في الهامش رقم ٣٠) ، ص ٦٦ .

(٣٩) خير الدين **الزركلي** ، **الأعلام** ، نشر دار العلم للملايين ببيروت ، الطبعة الرابعة ، ١٩٨٠ ، ج١ ص ٩٥ .

(٤٠) ماجد **الشمس**

مقدمة لعلم الميكانيك في الحضارة العربية ، ج١ ، نشر مركز إحياء التراث العلمي العربي بجامعة بغداد ، سنة١٩٧٧ ، ص ٥٣ ، ٨٣ ، ٨٤ .

(٤١) **ابن إياس** (محمد بن أحمد) ، **بدائع الزهور في وقائع الدهور** ، تحقيق محمد مصطفى ، نشر جمعية المستشرقين الألمانية والهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة ، ط٢ ، ١٩٨٢ ، ج١ القسم الأول ، ص ٢٦٥

(42) SALIBA , George
"The Function of Mechanical Devices in Medieval Islamic Society " , *Science and Technology in Medieval Society , Annals of New York Academy of Sciences , vol. 441, pp . 141 - 151 .*

(43) HILL , D. R.
Islamic Science and Engineering , Edinburgh University Press , 1993 , pp . 147-148 .

كما وصفها المهندسون العرب . كتب عن هذا الموضوع هل [44]-[46] وخوان برنيت [47] . وعرض بعضها في معارض دولية [48] .

وكتب هل أكثر من مرة حول تأثير العرب على الغرب ، والابتكارات العربية في هذا المجال [49]-[50] . وفي بحث قيدمان السابق ذكره [51] مقارنة بين محتويات الكتاب المنسوب إلى أرشميدس وكتابي الجزري ورضوان .

ـ الكتب المترجمة إلى العربية :

١ ـ أرشميدس (توفي ٢١٢ ق . م) :

اشتهرت عدة ترجمات لأرشميدس حول علم السكون (الاستاتيكا) وعلم توازن الموائع

(44) Idem , Islamic Sc . & Engg ., p . 126 .

(المرجع المذكور بالهامش السابق)

(45)Idem , The Book of ... al - Jazari, p . xvii

(المرجع المذكور بالهامش 18)

(46) Idem ,
Arabic Water Clocks , Institute for the History of Arabic Science , Aleppo Univ.,1981 , pp . 103 111

(٤٧) خوان برنيت Juan Vernet ، « الإنجازات الميكانيكية في الغرب الإسلامي » ، مجلة العلوم ، الكويت ، المجلد ١٠ ، العددان ١٠ و ١١ ، اكتوبر ـ نوفمبر ١٩٩٤ ، ص ٤ ـ ٧ .

(48) Juan VERNET y Julio SAMSO ,
EL Legado Cientifico Andalusi (catalogo de exposicion) centro Nacional de Exposiciones, Madrid , 1992 , p . 309 .

(49) D. R. Hill , Islamic Sc . & Engg . , pp . 220 - 235 .

(المرجع المذكور بالهامش 43)

(50) Idem , "Medieval Arabic Mechanical Technology " ,
Proceedings of the 1st international Symposium for the History of Arabic Science (1976) , Institute for the History of Arabic Science , Aleppo Univ . , 1978, pp.222- 237

(51) Wiedemann und Hauser, " Uhren ", p. 32 - 35

(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16)

وضغطها (الهيدروستاتيكا) ، كما عرفت رسالة منسوبة إليه في الالات الميكانيكية . ومما بقي من رسائله المتعلقة بموضوعنا رسالة بعنوان **حول الثقل والخفة** . وهي جزء من كتابه حول الأجسام الطافية ، نشر عن مخطوطة في المكتبة الوطنية بباريس ، وذلك في **المجلة الآسيوية Journale Asiatique** سنة ١٨٥٩ .وترجم إلى الألمانية بقلم فيدمان ، كما ترجم إلى الإنكليزية من قبل كلاگت M. clagett[52] . كان هذا الكتاب مما ترجم في فترة الترجمة في العصر العباسي الأول . وفيما بعد صار أحد المصادر التي اعتمد عليها الخازني في **ميزان الحكمة** .

هذا عن الميكانيكا النظرية . وله كذلك كتاب **آلة ساعات الماء التي ترمي بالبنادق** . وصل إلينا مع إضافة فصول كتبها على الأرجح مؤلفون متأخرون عنه . ومنه نسخ عديدة ذكرها هل[53] . وقد نشره هل مترجماً إلى الإنكليزية باعتماد ثلاث نسخ منه[54] ، كما نشر دهمان النص العربي باعتماد نسخة واحدة هي نسخة باريس[55] .ونجد هِل في مراجعته للمصادر العربية غير مطلع على نشرة دهمان[56] وقبل هل قام فيدمان وهوسر بترجمة الكتاب إلى الألمانية ، من نسخته العربية بالطبع . ونشر دراخمان عنه دراسة[57] .

وقد قسم هل الكتاب في نشرته الإنكليزية إلى تسعة فصول . وأجمع الباحثون على أنه يمكننا نسبة الفصلين الأولين منه إلى أرشميدس . أما الفصول الأخرى فهي إضافات من العصرين البيزنطي والإسلامي.

(52) CLAGETT , M. ; "Archimedes", *Dictionary of Scientific Biography* , vol . I, p. 230,1981

(53) Hill , Ar . Water Clocks , p . 15

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

(54) Hill , D. R. ;
on the Construction of water Clocks , Turner and Devereux (publishers) . London , 1976

(٥٥) دهمان ، كتاب الساعات (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ، ص٢٩٥ - ٣٥٧

(56) HILL , " .. Survey .. " , p. 169

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(57) HILL , Ar. Water Clocks , p . 15.

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

ولذلك نجد الباحثين ينسبون الكتاب إلى " أرشميدس المزيف " Pseudo - Archimedes [58]. وقد فصّل هِل الأسباب التي تجعلنا نجزم بأن الكتاب ليس كله من تأليف أرشميدس ، والمواد والفصول المضافة إليه ، ومنها فصل لأبُلونيُس كما سنرى [59] .

وتوجد من الكتاب نسخة مصغرة ، لعلها ترجمة مختلفة لكتاب أرشميدس الأصلي . ومنها نسخة بالظاهرية نشرها دهمان في ذيل كتاب رضوان بن الساعاتي ، مع نسخة باريس المذكورة . وأشار كنگ إلى مخطوطة بأياصوفيا قد تكون هي الأخرى لأرشميدس [60] .

٢ ـ أبُلونيُس Appolonius (ت حوالي ٢٦٠ ق .م) :

يحتوي الكتاب المنسوب إلى أرشميدس (أي النسخة الكبيرة) على رسالة لأبولونيوس النجار الهندسي ، بعنوان **صفة آلة الزامر** [61] . ومنها نسخة مختصرة في المكتبة الظاهرية بدمشق [62] . وقد نشر دهمان كلتا النسختين . وقد ترجمت النسخة الأولى إلى الألمانية والإنكليزية (ضمن ترجمة الكتاب المنسوب إلى أرشميدس) ، ونشرت عنها دراسة بالألمانية [63] .

٣ ـ فيلون (ت حوالي ٢٠٠ ق . م) :

ترجم كتاب فيلون Pneumatica بعنوان **الحيل الروحانية** . وهذه الترجمة مقصود بها **الآلات الهوائية** . فكلمة الروحانية يقصد بها الهواء ، لأن كلمة روح (بفتح الراء) تعني النسيم . ومنها

(58) Wiedemann und Hauser , "Uhren ", p. 35

(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16)

(59) Hill, Ar . Water Clocks , pp . 16 , 17 .

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

(60) KING , D. A. ; Isl . Astr . Instruments , article XXI, p . 296

(المرجع المذكور بالهامش 22)

(٦١) دهمان ، **كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ، ص ٣٤٥-٣٤٩ .

(٦٢) دهمان ، **كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ، ص ٣١٧-٣١٩ .

(63) HILL , " .. Survey .. " , p . 170

(المرجع المذكور بالهامش 21)

جاءت كلمة ريح ومروحة ورائحة . وفيما بعد نجد بعض مؤلفي العرب والمسلمين (مثل ابن الأكفاني في **إرشاد القاصد** ، وطاشكبري وحاجي خليفة) يفسرون كلمة « الآلات الروحانية » بأنها الآلات التي تسلّي وتسر الروح (بضم الراء) . وهذا خطأ واضح .

نشر كارا دڤو Carra de Vaux الكتاب مع ترجمة فرنسية ودراسة عن مصادره سنة ١٩٠٣ . واعتمادا على تلك الترجمة ، وعلى النسخ اللاتينية للكتاب نشر بريگر F.D.Prager ترجمة إنگليزية لنسخ الكتاب ، كل نسخة لوحدها [64] . مع ذكر جميع مخطوطاته بكل لغة . وبين أن من النص العربي للكتاب نسختين : نسخة أياصوفيا رقم 3713 . وهي ترجمة الكتاب الأصلي ، ونسخة أخرى تحمل مستخرجات لهيرون وفيلون وأرشميدس ، بالمكتبة البودلية باكسفورد (ومنها نسخة مصورة بمعهد التراث في حلب) [65] . ومن كتاب فيلون أيضاً مخطوطة بمكتبة جون ريلاندز الجامعية بما نشستر ، منها نسخة مصورة بمعهد التراث في حلب [66] .

ونجد بمجلة **المشرق** سنة ١٩٠٤ مراجعة لطبعة كارا دڤوبقلم لويس شيخو [67] وتبعاً لهِل فإن ترجمة فارادڤو الفرنسية أدق كثيراً من ترجمة بريگر الإنگليزية [68] .

٤ ـ مورسطس (العصر الهليني) :

نشر لويس شيخو في **المشرق** لسنة ١٩٠٦ ثلاث رسائل أو مقالات قصيرة في الآلات الموسيقية التي تعمل بالهواء والماء ، بعنوان **ثلاث مقالات عربية في الآلات المنغمة** . وذلك عن نسخة وحيدة

(64) PHILO,
Pneumatica , ed by F . D. Prager . (publ . by) Dr . Ludwing Reichert Verlag , Wiesbaden , 1974 .

(٦٥) قسم الفهرسة والتصنيف بمعهد التراث ، **فهرس المخطوطات المصورة** ، نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب، ١٩٨٠ ، ص ٢٤٠

(66) HILL , " .. Survey .. " , P . 178
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(٦٧) لويس شيخو ، « العرب والعلوم الميكانيكية في مدرسة الإسكندرية » ، **المشرق** ، السنة ٧ (١٩٠٤) ، ص ٢٦٨ـ ٢٧٢ .

(68) HILL , " .. Survey .. " , p . 170
(المرجع المذكور بالهامش 21)

بمدرسة الثلاثة أقمار الأرثوذكسية ببيروت . وهي منسوبة إلى مؤلف يدعى مورسطس [٦٩] . لعله من الفترة الهلينية . وفيما بعد صدرت ثلاث دراسات عن هذه المخطوطة ، نجد ذكرها عند هل . ومن الكتاب مخطوطة أخرى في المكتبة البريطانية برقم Or . 9649 . ومنه رسالتان في مجموع برقم ٢٧٥٥ أيا صوفيا (بالمكتبة السليمانية باستنبول) [٧٠] . وقد ذكر النديم الكتاب بعنوان « **كتاب في الآلات المصوتة المسماة بالأرغن البوقي والأرغن الزمري** » [٧١] .

وذكر النديم لمورسطس أيضاً كتاباً آخر بعنوان **كتاب الدوالهب** [٧٢] .أي العجلات ، كما ذكر عنواناً مشابهاً من تأليف هرقل النجار الآتي ذكره . وتوجد عدة مخطوطات في العالم بعنوان **الدوالهب المتحركة بذاتها** ، ذكر هل منها ٦ نسخ دون أن يحدد مؤلفها [٧٣] . وهي على الأرجح لا تعدو أن تكون إما لمورسطس أو لهرقل النجار .

٥ ـ هرقل النجار :

حسب القفطي هو أحد السبعة في بابل . والمقصود أحد السبعة علماء الذين رد عليهم الملك

(٦٩) لويس **شيخو** ، « ثلاث مقالات عربية في الآلات المنغمة » ، **المشرق** السنة ٩ (١٩٠٦) ، ص ١٨-٢٨ .

(70) HILL , " .. Survey " , pp. 171 , 178

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(٧١) محمد بن إسحق النديم ، **الفهرست** ، تحقيق G . Flugel و J . Roediger و A . Muller ، طبع ليبسك سنة ١٨٧١ ، نشر بالتصوير ببيروت وبغداد (حوالي سنة ١٩٦٥) ، ص ٢٧٠

وطبع بتحقيق رضا تجدد ، الطبعة الثانية ، ١٩٧٣ ، طبع على نفقة شركة البترول الإيرانية بمطبعة مروي للأفست بطهران ، ص ٣٢٩

(٧٢) النديم ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش السابق) ، ص ٢٨٥ من طبعة أوربا ، ص ٣٤٣ من طبعة إيران .

(73) HILL , " .. Survey .. " , pp . 171 , 178

(المرجع المذكور بالهامش 21)

الضحاك البيوت السبعة التي بنيت على أسماء الكواكب [٧٤]. والملك الضحاك شخصية خرافية من أساطير الفرس القدامى . ورد ذكره عند ياقوت في مادة بابل بمعجم البلدان ، كما ذكره المسعودي في **مروج الذهب** والمطهر بن طاهر في **البدء والتاريخ** والفردوسي في **الشاهنامة** . ومن هذا نستنتج أن هرقل النجار نفسه شخصية خيالية على الأرجح .

ذكر النديم له كتاب **الدوائر والدواليب** [٧٥] . وعنوانه الكامل **الدوائر والدواليب المتحركة من ذاتها** . منه نسخة ضمن مجموع ، برقم ٣١٥٩ / ٢ أسعد أفندي (في السليمانية بإستنبول) [٧٦] . وقد ذكرنا أن هل ذكر أماكن ست مخطوطات أخرى بنفس العنوان ونسبها لمؤلف مجهول . وهي على الأرجح إما لمورسطس السابق ذكره أو لهرقل النجار . نترك الفصل في هذا لأبحاث المستقبل . ومن إحدى تلك المخطوطات نسخة مصورة بمعهد التراث ، تحت عنوان خاطىء هو **سر كتاب الدواليب والأرحا والروايس المتحركة** [٧٧] . والصواب **هذا كتاب الدواليب والأرحا والروايس المتحركة من تلقاء ذاتها** . ولم يحدد الصديق مؤلف الفهرس مكان وجود المخطوطة ، وهو مكتبة آل مدتشي بفلورنسا الإيطالية [٧٨] . ونجد في أحد بحوث خوان برنيت ما يفيد بأن هذه الرسالة منسوبة خطأ إلى مؤلف

(٧٤) علي بن يوسف **القفطي** ، **تاريخ الحكماء** ، وهو **مختصر الزوزني من كتاب إخبار العلماء بأخبار الحكماء للقفطي**، تحقيق يوليوس ليرت ، نشر في ليبسك سنة ١٩٠٣ ، ونشر بالتصوير ببغداد حوالي سنة ١٩٦٥ ، ص ١٠٤ ، ١٠٥ ، ٣٥١ .

(٧٥) النديم ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٢٧٠ ، ٢٨٥ من طبعة أوروبا ، ص ٣٢٩ ، ٣٤٣ من طبعة إيران .

(٧٦) رمضان **ششن** ، **نوادر المخطوطات العربية في مكتبات تركيا** ، نشر دار الكتاب الجديد ببيروت ، ١٩٨٢ ، ج ٣ ص٥٢ .

(٧٧) محمد عزت عمر ، **فهرس المخطوطات المصورة ، ملحق** ، نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب، ١٩٨٢ ، ص ١٥٨

(78) SABRA , A. I. ;
" A Note on Codex Biblioteca Medicea . Laurenziana , Or . 152 " , *Journal for the History of Arabic Science* . (Aleppo) , vol . 1, no . 2, pp . 276 283 , see p. 282 .

أندلسي مجهول [٧٩] .

وهناك رسالة بنفس العنوان ، ذكرها هل ضمن مجموع برقم ٢٧٥٥ / ٢ أيا صوفيا (بالسليمانية بإستنبول) [٨٠] . ومنها نسخة برقم ٣٤٦٦ / ٢ أحمد الثالث (في طوب قابي بإستنبول) [٨١] . وكلتاهما مستخرجتان من كتاب فيلون .

٦ - هيرون الإسكندري (اشتهر ٦٢ م) :

عرّب قسطا بن لوقا البعلبكي ، المترجم والطبيب العالم المعروف **كتاب أيرن في رفع الأشياء الثقيلة** ، وذلك بتكليف من الأمير العباسي أحمد بن المعتصم (الخليفة المستعين فيما بعد)[٨٢] . فنستنتج من هذا أن الترجمة تمت قبل خلافة المستعين سنة ٢٤٨ هـ / ٨٦٣ م ، وفي بداية شباب المترجم قسطا الذي عاش حتى حوالي عام ٣٠٠ / ٩١٣ [٨٣] . ولم تصل إلينا أية نسخة من الكتاب في نصه الإغريقي أو بأية لغة أخرى . فهو لم يحفظ إلا في نصه العربي .

نشرت هذه النسخة العربية مع ترجمة فرنسية لكارا دڤو سنة ١٨٩٣ **بالمجلة الآسيوية** (JA) ، ثم في كتاب مستقل سنة ١٨٩٤ . ثم أعيد طبع هذه النشرة مع مقدمة كتبها هل بالفرنسية ، وشروح مستفيضة كتبها دراخمان بالإنكليزية ، وذلك عام ١٩٨٨ [٨٤] . ويحتوي الكتاب على مبادىء الميكانيكا النظرية ، مع وصف لآلات الرفع والكبس . وقد ترجم الكتاب إلى الألمانية ونشر ضمن

(٧٩) خوان برنيت ، **الإنجازات الميكانيكية** (المرجع المذكور بالهامش ٤٧) ، ص ٤ - ٧ .
(80) HILL , " .. Survey .. " , p. 178 (المرجع المذكور بالهامش 21)
(٨١) **ششن ، نوادر المخطوطات** ... (المرجع المذكور بالهامش 76) ، ج٢ ص ٢٩٨
(٨٢) **هيرون ، كتاب أيرن في رفع الأشياء الثقيلة** ، تعريب قسطا بن لوقا البعلبكي ، تحقيق كارا دڤو ، تقديم هل ، تعليقات دراخمان ، نشر Les Belles Lettres باريس سنة ١٩٨٨ ، ص ١
(٨٣) **الزركلي ، الأعلام** (المرجع المذكور بالهامش 39) ، ج٥ ص ١٩٦ ، ١٩٧ .
(٨٤) **هيرون ، رفع الأشياء** (المرجع المذكور بالهامش 82) .

مجموع يضم معظم أعمال هيرون ، وذلك في الجزء الثاني الذي صدر عام ١٩٠٠ [٨٥] .

ولنفس المؤلف كتاب **الحيل الروحانية** Pneumatica . ترجم إلى العربية في فترة الترجمة خلال العصر العباسي [٨٦] . ولكن لم يصل إلينا في نصه العربي . إنما وصلت إلينا أكثر من مئة مخطوطة بالإغريقية والألمانية واللاتينية ، ونشر في طبعة ألمانية وأخرى إنكليزية [٨٧] . وله كتاب آخر في الآلات المتحركة ذاتيا Automata . نشر أيضاً بالألمانية عن مخطوطات غير عربية . وكلا الكتابين لا نشك في تأثيره على الكتب العربية اللاحقة التي ألفت في موضوع الآلات الميكانيكية .

٧ ـ منلاوس Menelaus الإسكندري (اشتهر ١٠٠ م) :

له **كتاب في معرفة كمية تمييز الأجرام المختلطة** أي فرز مكونات السبائك بطرق أرشميدس . ترجم إلى العربية [٨٨] ولم يصل إلينا . ولكن منه نقولا طويلة في **ميزان الحكمة** للخازني . فعنوان الباب الرابع من المقالة الأولى هو « في رؤوس مسائل منالاوس في الثقل والخفة » . وفي الباب الأول من المقالة الرابعة نجد وصفا لميزان أرشميدس من تأليف منلاوس . والباب الثاني (أيضاً من المقالة الرابعة) هو « في طرق مانالاوس إذا كانت الكفتان كلتاهما معاً في الماء ، أو كانت إحداهما فيه والأخرى في الهواء . . . في ثلاثة فصول » . والباب الرابع (من المقالة الرابعة) عنوانه « في تفسير قول مانالاوس الحكيم في أوزان الفلزات بالميزان المطلق والهوائي والمائي قال مانالاوس : الخ » [٨٩] .

(85) DRACHMAN , A . G. ;
" Hero of Alexandria " . *Dictionary of Scientific Biography* , vol . 6 , pp. 313, 314 , 1981

(٨٦) النديم ، الفهرست (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٢٩٩ من طبعة أوربا ، ص ٣٢٨ من طبعة إيران .

(87) DRACHMANN , A . G . ; Hero , pp . 314 , 315 .
(المرجع المذكور بالهامش 85)

(٨٨) النديم ، الفهرست (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٢٦٧ من طبعة أوربا ، ص ٣٢٧ من طبعة إيران .

(٨٩) عبد الرحمن الخازني ، ميزان الحكمة ، نشر دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد ، ١٣٥٩ هـ (١٩٤٠ م) ، ص ٢٢ ، ٧٨ ، ٧٩ ، ٨٦ .

٨ - بَپُّس Pappus الإسكندري (حوالي ٣٥٠ م) :

وصل إلينا من مؤلفات پپس **مجموع** يقع في ثماني مقالات ، الثامنة منها في الميكانيكا [٩٠] . وقد ترجمت هذه المقالة لبني موسى بن شاكر (القرن ٣ هـ / ٩ م) بعنوان **مدخل بيوس إلى علم الحيل** (وكتب العنوان بيوس بالياء في فهارس المخطوطات المختلفة) . وقد وصل إلينا في مخطوطة واحدة برقم ٣٤٥٧ أحمد الثالث (طوب قابي بإستنبول) . ومنها نسخة مصورة بمعهد المخطوطات بالقاهرة . وقد نشرت عنها دراسة سنة ١٩٧٢ [٩١] . وفيما عدا هذه الدراسة لا نجد أحدا ممن ترجموا لپپس ذكر هذه المخطوطة . حتى المصادر التراثية العربية لم تذكر هذه الترجمة ، فيما عدا مصدر واحد متأخر هو حاجي خليفة [٩٢] .

نجد في الكتاب مناقشة مستفيضة لمركز الثقل والأسس النظرية في الميكانيكا . ثم يقتبس المؤلف نصوصاً من هيرون عن القوى الميكانيكية الخمس : وهي العجلة والجزع axle (وهو محور العجلات) والرافعة والبكرة والإسفين والقلاووظ ، ويصف بعض الآلات القائمة عليها .

وقد تحرف اسم پپس كثيراً في كتب التراث . نجده في أكثر نسخ **الفهرست** باسم « بلس » وقد انتبه فلوگل إلى هذا الخطأ وصححه في النص وفي تعليقاته بالطبعة الأوروبية [٩٣] . إلا أن الإسم عاد

(90) BULMER - THOMAS , I . :
" Pappus of Alexandria " , *Dictionary of Scientific Biography*, vol . 10 , pp . 293 - 304 , 1981 .

(91) JACKSON , D . E. P .
" The Arabic Translation of a Greek Manual of Mechanics " , *Islamic Quarterly* , vol. 16 (1972) , pp . 96 - 103 .

(٩٢) حاجي خليفة ، كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون ، بتحقيق G . Flugel ، نشر في لندن سنة ١٨٥٨ ، طبعة مصورة بدار صادر ببيروت حوالي عام ١٩٩٤ ، ج٥ ص ٤٧٢ .

(٩٣) النديم ، الفهرست (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٢٦٩ من طبعة أوربا ، وج٢ ص ١٢٤ من تعليقات المحقق .

وتحرف في الطبعة الإيرانية ، برغم اطلاع المحقق تجدد على تصحيح فلوگل [94] !! وفي كشف الظنون نجد اسمه مرة « بيوس » بالياء ، و « بلبس » مرة أخرى . و « بتس » مرة ثالثة [95] . وفي هذا الكتاب لم ينتبه المحقق فلوگل إلى أن الأسماء الثلاثة لشخص واحد .

وورد اسمه في ميزان الحكمة للخازني « فوفس » بالفاء [96] . ولكن نجده في طبعة حيدر أباد «قوقس» بالقاف [97] . فنجد الباب السابع من المقالة الأولى في ذلك الكتاب « في صنعة مقياس المائعات في الثقل والخفة ، والعمل به ، للحكيم فوفس الرومي » .وفيه يصف الخازني بالتفصيل آلة مقياس الوزن النوعي أو الكثافة النسبية للسائل hydrometer وكيفية استخدامها . ويعتبر كتاب الخازني المصدر الوحيد لعمل بپس هذا ، حيث لم يرد له وصف في أي من كتبه التي وصلت إلينا بالإغريقية أو غيرها [98] . وقد صحح خانيكوف (الذي درس كتاب الخازني لأول مرة) وصف ورسوم مقياس بپس . ثم صححتها أكثر لجنة مراجعة البحث بجمعية المستشرقين الأمريكية التي نشرت بحثه سنة ١٨٥٩ [99] . ثم صححها فيما بعد هل ، في كتابه الأخير الذي صدر قبيل وفاته [100] .

(٩٤) النديم ، الفهرست (المرجع المذكور بالهامش 71) ، ص ٣٢٨ من طبعة إيران .

(٩٥) حاجي خليفة ، كشف الظنون (المرجع المذكور بالهامش ٩٢) ، ١/ ٣٨٣ و ٥ / ٦٢ و ٥/ ٤٧٢

(96) KHANIKOFF , N. " Analysis and Extracts of ميزان الحكمة *Journal of the American Oriental Society* , vol . 6 (1859) , pp . 1 128 , see pp. 18 , 40 , 42 , 52 .

(٩٧) الخازني ، ميزان الحكمة (المرجع المذكور بالهامش 89) ، ص ١١ ، ٢٨ ، ٣١ ، ٣٣ .

(98) BULMER - THOMAS , I . ; " Pappus " , pp . 300 - 304 (المرجع المذكور بالهامش 90)

(99) KHANIKOFF , N. " Analysis and Extracts " (المرجع المذكور بالهامش 96)

(100) D. R . Hill , Islamic Sc . & Engg . , pp . 61 - 63 (المرجع المذكور بالهامش ١٣)

أحمد بن موسى بن شاكر (ت حوالي ٢٧٠ / ٨٨٤)

١ ـ كتاب الحيل :

اعتاد بنو موسى بن شاكر أن ينسبوا الكتب المؤلفة من قبل أحدهم إلى الأخوة جميعاً . فيقال بأن كتاب كذا من تأليف بني موسى وهو من تأليف واحد منهم ومراجعة ـ ربما طفيفة ـ من قبل الآخرين . فالكتاب الهام والمشهور في الآلات الميكانيكية من تأليف أحمد الذي كان متفوقاً على جميع معاصريه في هذا المجال [(١٠١)] . وقد نسب النديم في **الفهرست** كل كتاب من مؤلفات بني موسى صراحةً إلى مؤلفه الفعلي من بين الإخوة ، فذكر أن كتاب الحيل الذي نحن بصدده من تأليف أحمد [(١٠٢)] . وعن النديم نقل القفطي [(١٠٣)] .

وفي نسخة الفاتيكان نسب الكتاب إلى بني موسى على الغلاف . ولكن داخل الكتاب نجد نصوصاً تنسب الكتاب صراحة إلى أحمد . ففي بداية الشكل ٢٣ نقرأ « هذا الكتاب الثالث من كتاب أبي الحسن أحمد بن موسى المنجم رحمه الله في الحيل » ، وكذلك في بداية الشكل ٤٣ والشكل ٦٦ نجد عبارات مشابهة [(١٠٤)] .

وقد نشر كتاب الحيل بتحقيق ممتاز لأحمد يوسف الحسن وآخرين سنة ١٩٨١ [(١٠٥)] . وترجم قبلها إلى الإنكليزية بقلم هل سنة ١٩٧٩ ، وإلى الألمانية من قبل فيدمان وهوسر سنة ١٩٢٢ [(106)] .

(١٠١) **القفطي** ، **أخبار الحكماء** (المرجع المذكور بالهامش ٧٤) ص ٤٤٢ .

(١٠٢) **النديم** ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش ٧٩) ، ص ٢٧١ من طبعة أوربا ، ص ٣٣١ من طبعة إيران

(١٠٣) **القفطي** ، **أخبار الحكماء** (المرجع المذكور بالهامش ٧٤) ، ص ٣١٦ .

(١٠٤) **بنو موسى** بن شاكر ، **كتاب الحيل** ، تحقيق أحمد يوسف الحسن وآخرين ، نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، ١٩٨١ ، ص ٧٩ ، ١٤٠ ، ٢٣١ .

(١٠٥) المرجع السابق .

(106) HILL , " .. Survey .. " , p . 172

(المرجع المذكور بالهامش 21)

ويحتوي على آلات تسلية تعتمد على علم سكون الموائع (hydrostatics و aerostatics) وعلى فوارات، ومصابيح ذات خواص معينة ، ومضخة هواء (تنفس صناعي) للعاملين في الآبار والمناجم ، وجهاز لالتقاط الأشياء الثمينة من قاع الماء .

وبرغم ما يبدو من أن أكثر الآلات ليست ذات منفعة عملية ، إلا أنها احتوت على ما يبهر كل مؤرخ للتقانة (التكنولوجيا) من ناحية إحاطة المؤلف بمبادىء علم سكون الموائع وتغير الضغط وإتقان استعمال صمامات التحكم الذاتي وأجهزة الفتح والإغلاق . وكل هذه المفاهيم يجعل الكتاب متطوراً بشكل كبير عن الكتب السابقة من العهد الهليني ، أي الكتب المترجمة التي ذكرناها . بل إن التطبيقات العملية أو التقانات التي احتواها الكتاب لم يأت عالم لاحق بأكثر تطوراً منها إلا في العصور الحديثة [١٠٧] . وقد فصّل كل من الحسن وهِل الحديث عن مصادر هذا الكتاب وإضافاته إلى التقانة في مقدمة تحقيق كل واحد منهما ، فأكتفي بالإحالة إليهما .

٢ ـ وصف الآلة التي تزمر بنفسها :

نشرت هذه الرسالة في المشرق سنة ١٩٠٦ [١٠٨] . وهي ضمن المجلد الذي نشرت منه رسالة مورسطس السابق ذكرها . وهي نسخة خالية من الرسومات التوضيحية ، ولم تعرف منها أية نسخة أخرى في العالم حتى اليوم . وقد ترجم النص بتصرف إلى الألمانية من قبل فيدمان سنة ١٩٠٩ ، مع بعض رسومات توضيحية . كما ترجم إلى الإنكليزية من قبل فارمر سنة ١٩٣١ . وتعتبر ترجمة فارمر أكثر دقة ووضوحاً ، ورسوماتها أكثر دلالة على النص [109].

وقد أشار هِل إلى أن الرسالة تحتوي على وصف آلة متطورة لم تنل حظها بعد من الدراسة من قبل مؤرخي التقانة والالات الموسيقية . فهي تحتوي على العديد من الحركات المتقنة الدقيقة وأنظمة

(١٠٧) المرجع السابق نفس الصفحة .

(١٠٨) لويس شيخو ، « وصف الآلة التي تزمر بنفسها » ، المشرق ، السنة ٩ (١٩٠٦) ، ص ٤٤٤ ـ ٤٥٨ .

(109) HILL , " .. Survey ... " , pp . 170 , 172 , 173 .

(المرجع المذكور بالهامش ٢١)

التحكم[110]. وفاته الإشارة إلى أن هذه الرسالة ورد ذكرها في **الفهرست** بعنوان **كتاب الأرغن**[111].

ثابت بن قرة (٢٢١ / ٨٣٦ - ٢٨٨ / ٩٠١)

ألف ثابت العديد من الكتب والرسائل في الرياضيات والفلك والطب ، كما ترجم العديد أيضاً. إلا أننا نهتم هنا بما ألفه في مجال الآلات الفلكية ونظرياتها ، الأمر الذي له الأثر الواضح على من أتى بعده من المهندسين .

١ - كتاب القرسطون :

كلمة قرسطون تأتي على الأرجح من أصول فارسية وأرمنية . وتعني الرافعة lever ، كما كانت تعني ميزان القبان steelyard الذي هو ميزان أحادي الكفة يعتمد على مسطرة طويلة مدرجة . ولا يخفى أن القبان مشتق أصلاً من الرافعة . وذكر بعض الباحثين أن النديم والقفطي ذكرا أن ثلاثة مؤلفات ألفت في القرسطون : لبني موسى وقسطا بن لوقا وثابت[112] . ولكن الواقع أن كتب التراث لا تذكر كتابا لثابت بهذا العنوان . وإنما ذكر القفطي كتاب ثابت بعنوان مختلف هو « في أن سبيل الأثقال التي تعلق على عمود واحد مفصّلة هو سبيلها إذا جعلت ثقلاً واحدا مبثوثاً في جميع العمود على تساو »[113].

قبل الحرب العالمية الأولى كانت توجد ثلاث نسخ من الكتاب : واحدة في دير الآباء اليسوعيين Jesuit ببيروت ، والثانية في مكتبة الدولة ببرلين ، والثالثة في مكتب الهند بلندن . إلا أن اثنتان من هذه فقدتا ، ولم تبق إلا نسخة لندن (برقم Ar . 767 الرسالة السابعة ضمن المجلدة ، الأوراق ١٩٨-٢٠٨) .

(١١٠) المرجع السابق ، ص ١٧٣

(١١١) النديم ، **الفهرست** (المرجع المذكور بالهامش ٧١) ، ص ٢٨٥ من طبعة أوربا ، ص ٣٤٣ من طبعة إيران .

(112) JAOUICHE , K
" al - KARASTUN " . *Encyclopaedia of Islam* . vol . 4 (1975) . p . 629 .

(١١٣) **القفطي** ، **أخبار الحكماء** (المرجع المذكور بالهامش ٧٤) ، ص ١١٧ .

يصف ثابت في هذه الرسالة توازن القوى على الرافعة عندما يعلق قضيب من مادة متجانسة ، وتكون نقطة تعليقه بعيدة عن مركز الثقل ، وتعلق أثقال على أماكن معينة من القضيب لتحقيق التوازن . وهناك أكثر من سبب يوضح أهمية عمل ثابت في العلوم والتقانة . فمن ناحية علم السكون (الاستاتيكا) نجد أن كتاب ثابت أول مصدر يسجل بداية لما عرف فيما بعد بموضوع عمليات الإزاحة . ومن ناحية الرياضيات فإن الافتراض Proposition الرابع بالكتاب له أهمية في تاريخ حساب التكامل . ففي هذا القسم من الكتاب يطبق ثابت المبادىءالتي استعملها أرشميدس لحساب المساحات على إيجاد كمية الحركة الساكنة static momentum للقضيب المتجانس . ويبدو أن نظريات ثابت لم تلق من يأخذ بها في الأجيال اللاحقة من الشرق والغرب . حيث تم اكتشاف نفس استنتاجاته من قبل علماء آخرين ، ولكن بطرق أخرى متفرعة عن نظريات أرشميدس . بينما ثابت كان مستقلاً في آرائه عن أرشميدس .

وقد ترجم كتاب ثابت إلى اللاتينية من قبل جيرار الكريموني (ت ١١٨٧ م) . وفيما بعد ترجمه فيدمان إلى الألمانية سنة ١٩١١ . ونجد مقارنة بين الأصل العربي وهاتين الترجمتين عند خليل جاويش الذي أعد ترجمة فرنسية نشرت سنة ١٩٧٦ (114) -(115)- . وقد ترجمت نسخة جيرار اللاتينية إلى الإنگليزية سنة ١٩٥٢(116) . ولم ينشر الكتاب بالعربية حتى الآن .

٢ ـ في صفة استواء الوزن واختلافه :

لم تصل إلينا هذه الرسالة بشكل مستقل ، وإنما جاءت ضمن كتاب **ميزان الحكمة** للخازني . وهي تحتوي على وصف توازن ميزان عادي بكفتين . وقد نص ثابت فيها على أنه يريد شرح كلامه لمن

(114) JAOUICHE . K . " al – KARASTUN "
(المرجع المذكور بالهامش 112)

(115) Tabit b. Qurra , (trad . et etude avec) K. Jaouiche . *Le livre du Qarastun* . Collection de travaux de l'Academie internationale d ' histoire des sciences . Leide , 1976

(116) ROSENFELD . B. A. and A. T . GRIGORIAN ;
" Thabit ibn Qurra " , *Dictionary of Scientific Biography*, vol . 13 , pp. 288-295, see pp . 292 - 294 .

ليست لديه خلفية حول الهندسة والفيزياء (علم الطبائع حسب تعبيره) (١١٧) .

البيروني (٣٦٢ / ٩٧٣-٤٤٠ / ١٠٤٨)

نجد في كتابات البيروني إشارات إلى ممارسته العمل بالآلات الميكانيكية ومعرفته بطريقة صنعها وأدائها . ففي **الجماهر في معرفة الجواهر** يتحدث عن حجر الجزع قائلاً : « وهو حجر يفضل أمثاله (أي يتفوق عليهم) في الصلابة . ويدلك عليه أن مداخل البنكانات (أي الساعات المائية) المقدرة للساعات تعمل من جزعة مثقوبة ، مركبة في بكيندان (صفيحة الجزعة في كتب الميكانيكا التراثية) ملحم على أسافلها . واختير لذلك بسبب صلابته ، كيلا يسرع تأثره من الماء الدائم الجريان ، فتتسع الثقبة ، فيزول عنها التقدير » (١١٨) . وفي **الآثار الباقية** يتحدث عن نظرية الأواني المستطرقة وتطبيقاتها في الطبيعة ، فيجزم بوجود خزانات للمياه بمستوى أعلى من العيون التي يصعد ماؤها إلى أعلى . ويسوق أثناء حديثه ذلك وصفا لعمل آلات ميكانيكية هي : الفوارات أو النوافير ، و« الآلة التي تسمى سارقة الماء (أنبوب على شكل حرف U) فإنك إذا ملأتها ماءً ووضعت كلا طرفيها في آنيتين سطح ما فيهما من الماء سطح واحد ، فإن الذي فيها من الماء يقف ولو دهرا ، لا ينصب إلى إحدى الآنيتين .. الخ » . ويتحدث عن السراج الخادم نفسه ، أي الذي يأخذ الزيت بمقادير ثابتة من خزانة مجاورة (١١٩) .

وفي قائمة مؤلفاته نجد رسالة مكونة من ١٥ ورقة لم تصل إلينا ، عنوانها **مقالة في تعبير الميزان**

(١١٧) الخازني ، ميزان الحكمة (المرجع المذكور بالهامش ٨٩) ، ص ٣٣-٣٨ .

(١١٨) أبو الريحان محمد بن أحمد **البيروني** ، **الجماهر في معرفة الجواهر** ، تحقيق سالم الكرنكوي الألماني (فرتز كرنكو) ، نشر دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد ، ١٣٥٥ هـ (١٩٣٧ م) ، وطبع مصورا ببيروت مرارا (دون ترخيص ، مع شطب الفهارس والخاتمة) ، ص ١٧٤ .

(١١٩) **البيروني** ، **الآثار الباقية عن القرون الخالية** ، تحقيق إدوارد سخاو ، نشر في ليبزك سنة ١٩٢٣ ، أعادت طبعه بالتصوير دار صادر ببيروت (حوالي عام ١٩٩٢) ، ص ٢٦٢ - ٢٦٤ .

لعقدير الأزمان (١٢٠) ـ(121)ـ . وهي تدور حول استعمال ميزان القبان كساعة مائية . وهي نفس فكرة المقالة الثامنة من كتاب **ميزان الحكمة** للخازني ،الآتي ذكره .

إلا أن الأثر الوحيد الذي وصل إلينا من مؤلفات البيروني في الميكانيكا هو فصل من كتابه **استيعاب الوجوه الممكنة لصنع الأسطرلاب** الذي وصلت إلينا منه أكثر من عشر نسخ حول العالم . وهو وصفه لآلة « حق القمر » ، أي علبة تغير حجم القمر من هلال إلى بدر والعكس . والآلة عبارة عن أسطرلاب ذي تروس ، يحرك مستعملها ترسا واحدا منها فتتغير أيام الأسبوع وحجم القمر والشهر والسنة . فهي إذن إحدى مقدمات صنع ساعة التروس التي ظهرت لأول مرة في الغرب في نهاية القرن ١٣ م . وهذا سبب واحد يبين أهمية هذا الأثر . والسبب الآخر هو أن آلات التروس والكتابات حولها قبل انتشار الساعات الميكانيكية قليلة نادرة . حيث وصلت إلينا قطعة متآكلة يعود تاريخها إلى القرن الأول قبل الميلاد ، يرجح أنها من الحضارة الهلينية ، وقطعة يقدر تاريخها بحوالي عام ٥٠٠ م من بيزنطة ، وقطعة وحيدة من العصر الإسلامي مؤرخة سنة ٦١٨ هـ / ١٢٢١ م من صنع محمد بن أبي بكر الراشدي الآبري الأصفهاني [122] (كلمة آبري تعني من قرية آبر بفارس ، وليس صانع الإبر كما يرد في كتابات الغربيين) . أما الكتابات حول التروس فلا نجد قبل عصر النهضة الأوربي سوى الفصل الذي نتحدث عنه للبيروني وكتاب ابن خلف المرادي الآتي ذكره .

لم ينشر كتاب **الاستيعاب** كاملا برغم صغر حجمه وغزارة فائدته وسبقه في كثير من مجالات العلوم والتقانة . إلا أن الفصل الخاص بحق القمر أو أسطرلاب التروس نشر عام ١٩٨٥ ، مع ترجمة

(١٢٠) البيروني، **فهرست كتب الرازي** ، (ملحق به فهرست كتبه هو) ، نشره سخاو في مقدمة كتاب **الآثار الباقية** المذكور في الهامش السابق ، ص xxxxiii (٤٣) من المقدمة . وقد نشر الفهرست في طبعات أخرى .

(121) KHAN, A. S.
A BIBLIOGRAPHY of the Works of Abul - Raihan
Al - Biruni, Indian National Science Academy, 1982, p. 22, no. 51.

(122) FIELD, J. V. and M. T. WRIGHT
Early Gearing, Science Museum, 1985.

وبعض تعليقات كتبها هل [123] . وقد كتب هل بحثه ذلك بمناسبة معرض أقيم في ذلك العام ، عنوانه « التروس المبكرة » Early Gearing ، أعده متحف العلوم بلندن . وأعدت أمينة المتحف وأحد مساعديها أكثر من دراسة في تلك المناسبة . منها دراسة تصدرت السجل المصور (الكتلوج) الصادر للمعرض ، نجد فيها وصف الات التروس الهلينية والبيزنطية والإسلامية التي ذكرناها . وفيها ذكر مساهمة البيروني ، ولكن ليس فيها ذكر مساهمة المرادي [124] .

وقد وصف تقي الدين بن معروف الآتي ذكره حق القمر في الفصل الأول من كتابه **الطرق السنية في الآلات الروحانية** [125] . وفي كتابه الآخر **الكواكب الدرية في البنكامات الدورية** يصف صنع الساعات الميكانيكية ذات التروس ، التي كانت تأتي إلى إستنبول من دول أوربا . ويوضح أن القدامى لم يؤلفوا في هذا المجال « سوى شيء يسير في رسائل حق القمر والصفيحة الكسوفية مما يشبه صناعاتها » [126] . فهو يقرر هنا أن رسائل حق القمر كانت من مقدمات اختراع الساعات الميكانيكية ذات التروس .

(123) HILL, D.R.
" al - Biruni ' s Mechanical Calendar " , *Annals of Science* , vol . 42 (1985) , pp . 139 - 163 ..

(124) FIELD and WRIGMT , " Early Gearing "
(المرجع المذكور بالهامش رقم 122)

(١٢٥) **تقي الدين** محمد بن معروف ، **الطرق السنية** (المرجع المذكور بالهامش رقم ١٠) ، الفصل الأول .

(126) TEKELI , Sevim
16 ' inci Asirda Osmanlilarda Saat (The Clocks in ottoman Empire in the 16th Centuey) , Ankara University , 1966 , p . 216
حققت الباحثة في هذا الكتاب النص العربي لرسالة **الكواكب الدرية في البنكامات الدورية** لتقي الدين ، مع دراستين تمهيديتين وترجمتين لنص الرسالة بالتركية وبالإنكليزية

ابن خلف المرادي (القرن ٥ ـ ٦ هـ / ١١ ـ ١٢ م)

في عام ١٩٧٧ نشر هل في مجلة تاريخ العلوم العربية بحلب أو ل دراسة عن مخطوطة في الميكانيكا ، ضمن مجموع في مكتبة آل مدتشي بفلورنسا الإيطالية . وعنوان تلك المخطوطة **كتاب الأسرار في نتائج الأفكار** . وكانت أغلب الرسائل في المجموع من تأليف ابن معاذ الجياني ، فنسب ذلك الكتاب أيضاً للجياني [127] . إلا أن عبد الحميد صبرة سرعان مانشر بحثاً في نفس المجلة يوضح فيه محتويات المجلد المذكور ، ويبين فيه أن **كتاب الأسرار** من تأليف ابن خلف المرادي كما يبدو من الصفحة الأولى منه . وكان تاريخ الانتهاء من نسخ الكتاب هو ٢١ / ٨ / ٦٦٤ هـ ٢٨ / ٥ / ١٢٦٦ م [128] . وبعدها أوضحت الباحثة الإسبانية ماريا فكتوريا فلونداس M. V. Villuendas أن ناسخ المجموع كله هو الحبر اليهودي إسحق بن سيد ، الملقب برابي زاك Rabi Zag . وهو المترجم العالم الذي كان يترجم الكتب العربية في بلاط الفونسو العاشر الملقب بالعالم أو الحكيم El Sabio . وهو الذي ترجم العديد من الكتب في مجموعة كتب المعرفة بعلم الفلك الآتي ذكرها [129] .

لا نعرف شيئاً عن ابن خلف . وإنما قدرت الفترة التي عاش فيها تقديراً ، فهو حتماً عاش قبل زمن طويل من تاريخ نسخ كتابه بقلم ابن سيد الذي لم يجد منه سوى نسخة واحدة . وفي نفس الوقت هو ينقل عن العالم الفلكي ابن الصفار المتوفى سنة ٤٢٦ / ١٠٣٥ . فابن خلف عاش إذن في فترة متزامنة أو متأخرة عن ابن الصفار .

(127) HILL , D. R.
" A Tretise on Machines , by Ibn Mu' adh al Jayyani " , *Journal for the History of Arabic Science* , vol . 1,no . 1, pp. 33 - 46 .

(128) SABRA , A . I. , " Note on Codex "
(المرجع المذكور بالهامش 78)

(129) VILLUENDAS , Maria Victoria
" A Further note on a Mechanical Treatise Contained in Codex Medicea Laurenziana, Or . 152 " , *Journal for the History of Arabic Science* , vol . 2 ,2, no . pp . 395 - 396

يتكون الكتاب من ٣١ «شكلاً» أو وصفا للأجهزة الآتية : الأشكال الأول إلى الخامس لعب دمى متحركة كبيرة الحجم ، ولها آلات ذاتية الحركة automata تعمل وتتوقف بانتظام . والأشكال ٦ - ٢٠ و ٢٧ - ٣٠ ساعات مائية تقيس الساعات الزمانية (غير المستوية) بآلات ذاتية الحركة . والأشكال ٢١ - ٢٤ أجهزة حربية على شكل أبراج يتم رفعها وخفضها بحركات مقص تشبه حركة « الملقط المفصّل » lazy tong . والشكلان ٢٥ و ٢٦ آلتان لرفع الماء من الآبار . والشكل ٣١ ساعة شمسية دولية ، أي صالحة لكل مدينة .

فصّلنا الحديث عن محتويات الكتاب لأن النسخة الوحيدة التي وصلت إلينا منه مهترئة ، وأجزاء كبيرة من كل صفحاتها تالفة ، إلى الحد الذي قد يتعذر معه نشر الكتاب مطبوعاً . إلا أن الدراسات عنه لم تتوقف منذ ١٩٧٧ . والنقاط التالية توضح أهميته في تاريخ التقانة بالعالم :

١ - يستعمل الكتاب التروس بشكل مكثف . فيضم مجموعات معقدة من تلك التروس ، بعضها جديد وبعضها صعب التخيل لمن ليس بارعاً في الحساب والهندسة . ومنها التروس المجزأة التي تتيح حركة متقطعة ، والتروس الدائرة في فلك أخرى أكبر منها .

٢ - بعض الآلات يستعمل الزئبق بدل الماء كوسيط لنقل الحركة . واستعمال الزئبق لم يرد في الكتب العربية إلا في هذا الكتاب وفي مجموعة **كتب المعرفة بعلم الفلك** الآتي ذكرها . فإذا تذكرنا أن إسحاق بن سيد هو ناسخ هذا الكتاب ، وهو أحد أبرز مترجمي **كتب المعرفة بعلم الفلك** ، وضح السبب في الترابط بين مواضيع الكتابين .

٣ - يعتبر الكتاب مقدمة أو إرهاصا لتطور حتمي هو ظهور الساعات الميكانيكية ذات التروس في الغرب . وقد يكون مبتكر هذه الساعات أندلسيا ضاع مجهوده وسط الفتن السياسية بالأندلس في تلك الفترة . وعلى كل حال حتى لو ثبت أن الساعة الميكانيكية اختراع أوربي صرف فإن تأثير التقانة العربية الإسلامية على ذلك الاختراع كان موضوعاً لأكثر من بحث من بحوث

هل (130) - (131) .

قلنا إن البحث حول الكتاب لم ينقطع منذ عام ١٩٧٧ . ومن أبرز من بحثوا في محتوياته خوان برنيت الذي نشر أكثر من بحث في شرح تركيب وعمل آلاته . بل وأشرف على صنع آلتين منه . ونكتفي هنا بالإشارة إلى بحث له ولهل ، فيهما عناوين بحوث أخرى ، بالإضافة إلى البحوث الأخرى التي ذكرناها في الهوامش السابقة (١٣٢) -(133) . ويضم كتاب هل الأخير وصفا لما تم استنتاجه من الكتاب حول حركات التروس المتطورة (١٣٤) .

الخازني (ح ٤٧٠ / ١٠٧٧-ح ٥٣٠ / ١١٣٥)

١ - الكرة التي تدور بذاتها :

كتب الخازني هذه الرسالة في بداية عهده بالتأليف ، حيث كان الخازني غلاما لعلي الخازن المروزي ، ثم اشتهر بالعلم ، فكان يؤلف كتبه مهداة إلى السلطان سنجر السلجوقي ، إلا هذه الرسالة التي نحن بصددها ، فهي مهداة إلى مولاه علي ، بإطراء زائد للمولى في مقدمة الرسالة . وفيها يصف المؤلف ساعة فلكية رملية . ينصب فيها الرمل من أسطوانة وفي أعلاه ثقل رصاص يهبط تدريجياً مع تناقص مستوى الرمل . وبهبوطه يجر خيطا متصلا ببكرة . والبكرة متصلة بتروس تدير آلة « ذات الكرسي » الفلكية . وللجهاز ملحق تابع هو ربع دائرة مقسم كالمنقلة إلى ٩٠ قسما ، يستعمل مكملا

(130) HIL , D . R.
" Islamic Fine Technology and its Influence on the Development of European Horology " , *Al - Abhath* , vol . 35 (1987) , pp . 9 - 28 .

(131) HILL , D. R .
" Sa ' a" , *Encyclopaedia of Islam* , vol . 8 (1995) , pp . 654 - 656 .

(١٣٢) خوان برنيت « الإنجازات الميكانيكية » (المرجع المذكور بالهامش رقم ٤٧) .

(133) HILL , " .. Survey .. " , pp . 176 - 177
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(134) D . R. Hill , Islamic Sc . & Engg . , p. 141 .
(المرجع المذكور بالهامش 43)

لأعمال الرصد بالآلة الرئيسة .

وهذه الآلة كانت مما عرفته الحضارتان الهلينية والصينية القديمة . وعندما نشر لورش رسالة الخازني استعرض ما عرفه السابقون لتلك الرسالة . ونشر في بحثه النص العربي مع ترجمة إنكليزية وشروحات وتعليقات [135].

٢ - ميزان الحكمة :

يعتبر هذا الكتاب أحد أهم كتب الميكانيكا والفيزياء، وعلم سكون السوائل (الهيدروستاتيكا) في القرون الوسطى . وفيه يبدأ المؤلف بمقدمات مفيدة يذكر ضمنها تاريخ المواضيع التي يتطرق إليها، وهي : (١) كيفية إيجاد الأوزان النوعية (٢) جدول بالأوزان النوعية لعدة مواد صلبة وسائلة (٣) نظرية الجاذبية (٤) النسب بين الجواهر والفلزات ذات الحجم المتساوي (٥) ضغط الهواء (٦) الخاصية الشعرية (٧) استعمال مقياس السوائل aerometer لقياس كثافة السائل وتقدير درجة حرارته (٨) نظرية الروافع (٩) تطبيق الميزان لمعرفة وزن الأرض (١٠) تطبيق الميزان لقياس الزمن ومعرفة الوقت .

يمتاز عمل الخازني هذا بدقة الملاحظات والبرهنة على كل نظرية ، والاعتماد لأقصى درجة على التجارب بدلا من الاكتفاء بالنظريات . وقد نشرت معظم نصوص الكتاب لأول مرة عام ١٨٥٩ م عندما اقتنى سفير روسيا في تبريز عاصمة إيران في ذلك الوقت نسخة من الكتاب ، هي الآن محفوظة في بطرسبورگ . ونشر عن تلك النسخة مقتطفات مترجمة إلى الإنكليزية شملت معظم الكتاب ، مع تعليقات للمحقق وأخرى للجنة النشر بجمعية الاستشراق الأمريكية [١٣٦] - [137] . ونجد

(135) LORCH , R . ;
" Al Khazini ' s Sphere that Rotates by Itself " , *Journal for the History of Arabic Science* . (Aleppo) vol . 4 , no .2 , pp . 287 - 329

(١٣٦) نجيب عقيقي ، المستشرقون (المرجع السابق ذكره بالهامش 19) ج٣ ص ٦٠ ، ٧٣ ، ٧٤ .

(137) KHANIKOFF , N . " Analysis .. etc . "
(المرجع السابق ذكره بالهامش 96)

كذلك وصفا مطولا لمحتويات الكتاب عند المستشرق هول الذي اعتبر الخازني من أعظم صانعي الآلات في مختلف العصور (١٣٨).

ثم طبع الكتاب محققا باعتماد المخطوطات الثلاث المعروفة عنه : وهي مخطوطة بطرسبورگ ومخطوطتان بالهند . وذلك بتصحيح هاشم الندوي في حيدر أباد سنة ١٣٥٩ / ١٩٤٠ . وطبع كذلك في القاهرة بتحقيق غير جيد ، عن مخطوطة ناقصة لم يذكر مصدرها . وذلك سنة ١٩٤٧ (١٣٩).

وقد ترجمت الثامنة من الكتاب (وهي الأخيرة ، وتتكون من فصلين ، موضوعهما هو استعمال الميزان كساعة تعمل بالماء أو الرمل) إلى الألمانية من قبل فيدمان الذي لم يطلع إلا على مخطوطة واحدة، وهي مخطوطة بطرسبورگ التي ينقصها الفصل الثاني ، وهو وصف « الميزان اللطيف » . وترجمت المقالة كاملة إلى الإنكليزية بقلم هل الذي اعتمد طبعة حيدر أباد (١٤٠).

رضوان بن الساعاتي (ألف كتابه سنة ٦٠٠ / ١٢٠٣)

في سنة ٥٦٤ / ١١٦٩ كان حاكم دمشق وبلاد الشام هو نور الدين محمود بن زنكي ، الملك العادل المجاهد . وكان ناظر الساعات بجامع دمشق هو المهندس الميكانيكي محمد بن علي الخراساني . وفي تلك السنة وقع حريق خارج الجامع الأموي بدمشق ، بجوار الباب المعروف بباب جيرون ، أو باب الساعات كما كان يسمى . وذلك لوجود ساعة مائية كبيرة تحدد الوقت به . واحترقت تلك الساعة ضمن ما احترق . فقام ذلك المهندس ببناء ساعة جديدة كبيرة مدهشة . زارها ابن جبير سنة ٥٨٠ / ١١٨٤

(138) HALL , R. E. ;
" Al Khazini " , *Dictionay of Scientific Biography* , vol . 7 , pp . 335 351 .

(١٣٩) لطف الله قاري ، « أضواء جديدة على أبي الفتح الخازني » ، **أبحاث الندوة العالمية الرابعة لتاريخ العلوم عند العرب** ، نشر معهد التراث العلمي العربي ، ١٩٩٢ ، ج١ ص ٩١ - ١٠٨ .
وأعيد نشر البحث ضمن كتاب **إضاءة زوايا جديدة للعلمية العربية الإسلامية** (وهو يحتوي على مجموعة بحوث للمؤلف) ، نشر مكتبة الملك فهد الوطنية بالرياض ، ١٩٩٦ ، ص ١٩٣ - ٢١٥ .

(140) Hill , Ar . water Clocks , pp . 47 - 68 .
(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

ووصفها وصف معجب مندهش من حركاتها . وفي سنة ٦٠٠ هـ (١٢٠٣م) قام ابن صانعها رضوان ابن محمد الساعاتي بتأليف كتاب مفصل عن أجزاء الساعة وقطعها وتركيبها وتشغيلها ، طبع بتحقيق محمد أحمد دهمان سنة ١٩٨١ . وهي طبعة لم يطلع عليها هل أبداً . فصرح في بحثه حول مصادر الهندسة الميكانيكية العربية بأن الكتاب لم يحقق بالعربية [141] . وظل على اعتقاده ذلك حتى تمت مراسلات بيني وبينه في الأيام الأخيرة من حياته .

تعتبر ساعة كتاب رضوان مشابهة للساعة الأولى من كتاب الجزري الآتي ذكره ، ولو أنها أقل منها مرتبة ومستوى . وقد كان رضوان طبيبا ، ولم يكن مهندسا كأبيه . وهذا الوضع يتجلى في كون بعض شروحه مشوشة ، وبعض مواصفاته غير دقيقة . إلا أن الوضع نفسه لا يخلو من فائدة . فالمؤلف يقدم لنا تفاصيل دقيقة عن أشياء لا يلقى لها المهندس الممارس للمهنة بالا ، مثل التوسع في وصف صنع أنابيب النحاس . ونجد من مزايا الكتاب أيضاً معلومات مفيدة حول اقتباس العرب من الحضارتين الهلينية والفارسية الساسانية [142]-[143] .

الجزري ألف كتابه سنة ٦٠٢ / ١٢٠٦

صدرت الطبعة العربية لكتاب الجزري الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل بتحقيق ممتاز لأحمد يوسف الحسن وآخرين سنة ١٩٧٩ من معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، حيث المحقق يومها هو رئيس الجامعة ومدير المعهد . وصدرت ترجمة إنكليزية مشروحة بقلم هل سنة

(141) HIL , " .. Survey .. " , p. 174 .
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(142) Hill . Ar . water Clocks , pp . 47 - 68 .
(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

(143) HILL , " .. Survey .. " , p . 174 .
(المرجع المذكور بالهامش 21)

١٩٧٤ ، وأعيد طبعها بالباكستان سنة ١٩٨٩ (١٤٤) .

يعتبر الكتاب أهم مصدر في الآلات الميكانيكية عند العرب ، بل والأهم أيضاً في كل العصور وكل الأقطار قبل عصر النهضة . وذلك لضخامة حجمه وكثرة آلاته وكونها متطورة حتى بالنسبة للكتب التي أتت بعده ، ولدقة تفاصيله ، وتمييزه بين ما ألفه وصنعه الجزري وما سبق به غيره ، علما بأن انجازات الجزري كانت متفوقة دائما على غيره .

يتكون كتاب الجزري من مجموعات الآلات التالية (١٤٥) :

١ ـ البناكيم أو الفناكين أو الساعات المائية لمعرفة الساعات المستوية والزمانية (١٠ أجهزة) ،

٢ ـ أواني وتماثيل تليق بمجالس الشراب (١٠ أجهزة)

٣ ـ أباريق وطاسات للفصد والوضوء (١٠ أجهزة)

٤ ـ فوارات في برك تتبدل ، وآلات للزمر الدائم (١٠ أجهزة)

٥ ـ آلات ترفع الماء من غمرة وبئر عميقة ونهر جار (٥ أجهزة)

٦ ـ أشكال مختلفة (٥ أجهزة) .

كتب المعرفة بعلم الفلك Libros del Saber de Astronomia

(تم تأليفها سنة ١٢٧٧ م)

كتبت هذ المجموعة بالقشتالية . وهي من المصادر التي عرفها الغرب عن التقانة الأندلسية عالية المستوى . وهي مجموعة مؤلفات في الفلك تمت ترجمتها مباشرة من العربية ، أو ألفها علماء مستعربون في بلاط ألفونسو العاشر الملقب بالحكيم El Sabio بالاعتماد على المصادر العربية . فهي إذن مجموعة من التراجم أو الشروحات المطولة للمصادر العربية . وذلك بهدف صرح به مؤلفو هذه المجموعة ، وهو جعل علوم العرب والمسلمين في متناول العالم المسيحي الغربي .

(144) HILL , " The Book of .... al - Jazari "
(المرجع المذكور بالهامش 18)

(١٤٥) الجزري ، الجامع ، (المرجع المذكور بالهامش 35) ، ص ٩ .

طبعت هذه المجموعة سنة ١٨٦٣ في خمسة مجلدات . ويحتوي المجلد الرابع منها على خمس رسائل تحتوي كل واحدة منها على وصف ساعة : ساعتان شمسيتان ، والثالثة ساعة شمعية ، والرابعة ساعة اسطوانية تعمل بالزئبق وتدار بالثقل ، والخامسة ساعة مائية [146] . وقد أوضحت العبارات المكتوبة في مقدمة كل رسالة أنها ليست مترجمة من كتاب واحد ، وإنما تم تأليفها بالاعتماد على عدة كتب سابقة [147] .

اشترك في تأليف المجموعة الكاملة ١٥ عالماً ، منهم يهود وقشتاليون وإيطاليون [148] . ومن اليهود نجد إسحق بن سيد الذي عرف بلقب رابي زاگ (Rabi Zag أو Rabicag) وكان من ضمن إسهاماته إعداد أو تأليف أربع رسائل من الخمسة المؤلفة في الساعات . فالرسالة المتعلقة بالساعة الشمعية من تأليف السموأل الليفي أبي العافية Samuel Ha - Levi Abulafia ، والأخرى لابن سيد [149] .

أظهر البحث أن كلاً من الساعة الشمعية والساعة المائية أقل مستوى من ساعات الجزري ، إلا أن الساعة الزئبقية التي تدار بقوة الثقل سجلت سبقا للعرب والمسلمين بحوالي ٢٠٠ سنة ، حيث لم

(146) Hill , Ar . water Clocks , p . 126 .

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

(147) PROCTER , E . S .
" The Scientific Works of the Court of Alfonso X " , *MODERN LANGUAGE REVIEW*, vol . 40 (1945) , pp . 12 - 29 , see p. 18 .

(148) PROCTER , " Scientific .. etc . " , p . 22 .

(المصدر المذكور بالهامش السابق)

(149) Hill , Ar . Water Clocks , p . 126 .

(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

تعرف لدى الأوربيين إلا بعد قرنين [150]-[151]-[152]-[153].

وقد ذكر كنگ King أنه لم يطلع على أية دراسة حول الجزء الميكانيكي أو المتعلق بالساعات في المجموعة [154]. وهو محق إلى حد ما . حيث لم يتطرق فيدمان وهاوسر إلى المجموعة إلا بلمحة خاطفة في حديثهما عن الساعات الشمعية والزئبقية في الإسلام [155]. وهل له عدة مؤلفات ورد فيها وصف الساعة الزئبقية ، أحلنا إليها في الأسطر السابقة (أي الهوامش [150] - [153]) . ولكنها أوصاف مختصرة . فهو لم يصف بالتفصيل إلا الساعة المائية في كتابه **الساعات المائية العربية** . وفيه يذكر أن الرسالة حول الساعة الزئبقية تتم ترجمتها إلى الإنكليزية [156].

الملك الأشرف عمر بن يوسف الرسولي (ألف كتابه سنة ٦٩٢ / ١٢٩٣)

عُرف ملوك الدولة الرسولية في اليمن باشتغالهم بالعلم وحرصهم على التأليف في مجالات عدة . وقد كان والد المؤلف (أي الملك المظفر يوسف بن عمر) من المؤلفين في الصناعات والطب ، بالإضافة إلى شهرته في السياسة والحروب في عصره . وقد كتب إلى الملك الظاهر بيبرس يطلب منه طبيباً ليحارب وباء في بلاده . وقال في رسالته : «ولا يظن المقام العالي أنا نريد الطبيب لأنفسنا ، فإننا

(150) Hill , " .. Survey .. " , p . 176 .
(المرجع المذكور في الهامش 21)

(151) HILL , D . R..
" Sa ' a " , *Encyclopaedia of Islam* , vol . 8 (1995) , p . 655 .

(152) D . R . Hill , Islamic Sc . & Engg . . pp. 132 - 135
(المرجع المذكور بالهامش 43)

(153) HILL , D . R . ; Fine Technology
(المرجع المذكور بالهامش 130)

(154) KING , D . A. ; Isl . Astr . Instruments , article XX , P . 288
(المرجع المذكور بالهامش 22)

(155) Wiedemann und Hauser , " Uhren " , pp . 16 - 18 .
(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16)

(156) Hill , Ar . Water Clocks , P . 126 .
(المرجع السابق ذكره في الهامش 46)

نعرف بحمد الله من الطب ما لا يعرفه غيرنا . وقد اشتغلنا فيه أيام الشبيبة اشتغالاً كثيراً . وولدنا عمر الأشرف من العلماء بالطب . وله كتاب الجامع ليس لأحد مثله "(١٥٧)".

أما مؤلفنا الإبن فله عدد من الكتب في الطب والآلات الفلكية . منها الكتاب الذي نحن بصدده ، وهو **معين الطلاب على عمل الأسطرلاب** كما ورد في نسخة القاهرة (دار الكتب برقم ١٠٥ تيمور رياضة) ، أو **منهج الطلاب في عمل الاسطرلاب** كما ورد في نسخة طهران (مجلس شورى رقم ١٥٠) . وقد صنع الملك الأشرف أسطرلابا وصل إلينا ، وهو محفوظ في نيويورك .(١٥٨) والكتاب الذي نحن بصدده يحتوي على كيفية صنع ذلك الأسطرلاب . وفي آخره يحتوي على الملاحق الثلاثة التالية :

١ - **صفة عمل الترجهار** (ص ١٤٧ - ١٥٩ من نسخة طهران ، أو ١٢٠ و - ١٤٣ ظ من نسخة القاهرة) . وهو وصف ساعة مائية .

٢ - **رسالة الطاسة في معرفة القبلة** (ص ١٥٩ - ١٦٤ من نسخة طهران ، أو ١٤٣ ظ - ١٤٧ ظ من نسخة القاهرة) . وصف بوصلة .

٣ - إجازتان من أساتذة المؤلف في ذلك المجال ، يصرحان فيهما بأنهما راجعا العمل وأقرا له بالمقدرة .

فالرسالة التي تهمنا إذن هي **صفة عمل الترجهار** والترجهار لفظة فارسية تعني الإجانة (أو الطشت كما نقول بالعامية) . وترد في المصادر العربية بألفاظ أخرى مثل التيغار والطنجير والتغر والطنجرة . ففي الرسالة وصف ترجهارة مثقوبة من الجزء السفلي لأحد جوانبها ، بحيث تغطس في الماء بقدر معلوم عندما يدخل إليها الماء . ويبين المؤلف كيفية معايرة الطرجهارة وتحديد الأوقات عليها

(١٥٧) علي بن الحسن الخزرجي ، **العقود اللؤلؤية في تاريخ الدولة الرسولية** ، تصحيح محمد بسيوني عسل ، نشر لجنة جب التذكارية ، طبع بمصر سنة ١٩١١ ، ونشر مصوراً ببيروت وبغداد (١٩٦٤) ، ج١ ص ٢٧٨ .

(158) KING , D. A. ; Isl . Astr . Instruments, article II :
" Medieval Yemeni Astrolabe in the Metropolitan Museum of Art in New York "
(في المرجع المذكور بالهامش 22)

باستعمال الأسطرلاب . وقد ذكر أحد أساتذة المؤلف في إجازته أن الملك صنع ترجهارتين : إحداهما من فضة ، والأخرى من نحاس . وأنه وجدهما في غاية التحقيق (أي الدقة والضبط) .

هذه الآلة بسيطة جداً لو قارناها بالأعمال التي سبقتها في كتب الميكانيكا الأخرى التي ذكرناها . وقد درس كنگ الة الأسطرلاب التي صنعها الأشرف والجزء المتعلق بصنع الأسطرلاب في كتابه الذي نحن بصدده [159] . والجزء المتعلق بالبوصلة قدم بحث عنه من تأليف سوبير بانرجي وعبد الحميد صبرة [160] . أما الجزء المتعلق بالساعة المائية فلم تنشر عنه دراسة ، ربما لقلة أهميته في تاريخ العلوم .

ابن أبي الفتح (٨٥٠ / ١٤٤٦-ح ٩٣٠ / ١٥٢٤)

بالرغم من مؤلفاته العديدة الباقية التي تدل على علمه الواسع وتمكنه من علوم الفلك والآلات الفلكية والميكانيكية والقبان فإن حظ ابن أبي الفتح من الشهرة في عصرنا ظل سيئاً حتى اليوم . فالباحثون يجهلون ترجمته ، ويخطئون في تاريخ وفاته كما سنرى . ولهذا فإننا نذكر ترجمته بإيجاز ، مع تحقيق تاريخ ميلاده ووفاته .

فهو شمس الدين محمد بن محمد بن عيسى . كان يعرف بابن أبي الفتح الكتبي بين معاصريه [161]-[162] . ويعرف اليوم بين الباحثين بالصوفي ، لأنه كتب هذا اللقب بخطه على مؤلفاته [163] . ولد في ٨ شعبان سنة ٨٥٠ هـ (٢٩ أكتوبر ١٤٤٦ م) لأب وجد من تجار الكتب . وأخذ الحرفة عنهما ، وتميز في المهارات اليدوية المتصلة منها بصنع الكتاب وغيرها ، حيث كان متميزاً في

(١٥٩) المرجع المذكور بالهامش السابق .

(١٦٠) سوبير بانرجي وعبد الحميد صبرة ، « بوصلة مغناطيسية من القرن الثالث عشر وصفها السلطان الأشرف من اليمن » ، **الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب** ، حلب ، ١٩٧٩ .

(١٦١) **السخاوي** (محمد بن عبد الرحمن) ، **الضوء اللامع لأهل القرن التاسع** ، نشر مكتبة القدسي بالقاهرة ، ١٩٣٤-١٩٣٦ ، (١٢ جزءا) ج ٩ ، ص ١٧٩ .

(١٦٢) **ابن إياس** ، **بدائع الزهور** ، (المرجع المذكور بالهامش ٤١) . ج٢ ص ٢٥٢ ، و ج٣ ص ٢٧٤ .

(١٦٣) ديفد أ. **كنج** ، **فهرس المخطوطات العلمية المحفوظة بدار الكتب المصرية** ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ج١ (١٩٨١) وج٢ (١٩٨٦) ، انظر الفهرس الأبجدي بآخر الجزء الثاني ، تحت اسم محمد بن محمد (ص١٢٣٥) .

التجليد والتذهيب وصنع ميزان القبان والالات الفلكية . ومن خطه الجيد ورسوماته البارعة بقيت عدة نسخ لمؤلفاته . ومن نسخه المتقن كذلك نسخة المكتبة البودلية من كتاب الجزري السابق ذكره ، وهو كتاب مليء بالرسومات المعقدة كما هو معروف . وتتلمذ على مشاهير عصره في عدة علوم ، منها الطب والعربية والفقه . وتقلد للسلطان بعض الوظائف (مثل مشيخة القبانيين وولاية جدة) . ولكنه لقى حسدا ومنافسة من معاصرين له ، فترك الوظائف الحكومية [(١٦٤) -(١٦٥)]-

وتاريخ وفاته غير محدد حسب مصادر موثوقة . ولكن ابن إياس ذكره مرتين في كتابه **بدائع الزهور** الذي انتهى من تأليفه بنهاية سنة ٩٢٨ هـ دون أن يذكر وفاته ، الأمر الذي يجعلنا نقدر أن وفاته بعد تلك السنة ، أي حوالي ٩٣٠ / ١٥٢٤ .

ونجد في المراجع الحديثة تواريخ أخرى لوفاته لا تستند على أساس . فنجد البعض يذكر أنه كان حيا سنة ٩٤٣ / ١٥٣٦ [(١٦٦)] . والبعض يحدد وفاته بتلك السنة دون ذكر أي مرجع استند عليه [(١٦٧)] . ولعل أقدم من ذكر هذه السنة من المعاصرين هو فيدمان وهوسر في بحثهما حول الساعات عند المسلمين [(١٦٨)] . وقد نقلا كلامهما عن حاجي خليفة الذي قال : « الإعلام بشد البنكام : مختصر رسالة على مقدمة وخمسة أبواب وخاتمة . أوله : الحمد لله رافع الدرجات ، الخ . لشمس الدين محمد ابن عيسى بن أحمد الصوفي ، ألفه في صفر سنة ٩٤٣ . ذكر فيه طريقة آلة الساعة من الرمل في

(١٦٤) **السخاوي ، الضوء اللامع** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) .

(١٦٥) **ابن إياس ، بدائع الزهور** ، (المرجع المذكور بالهامش ٤) ، ج٢ ص ٢٥٢ ، و ج٣ ص ٢٧٤ .

(١٦٦) كارل بروكلمان ، **تاريخ الأدب العربي** ، تعريب محمود فهمي حجازي وحسن محمود إسماعيل ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القسم السادس (الأجزاء ١٠ و ١١) ، ١٩٩٥ ، ص ٥٣٩ .

(١٦٧) **معهد التراث ، المخطوطات المصورة** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٦٥) ، ص ٢١٥ .

168) Wiedemann und Hauser , " Uhren " , p . 10 .

(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم ١٦)

القارورة [١٦٩]. وقال إسماعيل باشا البغدادي عن مؤلفنا : «توفي في حدود ٩٥٠ هـ» [١٧٠]. فهل ولد المؤلف سنة ٨٥٠ هـ كما قال السخاوي ، وألف كتابه سنة ٩٤٣ هـ (أي وعمره ٩٣ عاماً) وتوفي وعمره مائة عام ؟ ! إذا وجدنا تعارضا بين تاريخ ميلاده الذي حدده السخاوي وبين الأعوام التي ذكرها حاجي خليفة والبغدادي ، فمن نعتمد قوله ؟ الجواب هو : السخاوي بلا تردد . لأن السخاوي كان يعرف المؤلف وأباه وجده معرفة شخصية . والمؤلف تتلمذ على يديه ، وكانت صلته به وثيقة . وبالتالي فالثابت لدينا أنه ولد سنة ٨٥٠ / ١٤٤٦ ، ووفاته كما قلنا بعد عام ٩٢٨ هـ أي حوالي ٩٣٠ / ١٥٢٤ .

وهناك أدلة أخرى على تأخر وفاته إلى التاريخ التقريبي الذي حددناه . فهو ألف كتابه **نتائج الفكر في المباشرة بالقمر** وفيه يحسب استخراج مطالع توسط القمر ليلة الخميس ١٥ شعبان ٩١٧هـ [١٧١].

وقد ترك مؤلفنا مؤلفات عديدة نجدها في فهارس المخطوطات المختلفة . منها رسالته في الساعة الرملية وعنوانها كما سبق **الإعلام بشد المكلام** ، منها نسخ في القاهرة [١٧٢]. وإستنبول [173] ونسخة ضمن مكتبة القس بولس سباط [١٧٤] ، نقلت بعد وفاته إلى الفاتيكان ضمن مخطوطات أخرى من مكتبة سباط [١٧٥].

وهناك مخطوطتان في العراق اعتمد عليهما ماجدالشمس في نشرته للكتاب بالآلة الكاتبة .

(١٦٩) **حاجي خليفة** ، كشف الظنون (المرجع المذكور بالهامش ٩٢) ١ / ٣٦٣

(١٧٠) **إسماعيل باشا البغدادي** ، **هدية العارفين ، أسماء المؤلفين وآثار المصنفين** ، نشر وزارة المعارف التركية بإستنبول ، مجلدان ، ١٩٥١ - ١٩٥٥ ، ج٢ ص ٢٣٨ .

(١٧١) **كنج ، مخطوطات دار الكتب** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦٣) ج٢ ص ٣٣٧ .

(١٧٢) **كنج ، مخطوطات دار الكتب** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦٣) ، ج٢ ص ١٠٢٥ - ١٠٢٦ .

(173) KING , D. A. ; Isl . Astr . Instruments , article XX , P. 288 .
(المرجع المذكور بالهامش 22)

(١٧٤) **بروكلمان** ، **الأدب العربي** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦٦) ، القسم السادس ، ص ٥٤٠ .

(١٧٥) كوركيس عواد ، **فهارس المخطوطات العربية في العالم** ، نشر معهد المخطوطات العربية بالكويت ، جزءان ، ١٩٨٤ ، ج٢ ص ١١٣ .

وهي نشرة تفتقر إلى مبادىء التحقيق : فهي تعتمد على نسختين فقط من ضمن النسخ الأخرى العديدة . وقد نشرها الباحث ناقصة ، حيث ترك الجداول التي بآخر الكتاب ، وهي جزء من صلب الكتاب . ولم يكلف نفسه عناء محاولة معرفة أهمية تلك الجداول . ولو دقق فيها لوجد أنها جداول معايرة الساعة الرملية التي يتحدث عنها الكتاب . وتفتقر النشرة إلى متطلبات التحقيق الأخرى مثل شرح المفردات والفهارس الأبجدية للأعلام والمصطلحات والاعتماد على مصادر موثوقة في التقديم . ولم يكن الباحث يعرف من هو المؤلف . فهو يكتفي بالقول : « لقد ورد في المخطوط أن كاتبه يدعى كمال محمد بن أبي الفتح محمد بن عيسى الصوفي . والمصادر لا تمدنا بترجمة واضحة لحياته . إنما تشير إليه بشكل عابر ، مع قسم من إنتاجه العلمي »[١٧٦] . ثم ينقل عن **هدية العارفين** للبغدادي الترجمة المختصرة التي ورد فيها أنه توفي عام ٩٥٠ هـ (وهو خطأ كما أوضحنا) .

وهذا النوع من النشر غير الجيد يعتبر محاولة ثانية من نفس الباحث ، بعد كتابه الذي عنوانه **مقدمة لعلم الميكانيك عند العرب** . وهو كتاب يطول بنا الكلام لو عددنا نواقصه . وكلا الكتابين من نشر مركز إحياء التراث العلمي بجامعة بغداد الذي نتمنى له النهوض بشكل جيد ليتماشى مستواه مع مستوى المعاهد الأخرى التي تخدم التراث العلمي خدمة حقيقية . فالنشر غير الجيد يسيء إلى التراث .

تقي الدين بن معروف (٩٣٢ / ١٥٢٦ - ٩٩٣ / ١٥٨٥)

١ - الطرق السنية في الآلات الروحانية :

منه نسختان : إحداهما في مرصد قنديلي ، والأخرى بمكتبة جستر بتي في دبلن عاصمة إيرلندا . وقد نشرت نسخة إيرلندا بالتصوير مع دراسة عن الهندسة الميكانيكية عند العرب لأحمد يوسف الحسن[١٧٧] . وفي الكتاب مخترعات عجيبة سبقت عصر النهضة الأوربية بشكل واضح . منها

(١٧٦) ابن أبي الفتح ، الإعلام ، (المرجع السابق ذكره بالهامش ١٢) ، ص ١٤

(١٧٧) الحسن ، تقي الدين والهندسة (المرجع المذكور بالهامش ١ والهامش ١٠) .

المضخة ذات الأسطوانات الستة . وهي مضخة متطورة لم يذكرها حتى من أتى بعده من الأوربيين . فأهم كتابين أوربيين عن المضخات في ذلك العصر كانا كتاب أگركولا Agricola سنة ١٥٥٦ م وكتاب راملّي Ramelli سنة ١٥٨٨ م ، ولم يأتيا على ذكرها (178) -(١٧٩) . وفي رسالته يخبرنا تقي الدين أن استعمال البخار لإدارة شواية لحم (أي توليد طاقة ميكانيكية من البخار) كان أمراً معروفاً بين معاصريه. وهو أمر لم يكن معروفاً بين الأوربيين ، وإن كان قد ورد استعمال البخار لتوليد الطاقة في مؤلفات ليوناردو دافنشي (توفي عام ١٥١٩ ، أي قبل تقي الدين) . إلا أن ما ذكره دافنشي لم ينتشر في المجتمع الأوربي (١٨٠) .

٢ ـ الكواكب الدرية في البنكامات الدورية :

المقصود بالبنكامات الدورية هو الساعات التي تعمل بالتروس أو المسننات . نشر هذا الكتاب سنة ١٩٦٦ في تركيا بتحقيق ودراسة سڤيم تكلي Sevim Tekeli ، مع ترجمة إلى الإنگليزية والتركية ، ودراسة باللغتين حول الكتاب . وقد اعتمدت المحققة على نسخة بباريس ، وأخرى بأكسفورد (١٨١) . وهي طبعة جيدة ، ولكنها نادرة . فكثير من الباحثين العرب لم يطلعوا عليها ، يصرحون بذلك في كتاباتهم .

يشرح المؤلف في كتابه هذا صنع ساعة تدار بالثقل ، وأخرى تدار بالزنبرك ، مع وصف دقيق للآلات التي تكونهما . وفي خلال ذلك العمل يصف الأجزاء التي أضافها من ابتكاره . ومنها على سبيل المثال نظام جديد لأجهزة دقات الساعة . وقد عرف عن تقي الدين أنه بنى ساعة فلكية في المرصد الذي كان يرأسه في إستنبول . ويذكر في كتابه استعمال ساعات الجيب الصغيرة (الأوربية الصنع)

(178) HILL , " .. Survey .. " P . 177 .
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(١٧٩) الحسن ، تقي الدين والهندسة (المرجع المذكور بالهامش ١) ص ٤٧

(180) RETI ; L. " Leonardo Da Vinci , Technology " , *Dictionary of Scientific Biograph* , vol . 8 , p . 212 .

(181) TEKELI , Clocks ,
(المرجع المذكور بالهامش 126)

في إستنبول . وفي كتابه السابق (**الآلات الروحانية**) يصف صنع الساعة المائية فيدل اطلاعه الواسع على أنواع الساعات ، وابتكاراته في ذلك المجال ، وطريقة شرحه الواضحة ورسوماته المفصلة على أنه كان يتقن صناعة الساعات بأنواعها [182] .

فتح الله الشيرازي (ح ١٥٣٠ - ١٥٩٠)

حكم الهند من عام ١٥٢٦ إلى ١٨٥٧ سلالة ملكية يرجع نسبها إلى تيمورلنگ ، فسميت بالمملكة المغولية ، مع أن لغتها الرسمية كانت الفارسية إلى جانب اللغة العربية لغة علماء الشريعة في تلك البلاد . وسلاطين هذه المملكة هم بابر ثم همايون ثم أكبر ثم جهانگير ثم شاه جهان ثم أورنگزيب ثم محمد شاه أعلم ثم محمد أكبر ثم بهادر شاه . وكل سلطان منهم هو ابن الذي قبله. وشهدت الهند في عهد هؤلاء أزهى عصورها من ناحية العمارة والتقدم العلمي والاستقرار والرخاء . .وفي عهد أكبر نبغ فتح الله الشيرازي الذي قدم من فارس إلى بلاط الأمير بيجاپور . واستدعاه أكبر سنة ١٥٨٣ . وفي عام ١٥٨٤ عرض فتح الله مخترعاته في مهرجان تسوق كبير أقيم في عاصمة الهند [183] .

وقد نسبت اختراعاته في الكتب المؤلفة حول أكبر إلى الإمبراطور نفسه . ولكن أثبت البحث اعتماد على مصادر أخرى ، وعلى كون الاختراعات متطورة بالنسبة لتعليم الإمبراطور (الذي ظل أميا طوال حياته برغم عقليته المبدعة) أن تلك الاختراعات ليست إلا من ابتكار فتح الله [184] .

تتكون اختراعات فتح الله من الأجهزة التالية :

(١) آلة لتنظيف أنابيب المدافع باستعمال البراغي والتروس (المسننات) .

(٢) طاحونة متحركة : وهي عربة تجرها الحيوانات ، وتدير عجلاتها طاحونة بواسطة التروس .

(182) HILL , Sa ' a
(المرجع المذكور بالهامش 151)

(183) ALVI & ABDUL - RAHMAN , Fat ' hullah , p . 3 .
(المرجع المذكور بالهامش 7)

(184) Ibid . pp . 4 , 30 - 32 .

(٣) مدفع متنقل يتكون من قطع تفكك وتركب بطريقة اللولب المسان .

(٤) حمام متنقل لاستحمام الامبراطور أو قائد الجيش أثناء السفر .

(٥) مدفع متعدد الأنابيب ، أي متعدد الطلقات .

لم يترك فتح الله أية كتابة حول هذه الأجهزة . وإنما وردت أوصاف مختصرة مع رسومات لها في المصادر المعاصرة له . وقام باحثان من الهند بدراستها في المرجع الذي نحيل إليه في هذا البحث (الحاشية 7) . وقد بين الباحثان أن الأفكار الأساسية مثل استعمال التروس (المسننات) والبراغي (القلاووظ) واللولب كانت سائدة في المشرق العربي والإسلامي ، بعد ترجمة الكتب المؤلفة في العصر الهليني ، وبعد الكتب التي فيها تطور واضح في التقانة الميكانيكية مثل كتابي بني موسى والجزري . وكانت الطواحين منتشرة بأنواعها في مدن الإسلام . إلا أن أجهزة فتح الله كانت تطويراً ابتكره لآلات عرفت قبله .

وقد ذكرت المصادر الصينية الطاحونة المتحركة عام ٣٤٠ م . ولكن لا يوجد دليل قاطع على انتقال فكرتها إلى خارج الصين : لأن تلك الطاحونة لم ينتشر استعمالها في الصين نفسها ، والكتب التي تصفها لم تترجم إلى لغات غير الصينية . وقد عرفت طاحونة مشابهة في أوربا سنة ١٥٨٠ . ولكن هنا أيضاً لا يوجد دليل قاطع على تأثير الصين عليها ، ولا تأثيرها على جهاز فتح الله الذي ابتكره سنة ١٥٨٣ .

ويعتبر جهاز تنظيف المدافع الأكثر تطوراً وإبداعاً بين الأجهزة الأخرى ، وذلك للدقة في استعمال القلاووظ والتروس أو البكرات المسننة . أما المدفع المتعدد الأنابيب فكان مقدمة لصنع المدفع الرشاش ، وابتكاره ينسب إلى الفرنسيين الذين لم يعرفوه إلا سنة ١٨٦٨ . ونوع أقل تطورا منه عرف في أوربا سنة ١٧٩٠ [185].

وقد أوضح الباحثان أن آلات فتح الله تتطلب قدرا عاليا من إتقان علم المعادن metallurgy ودقة القياسات وتحديد مواصفات المعادن والحسابات الرياضية المعقدة . وكان من الممكن أن تستمر مدرسته

(185) Ibid . p . 13 .

في الميكانيكا لتطوير آلات أحدث (كما حدث في أوربا حين تطور المدفع الرشاش عن الآلة التي ابتكرها) لم أتيح له تدريس معارفه في مدرسة تقانية ، إلا أن هذه المدارس لم توجد في عهده . فأفكار هذه الآلات كانت بحاجة إلى تدوين من أجل وضعها في قوالب رياضية تستنبط منها أفكار جديدة في المستقبل . ولكن ظلت ابتكاراته مجهوداً فرديا توقف بعده ، لأنها صممت أصلاً من أجل خدمة القصر والجيش التابع له . ولم تكن نتاج مؤسسة تعليمية تهتم بالإبداع والبحث والتطوير .(186)

• مؤلفون آخرون

ذكرت بعض المراجع أسماء مهندسين آخرين اشتغلوا بالآلات الميكانيكية كالساعات وأجهزة الري والطواحين . ولكن نظراً لاقتصار هذا البحث على ذكر مصادر المعلومات الفنية وليس سرد التراجم فإننا نحدد المهندسين الذين نذكر أسماءهم هنا بالذين ألفوا كتبا أو رسائل في هذا المجال ، ولم تصل إلينا من رسائلهم إلا نبذ قليلة ، أو وصلت أسماؤها فقط في المصادر . أما المهندسون الذين لا نعلم عنهم أي تأليف فنكتفي بالإحالة إلى تلك المراجع مثل دهمان (١٨٧) . وتيمور (١٨٨) وكتب التراجم المختلفة .

فالحسن بن الهيثم (ت حوالي ٤٣٠ / ١٠٣٨) بقيت بعض مؤلفاته في الميكانيكا . ولكنها لم تنشرولم تدرس بعد . وهذه قائمة بها :

١ ـ **مقالة في مراكز الأثقال** ، لم تصل إلينا كاملة . وإنما وردت نقول مختصرة عنها في كتاب **ميزان الحكمة** للخازني الذي سبق ذكره (ص١٦ ـ ٢٠) .

٢ ـ **مقالة في القرسطون** ، برقم ٧٢٦ ضمن مكتبة بول سباط المهداة إلى الفاتيكان (كما ذكرنا في ترجمة ابن أبي الفتح) (189) .

٣ ـ **مقالة في عمل البنكام** . ذكرها الخازني ضمن مراجعه في كتابه **ميزان الحكمة** السابق ذكره

(186) Ibid , pp . 27 . 28 .

(١٨٧) دهمان ، مقدمة كتاب الساعات (المرجع السابق ذكره بالهامش 30) .

(١٨٨) أحمد تيمور ، **أعلام المهندسين في الإسلام** نشر لجنة نشر المؤلفات التيمورية بالقاهرة، ط١ (١٩٥٧) وط٢(١٩٧٩) .

(189) ,SABRA . A. I . , " Ibn al Haytham " , *Dictionary of Scientific Biography*, vol . 6 , pp . 189 - 210 , see pp . 206 - 207 .

(ص ١٥٤) . ومنها نسخة برقم ١٧١٤ في مكتبة عاطف أفندي بإستنبول ، وأخرى برقم ٣٤٣٩ بمكتبة الفاتح التابعة للمكتبة السليمانية بإستنبول (كل منهما الرسالة الثامنة ضمن المجموع) ، ونسخة ثالثة بالمتحف العسكري بإستنبول برقم ٣٠٢٥ (الأوراق ٤٢ ظ-٤٧ ظ) [١٩٠] .

وممن وصلت إلينا بعض كتاباتهم محمد بن أحمد الخوارزمي (ت ٣٨٧ / ٩٩٧) مؤلف كتاب **مفاتيح العلوم** في المصطلحات ، وهو مطبوع طبعات عديدة . يختص الباب الثامن من المقالة الثانية منه على شرح مصطلحات الحيل في فصلين : الأول في جر الأثقال بالقوة اليسيرة وآلاته . والثاني في آلات الحركات وصنعة الأواني العجيبة . ولاتقتصر فائدة الكتاب على شرح المفردات لغوياً ، وإنما يعطي نبذة عن كيفية صنع أو تركيب أجزاء الآلات التي يذكرها ، الأمر الذي يجعلنا نجزم بأن المؤلف كان له إلمام بهذا المجال . وقد وصلت إلينا كتب تراثية عديدة في المصطلحات . إلا أننا لا نجد أياً من مؤلفيها متمكناً من دقة الوصف لأجزاء الالات مثل الخوارزمي . وقد ترجم هذا الفصل وغيره إلى الألمانية والإنكليزية ولغات أخرى [(191) -(192)] .

ومن هؤلاء يونس الأسطرلابي الذي سبق أن ذكرنا أنه ألّف رسالة مكونة من صفحة واحدة حول ساعة قنديلية . وقد حدد في رسالته كمية الزيت اللازمة لإيقاد كل قنديل على حدة بحسب بروج السنة . فبحسب فصول السنة يختلف طول الليل والنهار . والساعة الزمانية عند صانعي الساعات من السلف تختلف عن الساعات المستوية . فالساعة الزمانية هي ناتج قسمة مدة الليل على ١٢ . أما الساعة المستوية فهي ناتج قسمة الليل مع النهار على ٢٤ ، وهي الساعة التي نتبعها الآن . وبالتالي تختلف مدة الساعة الزمانية باختلاف الفصول . وكل قنديل في جهاز يونس الأسطرلابي يمثل رقماً لساعة معينة .

(١٩٠) محمد علي حجاب ، « قائمة بالموجود من كتب ابن الهيثم ومكان وجوده » ، (مجلة) الجمعية المصرية لتاريخ العلوم ، العدد الثاني (دون تاريخ ، حوالي ١٩٥٥) ، ص ١٣٩-١٤٣ . وانظر ششن (المرجع المذكور بالهامش رقم 76) ج١ ص ٢٠١

(191) HILL , " .. Survey .. " , p . 173 .
(المرجع المذكور بالهامش 21)

(192) SABRA , A . I . A al - Khwarami " , *Encylopaedia of Islam* . vol . 4 (1978) , pp . 1068 1069.

فالقنديل الأول ينطفيء بعد ساعة ، والثاني ينطفيء بعد ساعتين ، وبالتالي يلزمه ضعف كمية زيت القنديل الأول ، وهكذا . وهذه الالة وإن كانت خالية من قوانين الحركة وأسس الميكانيكا إلا أن الساعات الشمعية والقنديلية كانت من مواضيع كتب الميكانيكا مثل كتاب الجزري وكتب **المعرفة بعلم الفلك** . ثم إن حساب الساعات الزمانية من صلب مواضيع صناعة الساعات التراثية بكل أنواعها .

نشرت رسالة يونس منسوبة إلى ابن يونس الفلكي المصري ، وذلك حسب المخطوطة التي وصلت إلينا (١٩٣) وهذا على الأرجح خطأ من ناسخ المخطوطة ، لأن الجزري يذكر ساعة شمعية صنعها يونس الأسطرلابي (١٩٤) وقد وصلت إلينا كرة سماوية صنعها يونس بن الحسين الأسطرلابي (١٩٥) . فهذه المعلومات تدلنا على وجود يونس كشخصية حقيقية مختلفة عن الفلكي المعروف ابن يونس .

ومن المخترعين الذين ذكرهم الجزري هبة الله بن الحسين المعروف بالبديع الأسطرلابي (ت ٥٣٤ / ١١٣٩) ، اشتهر كمخترع للآلات الفلكية (١٩٦) . قال الجزري بأنه اطلع على رسالة ألفها سنة ٥١٧هـ في بغداد حول آلة تزمر بنفسها بواسطة حيل ميكانيكية . وقال عنها : « ولقد أبدع فيها بالحقيقة » . ثم قال بعد أن وصفها وصفا مختصراً : « وهي آلة مشهورة » (١٩٧) . وقد ضاعت رسالته ولم تصل إلينا .

• الآلات الميكانيكية في كتب الجغرافيا التراثية

تتحدث في هذه الدراسة عن مصادر وصف الآلات الميكانيكية وما يتصل بها من نظريات . فنجد أن من أهم هذه المصادر الكتب التراثية المؤلفة في الجغرافيا والرحلات . فنذكر هنا أمثلة

(١٩٣) لويس شيخو ، « أثر لابن يونس المصري ، عمل ثريا يوقد فيها اثنا عشر قنديلاً » المشرق ، المجلد ١٧ (١٩١٤) ، ص ٣٩٨ . وانظر المرجع المذكور بالهامش ٣٦

(١٩٤) الجزري ، الجامع ، (المرجع المذكور بالهامش ٣٥) ، ص ١٩٧

(195) HILL , " .. Survey .. " , pp . 181 - 182 .

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(١٩٦) الزركلي ، الأعلام (المرجع المذكور بالهامش ٣٩) ، ج٨ ص ٧١ .

(١٩٧) الجزري ، الجامع ، (المرجع المذكور بالهامش ٣٥) ، ص ٤٢٣

لما أوردته:

ففي كتاب **نخبة الدهر في عجائب البر والبحر** لشيخ الربوة (٦٥٤ / ١٢٥٦-٧٢٧ / ١٣٢٧) وصف مفصل لطاحونة هوائية عمودية المحور مع رسم لها. ويبين المؤلف كيفية الاستفادة من الرياح بصنع دواليب ذات تصميمات خاصة للاستفادة القصوى من الرياح لتوليد أكبر كمية ممكنة من الطاقة الميكانيكية [١٩٨].

وفي رحلة ابن جبير وصف ما شاهده الرحالة من عمل الساعة التي صنعها والد رضوان، وهي الساعة التي ألف حولها الابن كتابه السابق ذكره [١٩٩]. وورد ذكر ساعة بأنطاكية في رحلة ابن بطلان التي وصلت إلينا ضمن كتاب القفطي [٢٠٠]. ونقل منها ياقوت بعض المقتطفات [٢٠١]. ونجد عند زكريا القزويني (٦٠٥ / ١٢٠٨- ٦٨٢ / ١٢٨٣) ذكر ساعات ضخمة أخرى، في بغداد ومالطة التي كانت تحت الحكم العربي الإسلامي والقسطنطينية [٢٠٢]. ونجد في المراجع الحديثة مثل دهمان [٢٠٣].

(١٩٨) محمد بن أبي طالب الدمشقي شيخ الربوة، **نخبة الدهر في عجائب البر والبحر**، تحقيق فرين ومهرن Fraehn & Mehren، مطبعة الأكاديمية الإمبراطورية ببطرسبورك، ١٨٦٥ م، ثم طبع بالتصوير مرارا، ص ١٨١ - ١٨٣.

(١٩٩) محمد بن أحمد بن جبير، **رحلة ابن جبير**، نشر دار صادر بيروت، ١٩٥٩، ص ٢٤٣ - ٢٤٤

(٢٠٠) **القفطي**، أخبار الحكماء، (المرجع المذكور بالهامش ٧٤)، ص ٢٩٥ - ٢٩٨

(٢٠١) **ياقوت الحموي**، **معجم البلدان**، طبعات مختلفة، مادة (أنطاكية).

(٢٠٢) زكريا بن محمد **القزويني**، **آثار البلاد وأخبار العباد**، نشر دار صادر بيروت (د. ت)، ص ٣١٦، ٥٥٧، ٦٠٥.

(٢٠٣) **دهمان**، **مقدمة كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠).

وفيدمان وهوسر [204] وهل [205] وصف ساعات أخرى في مدن الإسلام ، مأخوذاً من مصادر مختلفة غير التي ذكرناها .

ونجد عند الزهري [206] . (ت حوالي ٥٥٠ / ١١٥٥) وصف بيلتين قام ببنائهما أبو القاسم محمد بن عبد الرحمن الشهير بالزرقال على نهر تاجُه Tagus بطليطلة (قبل سقوطها بيد الصليبيين سنة ٤٧٨ / ١٠٨٥) . والبيلة كما في معجم دوزي كلمة مأخوذة من اللاتينية وتعني الحوض . وكانت هاتان البيلتان تملآن وتفرغان بحسب أطوار القمر ، وبطَرق ريّ سرية تعتمد على المد والجزر وعلى تصاميم دقيقة للأنابيب والمجاري ، بحيث لو أراد شخص زيادة الماء فيهما عن المقدار المحدد فالماء الزائد يتم تصريفه . وإذا أخذ شخص شيئاً من الماء منهما فإن البيلتين تأخذان من النهر بمقدار النقص . وفي سنة ٥٢٨ / ١١٣٨ أراد ملك طليطلة الإسباني ألفونسو معرفة حركاتهما ، فاقتلع واحدة من مكانها ، ففسدت حركتها ولم يمكنه هو ومهندسوه تعلم شيء .

وقد ظن الباحثون المعاصرون أن صانع البيلتين هو الفلكي الشهير إبراهيم بن يحيى المعروف بابن الزرقالة [207] -[208] - . ولكن الصواب هو أنه كما ذكرناه نقلا عن المصدر الأصلي ، أي الزهري . ونجد

(204) Wiedemann und Hauser , " Uhren " , pp . 36 - 41

(المرجع السابق ذكره في الهامش رقم 16) .

(205) HILL , " .. Survey .. " , pp . 181 182 .

(المرجع المذكور بالهامش 21) .

(٢٠٦) محمد بن أبي بكر **الزهري** ، **كتاب الجغرافية** ، نشر المعهد الفرنسي بدمشق ، ١٩٦٨ ، ص ٨٣ - ٨٥

(207) HILL , " ..Survey .. " , pp . 179 - 180

(المرجع المذكور بالهامش 21)

(208) D .R . Hill . Islamic Sc . & Engg . . p . 126 .

(المرجع المذكور بالهامش 43)

اسمه عند المقري « عبد الرحمن » (٢٠٩)-(٢١٠) . (وهذا خطأ طبعاً ، لأن المقري المتوفى سنة ١٠٤١ / ١٦٣١ متأخر كثيرا ، وينقل نقلا عمن قبله) .

• الآلات الميكانيكية في كتب الصناعات وألعاب الخفة

يحتوي التراث العلمي العربي على عدة كتب في الألعاب المسلية التي نسميها اليوم بألعاب الخفة أو الألعاب السحري التي يقوم بها الحواة في ملاهي السرك . وهي تسمى كتب الدك . وسميت في بداية عصر الإسلام بأسماء أخرى مثل كتب الشعبذة والنيرنجات ، حسب كتاب **الفهرست** للنديم . وقد وصلت إلينا من هذه الكتب طائفة حسنة لا يتسع المجال لإحصائها . ولكن المهم في موضوعنا هو أن هذه الكتب تحتوي على كمية وافرة من الحيل الميكانيكية ، الأمر الذي يجعلها مصدرا خصباً لمعلوماتنا في هذا المجال .

فمن هذه الكتب **رسالة في علم جر الأثقال ونحوها من العجائب** ، من تأليف مجهول . ولا يعلم تاريخ تأليفها ، إلا أن النسخة التي وصلت إلينا تم نسخها سنة ٨٧١ / ١٤٦٦ . وهي محفوظة في مكتبة بشير آغا التابعة حاليا للمكتبة السليمانية بإستنبول ، ومنها نسخة مصورة بمعهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب (٢١١) . وهي تجمع بين التقانة الحربية والآلات الميكانيكية وألعاب الدك . حيث تتكون من الأبواب التالية :

(١) أنواع شعلات النفط المستعملة في الحروب .

(٢٠٩) محمد بن أحمد المقري ، **نفح الطيب من غصن الأندلس الرطيب** ، تحقيق إحسان عباس ، نشر دار صادر ببيروت ، ١٩٦٨ ، ج١ ص ٢٠٦ .

(٢١٠) عدنان درويش ومحمد المصري ، **الأندلس من نفح الطيب** ، نشر وزارة الثقافة السورية بدمشق ، ١٩٩٠ ، ص ٨٢ . وهما ينسبان الاختراع إلى عبد الرحمن الداخل (؟ !!) ، مع أن الخبر يقول بأن الاختراع جاء بعد المسعودي (المتوفى سنة ٣٤٦ / ٩٥٧) والداخل توفي سنة ١٧٢ / ٧١٤ ، ولا يعلم عنه أي اشتغال بالعلوم !!

(٢١١) عزت عمر ، **ملحق** ، (المرجع المذكور بالهامش ٧٧) ، ص ١٥٧

(٢) جر الأثقال ورفعها لأرشميدس ، ويدخل في ذلك استعمال السلاسل والتروس (البكرات المسننة) . وفيه تصاميم عدة آلات .

(٣) تحضير واستعمالات النفط والزيوت النباتية في أعمال مدنية .

(٤) تحضير أنواع من الصمغ .

(٥) تحضير مواد لإحداث حرائق .

(٦) تحضير أنواع البارود .

(٨) باب في النيرنجات (أي ألعاب الدك) .

ومن هذه الكتب **زهر البساتين في علم المشاتين** لمحمد بن أبي بكر الزرخوري ، من أهل القرن التاسع الهجري (١٥م) . ذكر السخاوي أنه توفي سنة ٨١٠ هـ(٢١٢) . ولكن في الكتاب نجده ينص على أنه كان في زيارة لحلب سنة ٨٥٢ / ١٤٤٨ ! وصلت إلينا من هذا الكتاب نسختان : إحداهما بجامعة ليدن ، والأخرى بالمكتبة البريطانية (المتحف البريطاني في السابق) (٢١٣) . فنجد في الكتاب عدة آلات ميكانيكية تم وصفها . منها قدح العدل (السيفون) ، والمنكاب (الساعة المائية) ، والفوارة (النافورة) (٢١٤) .

• الالات الميكانيكية في كتب تراثية أخرى

في هذا الفصل نجد نوعين من النصوص التي تتحدث عن الساعات والآلات الميكانيكية : نوع يصفها وصفا دقيقا ، أو يصنفها تصنيفا منهجيا . وهذا النوع من النصوص يستفاد منه علميا لدراسة تاريخ هذه الآلات . ونصوص أخرى توضح انتشار هذه الآلات بين الحكام والعلماء . وهذه يستفاد منها لدراسة انتشار التقانة بين فئات المجتمع المتعلمة .

(٢١٢) **السخاوي** ، الضوء اللامع ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ج٧ ص ١٨٩

(٢١٣) **بروكلمان** ، **الأدب العربي** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٩٦) ، القسم السادس (الأجزاء ١٠ و ١١) ، ١٩٩٥ ، ص ٥٨٣ .

(٢١٤) **الزرخوري** ، زهر البساتين ، (المرجع المذكور بالهامش ٣٧) ، ورقة ٥ظ ، ١٧و ، ٢٣و ، ٢٣ظ .

فمن النوع الأول ما كتبه الإمام الغزالي (ت ٥٠٥ / ١١١١) من فصل طويل يشرح فيه كيفية تصميم وعمل ساعة مائية ، وذلك لكي يتخذ من شرحه المفصل مثالا يبين من خلاله معنى القضاء والقدر[٢١٥] . وفي كتب التراث المختصة بتقسيم العلوم وبيان ما ألف فيها نجد ابن الأكفاني (ت ٧٤٩ / ١٢٤٨) يقسم علوم الميكانيكا إلى : علم البنكامات وعلم الآلات الروحانية وعلم الآلات الحربية وعلم جر الأثقال وعلم مراكز الأثقال[٢١٦] . وقد نقل هذا التصنيف من ألفوا بعده ، مثل طاشكبري زاده وحاجي خليفة .

أما النوع الآخر من النصوص فإننا نجد مثالا له عند الجاحظ (ت ٢٥٥ / ٨٦٩) فهو يذكر أن الملوك والعلماء في زمانه « يستعملون بالنهار الأسطرلابات وبالليل البنكامات . ولهم بالنهار سوى الأسطرلابات خطوط وظل يعرفون به ما مضى من النهار وما بقي »[٢١٧] . فيدل هذا على انتشار أنواع آلات التوقيت منذ وقت مبكر ، بحيث صار الجاحظ يفرق جيدا بين البنكام (الساعة المائية) ، والرخامة (الساعة الشمسية) .

وفي نفس الفترة نجد في الأندلس المخترع الشهير عباس بن فرناس (ت ٢٧٤ / ٨٨٧) صاحب أول تجربة طيران ، وهي دليل على تفكيره ودراسته لقوانين الطفو في الهواء . وكان دائماً يخترع الآلات الميكانيكية مثل النوافير والآلات المتحركة بتيار الماء ، وذلك للأمير الأموي محمد بن عبد الرحمن بن الحكم . وكان يساعده في بنائها عريف النجارين في القصر . وصنع الآلة المسماة بالمنقانة (تحريف بنكانة) ليعرف بها الأوقات ، ورفعها إلى الأمير بعد أن نقش عليها شعرا يذكر فيه آلة ،

(٢١٥) **دهمان ، مقدمة كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ص ١٩ ٢٢

(٢١٦) محمد بن إبراهيم المعروف **بابن الأكفاني** ، **إرشاد القاصد إلى أسنى المقاصد** ، تحقيق عبد المنعم محمد عمر ، نشر دار الفكر العربي بالقاهرة ، ١٩٩٠ ، ١٩٥ - ٢٠١ .

(٢١٧) عمرو بن بحر المعروف **بالجاحظ** ، **الحيوان** ، تحقيق عبد السلام هارون ، نشر شركة البابي الحلبي بالقاهرة ، ط ٢ ١٩٦٥ ، ج٢ ص ٢٩٤ .

ويبين أنها توضح الزمن حتى في أوقات الغيوم ، أي أنها ليست ساعة شمسية ، ولا فلكية فيقول [٢١٨] :

ألا إنـــني لـــلـديـــن خـيــــر أد اة   إذا غــــاب عنكـم وقـت كـل صـــــلاة
ولـم تُـر شـمس بـالـنـهار ولـم تـنـر   كـــواكب ليل حــالك الظلمـــات
بيـمـن أمـيـــر المسـلمين محـمـد   تجلت لنا أوقـــــات كل صـــــلاة

والإمام علي بن عبد الكافي السبكي (ت ٧٥٦ / ١٣٥٥) في رسالته **العلم المنشور في إثبات الشهور** يحاول تأييد الرأي القائل باستعمال وسائل الرصد الفلكي والحسابات المبنية عليها لمعرفة دخول الأشهر العربية واعتمادها للعبادات والأعياد . ودفاعا عن رأيه يقول :« ومازال الناس في سائر الأعصار والأمصار يعتمدون على الأوقات في الغيم على الحساب بالرمل والماء ونحوهما . وهل ذلك إلا كالتقدير بالأوراد ، بل أكثر تحريراً . وقد يضطر في معرفة ابتدائها إلى رؤية كوكب ونحوه ، فيبني عليه . ولا يعرف إلا بحساب وعلم [٢١٩] . قوله :كالتقدير بالأوراد ، يعني تقدير الوقت بعدد آيات القرآن التي يرتلها القارىء بين الأذان والإقامة ، أو بين الأذانين في الفجر مثلاً . وقوله : يضطر في ابتدائها إلى رؤية كوكب أو نحوه ، يعني يعاير الساعة المائية أو الرملية على ظاهرة معلومة مثل غروب الشمس .

ونجد وصف البناكيم في عدة أشعار ، منها شعر ابن فرناس المذكور ، وأشعار أخرى نجدها عند دهمان في بحثه عن الساعات [٢٢٠] .

• من هو مؤلف « الرسالة القدسية »

في مكتبة عارف حكمت بالمدينة المنورة رسالة صغيرة في الميكانيكا لم تنشر من قبل . عنوانها

(٢١٨) **ابن حيان القرطبي ، المقتبس من أنباء أهل الأندلس** ، تحقيق محمود علي مكي ، نشر دار الكتاب العربي بيروت ، ١٩٧٣ ، ص ٢٨٢ - ٢٨٤ .

(٢١٩) **تقي الدين علي بن الكافي السبكي ، العلم المنشور في إثبات الشهور** ، تحقيق جمال الدين القاسمي ، نشر بدمشق حوالي سنة ١٣٢٩ / ١٩١١ ، ونشر مصورا سنة ١٤١٠ / ١٩٩٠ بالرياض ، ص ٩ .

(٢٢٠) **دهمان ، مقدمة كتاب الساعات** (المرجع السابق ذكره بالهامش ٣٠) ص ٨٥ - ٨٨

الرسالة القدسية في عمل الشاذروان والفسقية تتحدث بالتفصيل عن كيفية تصميم وصنع ساعة مائية مزودة بآلات تسلية ميكانيكية ، هي عبارة عن شلال (شاذروان) ونافورة (فسقية) . وقد انتهى مؤلفها من تأليفها في رمضان ٨٩٥ هـ (تموز / جويليه ١٤٩٠ م) . ولكن اسم المؤلف غير مذكور على النسخة الباقية ، حيث نزع غلافها الأصلي مع الزمن . وقد كتبها موقت بالجامع الأموي في ٧ / ١٠ / ٩٣٦ هـ (٤ / ٦ / ١٥٣٠ م) ، أي بعد ٣٧ سنة من تأليف نسخة المؤلف . فمن هو مؤلف الرسالة ؟

النصوص التي بداخلها تدل على أن المؤلف ولد ونشأ في القاهرة ، ويعتز بانتمائه إليها . وقد ألّف رسالته في القدس ، ولكنه يدعو الله خلال رسالته أن يعود إليها سالماً . وهذا يدل على أنه كان وقت تأليف الرسالة في سن نشاط تمكنه من السفر والتأليف في مجال معقد ، بحيث قدم شرحا مفصلا لأجزاء آلة ميكانيكية كثيرة التفرع ، مع إعطاء مقاسات دقيقة لكل تلك الأجزاء . وهو يحيل في رسالته عدة مرات على الجزري ، حيث يشرح الأجزاء التي ابتكرها هو في الجهاز الذي يصفه ، أو سمع بوصفها شفهياً من مهندسين آخرين . أما الأجزاء التي يستطيع القارىء الاطلاع عليها في كتاب الجزري فإنه يكتفي بالإحالة إليه .

فهل تنطبق المعلومات التي ذكرناها على شخص بعينه ؟ من موسوعة **الضوء اللامع لأهل القرن التاسع** نجد الأشخاص الآتين ممن تنطبق عليهم هذه المعلومات :

١ - ابن أبي الفتح السابق ذكره . ولد في ٨ / ٨ / ٨٥٠ هـ (٢٨ / ١٠ / ١٤٤٦ م) وكان بارعاً في علوم الفلك والميكانيكا كما تدل مؤلفاته الباقية . وفي ٢٨ / ٢ / ٨٩١ هـ (٤ / ٣ / ١٤٨٦م) انتهى من نسخ كتاب الجزري ، ونسخته تعتبر حاليا من النسخ الجيدة المعتمدة لذلك الكتاب . ومما يدل على استيعابه الجيد لمواد الكتاب أنه الناسخ الوحيد الذي بدل استعمال رموز المؤلف على الرسوم التوضيحية للكتاب ، واستعاض بدلا منها بالحروف العربية ، بعد أن راجع المعنى المقصود في النص . وسبب هذا التعديل هو أنه رأى اختلافا في الرموز بين النسخ المختلفة (٢٢١).

(٢٢١) الجزري ، الجامع ، (المرجع المذكور بالهامش ٣٥) ، ص ٥٠٥

٢ - **ابن العقاب** عبد الخالق بن محمد . ولد عام ٨٥٣ / ١٤٤٩ . وكان متميزا في الميقات وفي شد البياكيم (أي صنع الساعات) ، مع تحصيل علوم كثيرة كعلوم الشريعة واللغة والحساب [٢٢٢] .

٣ - **ابن سالم** وهو محمد بن سالم . ولد عام ٨١٩ / ١٤١٦ . وكان له إلمام بالميقات وبشد المياكيب (صنع الساعات) . وكان عنده منها جملة [٢٢٣] . أي كان يملك عدة ساعات من صنعه .

٤ - **البهجوري** ، أحمد بن محمد . ولد عام ٨٢٠/١٤١٨ . وبرع في الطب والرياضيات والميقات وسبك المعادن والنقش عليها . واختصر كتابا عنوانه **مصباح الظلام في المنقاف** [٢٢٤] (المنقاف تحريف فنكان ، وهو الساعة المائية أو الرملية) .

• موقع « الرسالة القدسية » بين كتب الميكانيكا التراثية

يصف المؤلف آلة ميكانيكية عبارة عن ساعة مائية متصلة بمعدات تسلية ، مجموعة من عدة آلات ، مبتدئا برسالة كبيرة عنوانها ا **لرسالة القدسية في وصف عمل الشاذروان والفسقية** . وتتلو هذه الرسالة ملاحق يصف فيها آلات أخرى ، بعضها من ابتكاره ، والأخرى من ابتكار آخرين . وهذه الآلات الأخيرة عبارة عن ملحقات للآلة الرئيسة . فنلاحظ في هذا الكتاب أنه يأتي ضمن الحلقات الأخيرة في سلسلة تطور التقنية الميكانيكية عند العرب . حيث أتاح له تاريخه المتأخر الاستفادة من الكتب التي سبقته ، وخاصة كتاب الجزري الذي يصرح بأنه استفاد منه ، مع الاستفادة من تجارب ومشاهدات لما أبدعه صناع الآلات في عصر المؤلف .

والمخطوطة تقع في ٣٨ ورقة (٧٦ صفحة) ١٣ x ١٨سم^2 ، بكل صفحة ٢٢ سطرا . وتوضح لنا أنها تطور مهم لما كتب قبلها من عدة أوجه . فالمؤلف بارع ومتمكن من المادة التي يتحدث عنها . إذا تحدث عن الزمن ومعايرة الساعة الزمنية نجده بارعاً في مباديء معايرة الآلات المشابهة مثل الاسطرلاب .

(٢٢٢) **السخاوي** ، **الضوء اللامع** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ، ج٤ ص ٤١

(٢٢٣) **السخاوي** ، **الضوء اللامع** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ، ج٧ ص ٢٤٨ .

(٢٢٤) **السخاوي** ، **الضوء اللامع** ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ، ج٢ ص ٦٥ - ٦٦ .

وإذا تحدث عن صنع أجزاء خشبية نجده يتحدث عن العناية في نجارتها كأنه نجار بارع. وإذا تحدث عن أعمال المعادن مثل السبك وتخليص السبيكة من القالب نجده متفوقاً أيضاً . فهو يقول مثلاً (ورقة ٢٢و) : « فائدة في سبك المقلب الذي في قدره الصغير . هذا دائما عسر عمله على كثير من السباكين ، لأنهم لا يعرفون كيفية إخراج القالب من المقلب . فينبغي أن تتخذ القالب من ملح مسحوق كالهباء ، . . » إلى آخر تعليماته في هذا الشأن .

وقد مرّ بنا أن بعض من ألفوا في هذا المجال (مثل رضوان) لم يكونوا متخصصين فيه . وبعض الآلات التي ألفت فيها الكتب المعاصرة للجزري وبعده لم تكن جديدة . ينطبق هذا على كتاب رضوان وابن أبي الفتح والملك الأشرف . إلا أن مؤلف **الرسالة القدسية** بارز في الابتكارات والإختراعات . ويوضح في الكتاب ما اخترعه هو ، ويميزه عما مكتوبا عند الجزري ، وما تعلمه من صديق له هو مرجان الجمالي ، شاد السواقي (أي المهندس المشرف على بنائها) في حياته . وكان ممن اشتغلوا في الحساب والهيئة والهندسة والميقات [٢٢٥] . ومما يذكر من اختراعات مؤلفنا :

١ ـ آلة يسميها المنجنيق ، وهو ذراع تضبط حركة التروس أو المسننات ، مثل السقاطة ratchet and pawl التي سبق ذكرها بأول هذا البحث . والفرق هنا هو أن المنجنيق يتحرك بضغط الماء فيحرك أضراس الترس بقدر ضرس واحد ، فيحرك ذلك الساعة .

٢ ـ الجهاز الذي يصفه الكتاب يعمل دون توقف ودون تدخل إنسان حسب قول المؤلف ، وذلك بواسطة سيفون بعوامة . بحيث يعاد ملء خزانه يومياً كما كان ، فلا تحتاج إلى ماء جديد .

٣ ـ تطوير بعض آلات الجزري : فهو يذكر أنه جعل معرفة الماضي والباقي من أوقات الصلاة مرتباً على حركة مختلفة عن حركات الجزري . لأن الجزري آلته مختلفة السرعات ، أما آلة مؤلفنا فذات سرعة ثابتة . ثم يستدرك المؤلف قائلاً بأن فضل السبق والتفوق للجزري ، الذي هو أستاذه كما قال في هذا المجال .

٣ ـ فنرى مما سبق أن **الرسالة القدسية** إضافة هامة إلى تاريخ الميكانيكا عند العرب والمسلمين ، وأن

(٢٢٥) السخاوي ، الضوء اللامع ، (المرجع المذكور بالهامش ١٦١) ، ج١٠ ص ١٥٣

نشره يضيف رصيدا جديدا للباحثين في هذا المجال الذي بينا فوائده في بداية البحث . ويعمل كاتب هذا البحث حالياً على تحقيقه ونشره مع باحث آخر .

المحتويات

تاريخ الري في العالم العربي واسبانيا
وصف المشكلة

توماس غليك
جامعة بوسطن

إن انتشار خبرات الري من العالم العربي إلى إسبانيا خلال العصور الوسطى كان موضوع نشاط علمي حديث للمؤرخين وبالتحديد لعلماء الآثار . وقد درست هذه الظاهرة معتمدة بشكل رئيسي على سجلات العصور الوسطى وما بعدها مزودة بوثائق عن بقاء الخبرات الأولية إلى فترة ما بعد الاستيلاء على الأندلس وقد كتبت هذه السجلات باللغة اللاتينية والقشتالية والكاتلاندية والبرتغالية . وزودت هذه المواد بدراسات أثرية وأنثروبولوجية على الرغم من أن الدراسات المقارنة لأنظمة الري القديمة والسائدة في البلدان العربية قد أهملت بشكل متميز . وكما شارك مؤرخو العلوم والتكنولوجيا في هذا البحث راصدين التقاليد العلمية عن الري والزراعة والتكنولوجيا الهيدروليكية .

تستلزم الزراعة في الأندلس :

أولاً : تطبيق إدخال المحاصيل الحديثة من أصل هندي وفارسي التي تتطلب الري .

ثانياً : ادخال رافعات مياه وتقنيات نقل أخرى لتزود بخبرات عالمية معروفة عن الري وذلك عن طريق قنوات سطحية تسير بتدفق الجاذبية بالإضافة إلى تطور معاصر متعلق بالطواحين الهيدروليكية التي تتصل بشكل دائم بأنظمة الري .

ثالثاً : إنها تتطلب تطور نظامي للمؤسسات الرسمية والعامة لتخصيص وتوزيع المياه ولقياس وتوقيت تدفق المياه ولإدارة الري ولمنع وحل أية مشكلة . وتمثل هذه المتطلبات الثلاثة عمليات تاريخية في آن واحد والتي يستدعي تعقيدها تطبيق خطة الأنظمة المتعددة المذكورة سابقاً .

وبقدر ما يعد الري مؤسسة مستقرة جداً ومتغيرة بشكل طفيف خلال فترات من القرون والتي

حالما تدخلها مجموعة من دلائل انثروبولوجية من الأنظمة المعتمدة حالياً أو تلك الأنظمة التي وضعت خلال القرن الماضي سيكون لها أولوية بالغة للبحث التاريخي . ويعد مجلد المصطلحات الفنية للري الذي تعهدته إسبانيا وكل المتحدثين بالعربية في العالم، مساهمة إيجابية ممتازة لدراسة نماذج الإنتشار .

« الفلاحة النبطية » في الأندلس

توفيق فهد

جامعة ستراسبورغ -فرنسا

بعد تقديم هذا الكتاب . عرضت رأيي في قدمه ، إذ يمثّل بنظري ، أول مجموعة في الفلاحة باللغة العربية ، عرّبت من السريانية في أواخر القرن التاسع الميلادي .

تحتوي هذه المجموعة على تعاليم ثلاثة فلاحين من مدينة سورا بالقرب من بابل ، وهم صغريث وينبوشاد وقوثامى . لقد اعتمد هؤلاء على آراء فلاحين قدماء مثل كاماش النهري وآدم وايشيثا ودواناي وماسى السوراني وعدة فلاحين كنعانيين ، كلها أسماء تدل على أن هذه المجموعة تحتوي على معارف واختبارات فلأحي العراق القديم وما جاوره من البلدان ، دونت على مدى العصور وتداولها سكان مابين النهرين من جيل إلى جيل، إلى أن جمعها قوثامى، الذي كان رئيس طائفة من الغنوصيين. يدعون القوقانيون ، يذكرهم الكتاب السريانيون ، وهي طائفة مناوءة لطائفة شيت بن آدم ، «الشيثيون » ، وهم أيضاً من الغنوصيين . فبين التعاليم عن الفلاحة والنبات نجد تعاليم دينية وعقائدية تخص هذه الطوائف ، تقوم على عبادة الكواكب ، على طرق شبيهة بعبادات الحرانيين . من هذه التعاليم والآراء يستنتج تحديد تاريخ جمع أصل هذا الكتاب بين القرنين الثالث والرابع الميلاديين .

طبعاً ، نحن لا نزال في أول الطريق من جهة درس معطيات هذا الكتاب . فالذين حكموا ، في القرن الماضي ، على أنه مختلق ، حكموا بدون اطلاع عليه بكامله ، إذ لم يقع لديهم إلا بعض مقتطعات منه . فالكتاب الآن تحت الطبع وسيظهر قريباً في منشورات المعهد الفرنسي بدمشق بثلاثة أجزاء . عند ذلك ستبدأ الأبحاث الجدية عن محتواه وعن صحة نسبته إلى كلدانيي العراق القديم .

هذا ما يخص قدم الكتاب ،أما محتواه فيختصر بكلمات ثلاث : فلاحة ونبات وغذاء .

فالشذرات التي تحوي تعاليم هذه الطوائف الدينية والسحرية تمثل أقل من خمسة بالمئة من مضمونه .

بينت في القسم الثاني من هذه المداخلة تأثير **الفلاحة النبطية** على كتب الفلاحة والنبات والسحر في الأندلس .

بدأ تأثير هذا الكتاب على أقدم تأليف في الفلاحة ظهر في الأندلس باسم أبي القاسم الزهراوي، تحت عنوان مختصر **كتاب الفلاحة** . الارجح ان هذا المختصر عمل على أقدم كتاب عربي معروف آنذاك، اعني **الفلاحة النبطية** . ثم تتابع هذا التأثير على فلاحي الأندلس من ابن وافد إلى ابن العوام ، الذي استفاد منه إفادة كبيرة . ثم اختصره من جديد أبو محمد بن ابراهيم الأوسي المعروف بابن الرقام ، الذي جرده من المعلومات الخارجة عن الفلاحة .

أما في النبات والأغذية فابن البيطار استخلص من **الفلاحة النبطية** الكثير من مواد كتابه **الجامع لمفردات الأدوية والأغذية** .

وأخيراً ، ان أبا مسلمة محمد الجريطي قد استشهد باسهاب من تأليف ابن وحشية . معّرب الفلاحة النبطية (١٤مرة) وبالفلاحة نفسها (٦ مرات) . في كتابه **غاية الحكيم** . فبواسطة ترجمة غاية الحكيم إلى اللاتينية نجد اسم ابن وحشية والفلاحة في عدة مؤلفات لاتينية من العصور الوسطى . خاصة فيما يتعلق بالطلسمات والسحر ، كما كان يمارسها الهلينيستيون ، عبدة الكواكب في مدن بلاد مابين النهرين .

تظهر **الفلاحة النبطية** في المؤلفات الأندلسية كأحد النصوص الأصيلة التي تركت آثارا بيّنة في الأفكار والمعتقدات الدارجة حينذاك ، حتى أن مفكرين كبارا مثل موسى بن ميمون في دليله وابن خلدون في مقدمته . يرجعون إليها ويستشهدون بمعلوماتها .

أوجه التخالف والتشابه في نظرية الإبصار بين كتابي : « ابن الهيثم » وويتلو

جيرزي بورشار
بولندا

حسب « ويتلو » ، القوة البصرية للإنسان تستقبل على سطح العين ، الضوء واللون ومقدار زاوية الشيء المنظور وذلك بفضل الأشعة العمودية الصادرة من الجسم المنظور . عند هذه النقطة يختلف « ويتلو » عن موقف أكبر , عالم بصريات عربي في القرون الوسطى الا وهو ابن الهيثم . إن «ويتلو » يقبل أيضاً بالمخروط البصري لبطليموس حيث الذروة في مركز العين والقاعدة على سطح الجسم المنظور ، لكن بمتابعته لابن الهيثم ، فهو يعكس جهة الأشعة الضوئية : إن أشكال الأشياء المنظورة ترد مع الضوء الجسمي من خارج العين .

إن نظرية « ويتلو » هذه ، وهي مرتبطة بالقرنية والمخروط البصري للمنظورين ، لا تكفي مع ذلك ، لتوضيح آلية الإبصار كلها . وصولاً للهدف ، فهو يقبل بتبصر واقتناع تام ، نظرية الإبصار لابن الهيثم مرتبطة بحسّ عدسة العين ، وعدم قابلية إنكسار الأشعة العمودية ، المتوافقة بالتبادل ، أحدها على الشيء والآخر على العين وذلك لدرء تشويش الأشعة الأخرى . يربط أيضاً الأرواح البصرية كوسيلة نقل للحسّ البصري ويقبل بالقلب البصري مع حكمه النهائي لصورة الجسم المتأتية من العينين . هذا الحكم يتحقق ، ليس فقط بفضل حسّ القوة الموجودة في القلب البصري ، بل على الأخص ، بمطابقة الجسم المنظور من القوى الداخلية للنفس والقوة المميزة والإدراك المقارن والذاكرة . إذا كان ويتلو يجاهد في أوروبا من أجل نظرية ابن الهيثم ، ولكن معاصريه ، «روجيه باكون » و « جان بيخام » بخلافه ، يؤثرون ، اشراكها بالاعتقاد الخاطىء للأشعة البصرية .

الأعداد المستعملة في الإسلام في القرون الوسطى

ج . ل . بيرجرن

جامعة سيمون فراسر ـ كندا

تؤكد الحسابات التقليدية للإسهامات الرياضية في العصر الوسيط في الإسلام على تطوير الإسلام للأنظمة الهندية والستينية ، التي كانت أساسية للإنجازات الإسلامية في العلوم الأساسية . نورد في هذا البحث بعض التفاصيل عن دور النظام الحسابي المتعاقب ، أي « الحساب الذهني » ، في الحياة اليومية للمجتمع الإسلامي في العصر الوسيط . إضافة إلى ذلك نبين أن هذا الحساب هو الأساس لطريقة متوالية مذكورة في كتاب التكملة في الحساب للبغدادي . كما تبين أن المسألة النظرية المهمة في الحساب ، والتي وجدت في كتاب ابن ياسمين ، بدأت في مسألة تحويل الكسور المعبِّر عنها في النظام الهندي إلى الشكل ا الذي عُبّر عنه في الحساب الذهني .

هندسة القباب النجمية المضلعة

في اسبانيا وشمال افريقيا

مأمون صقال

جامعة واشنطن ـ الولايات المتحدة

استخدمت القباب لتغطية المباني منذ عصور قديمة ، وقد أخذ العرب المسلمون هذا الأسلوب من الحضارات التي سبقت الاسلام ، فطوروه وأضافوا ابداعات جديدة في أساليب تصميم وبناء القباب .

ظهر واحد من أجمل هذه الأساليب الجديدة في مدينة قرطبة الأندلسية في القرن العاشر الميلادي ، ويمكن تسميته بالقباب ذات الأضلاع النجمية ، أوالقباب النجمية المضلعة ، وذلك لأن الناظر إلى القبة يشاهد شكلاً نجمياً ناتجاً عن تقاطع أزواج من الأقواس التي تحمل القبة .

تأثرت العمارة القوطية في اسبانيا بشكل القباب النجمية المضلعة كما نشاهد في كاتدرائية بورغوس ، وامتد هذا التأثير إلى أوروبا كما نشاهد في كاتدرائية براغ ، وفي رسومات ليوناردودافينشي على سبيل المثال ، واستمر حتى أيامنا هذه .

استخدم المعماريون والبناؤون العرب في الأندلس زوجاً من الأقواس بدلاً من قوس مفرد كما في الحضارات السابقة .

بتدوير هذا الزوج من الأقواس ، وبحسب المسافة بين القوسين في الزوج ، نحصل على أشكال نجمية تقسم سطح القبة إلى عدد من الخلايا ذات الأشكال المنتظمة . يصغر حجم هذه الخلايا كلما اقتربنا من المحيط إلى المركز ، وتأخذ كلها شكلاً معيناً ذا طرف متطاول ، عدا عن حلقة الخلايا الداخلية الأخيرة التي تجاور المضلع المركزي ، فهي ذات شكل مثلث . ويتساوى عدد الأشكال المختلفة للخلايا بما فيها المضلع المركزي مع عدد الدورانات التي تمت على زوج الأقواس الأصلي لانتاج القبة النجمية .

إن عدد الدورانات في قباب جامع قرطبة الكبير هو أربع تدويرات ، وبالتالي فإن النجوم الحاصلة

هي نجوم ثمانية الرؤوس . هذه النجوم الثمانية هي الأكثر شيوعاً واستخداماً بسبب نسبها الجميلة المتوازنة ، ومظهرها الحيوي ، وعلاقتها بكل من الدائرة والمربع في آن واحد . النجوم ذات الاثنا عشر والستة عشر رأساً هي أشكال كثيرة الاستعمال أيضاً و بمرور الزمن زاد عدد الدورانات ، حيث نشاهد نجوماً ذات أربعة وعشرين ، اثنان و ثلاثين ، ثمانية وأربعين ، وحتى أربعة وستين رأساً ، خصوصاً في المغرب العربي . ويمكن الحصول على تنويعات متعددة لأشكال النجوم بحذف حلقة أو أكثر من الخلايا . سواء من الداخل أو من الخارج ، أو باستخدام نصف القبة في المحاريب أو ربع القبة في زوايا الغرف المربعة . ويتغير طابع النجوم الحاصلة وعلاقتها بالفراغ العام للقبة بتغيير المسافة بين القوسين في الزوج المستخدم لتصميم القبة .

يستعرض البحث جميع القباب النجمية الثمانية المعروفة في اسبانيا وشمال افريقيا حسب تسلسلها التاريخي وعددها ٤٨ قبة ، ولا يتعرض للقباب النجمية ذات الاثني عشر والستة عشر رأساً ، عدا عن تسجيلها في الشكل الذي يعرض التطور العام للقباب النجمية المضلعة منذ بدء ظهورها في القرن العاشر وحتى القرن السابع عشر الميلادي .

يظهر تأثير القباب النجمية الاسلامية على العمارة الأوربية الرومانسكية ومن ثم القوطية في عديد من الأبنية المسيحية التي استخدمت هذا العنصر المعماري ، سواء بنقله حرفياً عن الأصول الاسلامية أو بتطويره وتعديله .

من المعروف أن التقاليد المعمارية العربية الإسلامية استمرت في عمارة المدجنين في اسبانيا ، إلا أن هذا البحث يُظهر أن استخدام القباب النجمية المضلعة هو أكثر شيوعاً مما عرف حتى الآن ، خاصة في اسبانيا بين القرنين الثالث عشر والسادس عشر الميلادي ، وهي الفترة التي كانت اسبانيا تسعى فيها جاهدة لتحويل تراثها العربي الاسلامي إلى أوروبي مسيحي . ولا شك أن متابعة البحث في هذه الناحيةمن تاريخ العمارة في العصور الوسطى سيكشف أمثلة أخرى لتأثير القباب النجمية المضلعة في العمارة القوطية لاسبانيا ، وبشكل أقل في العمارة القوطية لأوربا بشكل عام .

يظهر لنا من دراسة تاريخ تطور هذا العنصر المتميز في العمارة العربية الاسلامية في الأندلس أن

استمرار التقاليد الاسلامية في عمارة اسبانيا المسيحية دليل واضح على أن تأثير العرب على الثقافة الأسبانية ، بل الثقافة الغربية ، هو تأثير عميق ودائم .

ابن القف الكركي وكتابه : العمدة في صناعة الجراحة
(حوالي ٦٨٠ هـ / ١٢٨١ م)

سامي خلف حمارنة

ولد الطبيب الجراح أمين الدولة أبو الفرج ابن موفق الدين ابن القف في مدينة الكرك في الأردن ومن هنا جاءت تسميته بالكركي في عام (٦٣٠ ـ ٦٨٥ هـ / ١٢٣٣ ـ ١٢٨٦ م) .

وبالرغم من أنه لم يعش سوى ٥٣ عاماً إلا أن إسهاماته الأدبية في علوم الصحة كانت بارزة الأثر .

ويعتبر كتابه الأول : **الشافي في الطب** بمثابة موسوعة لمجالي الطب والطب النفسي ، حيث تم إنهاء هذا الكتاب في عجلون ، الأردن في شعبان عام ٦٧٠ هـ / ١٢٧٢ م . أما في الـ ١٤ عام الأخيرة من عمره فقد قام ، إلى جانب ممارسة وتعليم الطب ، بتأليف ستة كتب ضخمة تجسدت من خلالها مهارته العملية والنظرية .

ويعتبر كتابه **العمدة** الذي يتحدث فيه عن العلاج الجراحي من أضخم الكتب وأكثرها شمولاً على الإطلاق في الاسلام خلال القرون الوسطى ، وقد تم إنهاء هذا الكتاب في دمشق ـ سورية حوالي عام ٦٨٠ هـ / ١٢٨١ م حيث توفي هناك . ويأتي كتاب **العمدة** لا بن القف الكركي من حيث الأهمية في المرتبة التالية بعد مؤلفات أبي القاسم خلف الزهراوي (٣٢٥ ـ ٤٠٤ هـ / ٩٣٧ ـ ١٠١٣ م) الذي قاد الجراحة العربية إلى ذروتها .

سنحاول من خلال هذا البحث إلقاء الضوء على هذا العمل الضخم ومقارنة محتوياته ومبادئه الأساسية بما سبقه وماتلاه من الأعمال في هذا المجال . ومن ثم سنقوم بشرح دوافع ابن القف لتأليف **العمدة** وأهدافه وأسلوبه ومبادئه واتجاهاته العامة . كما سنحاول أيضاً القيام بتحليل نقدي للملاحظات والاستنتاجات والمبادىء المنهجية والمكتشفات التي فاق بعضها الدراسات والكتب السابقة والمعاصرة .

وبشكل موجز يمكن القول إن **العمدة** يتضمن تعاريف وحقائق وأفكار جراحية و،مكتشفات ، تغني وتكمل هذا الفن . وهذه الملاحظات والمكتشفات بشكل عام فاقت التطورات التي تلتها في سجلات التاريخ الجراحي في العصور الحديثة السابقة .

مراجعات الكتب

George Saliba , A History of Arabic Astronomy Planetary theories during the Golden Age of Islam ,
IX + 341 Pages (bibliographie , index)
New York University Press , 1994 .

مراجعة سامي شلهوب

الدكتور جورج صليبا هو أستاذ اللغة العربية والعلوم الإسلامية ورئيس قسم لغات الشرق الأوسط في جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك ويهتم بشكل خاص بتطور نظرية الكواكب .

وقد تناول في كتابه هذا تاريخ الفلك العربي مابين القرنين الحادي عشر والخامس عشر والتغيرات الفلكية الغير بطلميوسية في الفلك الاسلامي عارضاً سلسلة مقالات كانت قد نشرت في مجلات عالمية بإحدى اللغتين العربية أو الإنكليزية وقد جمعها وفق المحاور التالية :

١ ـ مقدمة ومدخل شرح فيه التطورات التي طرأت وضرورة إعادة نشر هذه المقالات وإضافة ما يمكن إضافته على تطور الفلك الاسلامي وفق الأبحاث التي جرت حول ذلك .

فعرض في الباب الأول : أساسيات عامة في الفلك العربي

ـ تطور الفلك في العصور الاسلامية الوسطى

ـ علم أحكام النجوم وعلم الفلك الاسلامي

ثم عرض في الباب الثاني : تطور نظرية الكواكب

ـ ابن سينا وأبو عبيد الجوزجاني : قضية معدل المسير عند بطليموس

ـ الفلك الأول اللابطلميوسي في مدرسة مراغة .

ـ المصادر الأساسية لقطب الدين الشيرازي في الكواكب .

ثم عرض في الباب الثالث : المراصد والراصدون ، وبيّن فيه استخراج مابين مركزي الشمس وموضع أوجها لمؤيد الدين العرضي .

مجلة تاريخ العلوم العربية ـ المجلد الحادي عشر ١٩٩٥ ـ ٩٦ ـ ٩٧ م ، ص ١٠٢ ـ ١٠٣

وفي الباب الرابع تناول النظريات والأرصاد في الفلك الاسلامي وتناول فيه عمل ابن الشاطر الدمشقي .

وفي الباب الخامس تناول الفلك العربي وعلاقته بكوبرنيكوس وبحث فيه دور مرصد مراغة في تطور الفلك الاسلامي والدور العلمي العربي قبل النهضة الاوروبية مبيّناً دور كل من العلماء العرب وإسهامهم في إظهار نظرية كوبرنيكوس بوضعها المعروف حالياً .

إن الدكتور جورج صليبا ، بإعادة نشره لمقالاته الخمسة عشرة في هذا الكتاب ، قد سهل على الباحثين في الفلك العربي والإسلامي تناول موضوع من أهم المواضيع ألا وهو الفلك العربي الإسلامي اللابطلميوسي ولكنه لم يتطرق إلى الأخطاء التي وردت سابقاً معتبراً أن القارىء يمكنه إصلاحها دون عناء ومع كل هذا فإن عمله مساهمة في إغناء المكتبة العربية وسدّ لثغرة فيها .

Virendra Nath Sharma , Sawai Jai Singh and his astronomy ,
(bibliographie , index) XVI + 347 pages
Motilal Banarsidass Delhi 1995 .

مراجعة سامي شلهوب

يتناول الدكتور « شارما » وهو الباحث في الفلك الهندي أقدم وأهم مرحلة من الفلك الهندي في كتابه (السوريا سيدكانتا) الذي يشمل / ١٤ / باباً . تناول فيه دراسة العالم " Sawai Jai Singh " وهو الفلكي ورجل الدولة الهندي من القرن الثامن عشر ، اهتمّ بالآلات الفلكية وبنى المراصد وكتب زيجاً هاماً كان قاعدة لدراسات فلكية غربية وكانت آلاته الفلكية مصنوعة بدقة متناهية لقياس الزمن .

وقد عمل في مرصده كل العلماء من أديان وجنسيات مختلفة وقد خصص مبالغ طائلة للأبحاث الفلكية وكانت أرصاده في غالبيتها مبنية على الرؤية المباشرة وأرصاده الذاتية .

وتناول الدكتور شارما في هذا الكتاب مقدمة بين فيها أهمية دراسة الفلك الهندي وفي الباب الأول تناول عصر وحياة " Sawai Jai Singh " . وفي الباب الثاني تناول إنشاء المرصد الذي أقامه " Sawai Jai Singh" وعمل به مع علماء اخرين .

وفي الباب الثالث والرابع تناول الآلات الفلكية التي استعملها في أبحاثه الفلكية . ثم في الأبواب الخامس حتى العاشر تناول المراصد الهندية المختلفة في «دلهي » و « جايبور » وغيرها .

وتناول في الباب العاشر الكتب والمكتبة التي اعتمد عليها " Sawai Jai Singh " .

وفي الباب الثاني عشر تناول الفلك الهندي عند " Sawai Jai Singh "

وفي الباب الثالث عشر تناول الفلك الاسلامي والغرب .

وفي الباب الرابع عشر تناول النتائج

بيّن شارما ، دور Singh في الفلك الهندي وتناول النماذج الـ / ١٥ / المختلفة للآلات التي استعملها في مرصده والتي أنشأ سبعة منها بنفسه . كما بيّن مصادر Singhفي الفلك الهندي

وعرف زيج محمد شاهي واستعمله ثم بيّن علاقة " Jai Singh " مع كوبرنيكوس وأثره على الفلك الهندي .

وتابع ابنه " Madho Singh " ، الاهتمام بالفلك وذلك بعد سبع سنوات من وفاة أبيه ، (١٧٥٠) وقد كتب زيجاً مماثلاً لزيج « اولغ بيك » .

وهكذا من خلال هذا الكتاب بيّن الدكتور شارما أهمية هذا العالم الفلكي ونجح أيضاً في إلقاء الضوء على الفلك الهندي .

وبالتالي فإن هذا الجهد مشكور ويساهم في إغناء المكتبة العالمية حول محور هام الا وهو الفلك الهندي .

BOS Gerrit , Ibn Al - Jazzar on Forgetfulness and its Treatment , the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland , London 1995 . 91 pp .

مراجعة محمد هشام النعسان

اشتمل هذا الكتاب على / ٩١ / صفحة .تضمنت مقدمة وتسعة فصول وفهرس مصطلحات والمراجع المستخدمة في التحقيق . اشتملت المقدمة على تعريف العمل وشكر لبعض الباحثين الذين ساعدوا في إنجاز هذا الكتاب .

الفصل الأول تضمن تعريف بابن الجزار وتعريف رسالته في النسيان .

والفصل الثاني اشتمل على تعريف بالمخطوطات الخاصة برسالة النسيان وعلاجه لابن الجزار .

الفصل الثالث فيبحث في موضوع النسيان وعلاجه وتاريخه .

الفصل الرابع تعرض لمحتويات الرسالة في النسيان ثم عرض المؤلف في الفصل الخامس نص الرسالة العربي بعد تحقيقه من خلال ثلاث مخطوطات ثم ترجم هذا النص إلى الانكليزية في الفصل السادس وحقق الترجمة العبرية له في الفصل السابع ثم عرض تعليقات على النص العبري في الفصل الثامن .

الفصل التاسع فقد خصصه المحقق لأجزاء موجودة في النص العبري ومفقودة في النص العربي. لقد بذل المحقق جهداً لابأس به في تحقيق هذه الرسالة فقد استخدم في تحقيق النص العربي ثلاث مخطوطات هي على التوالي :

١ ـ مخطوطة لشبونة ورقمها / ٢٩٢ / ٧ وتاريخ نسخها يعود إلى القرن الرابع عشر

٢ ـ مخطوطة ميونيخ ورقمها / ٢٨٧ / وتاريخ نسخها يعود لعام ١٣١٦ م

٣ ـ مخطوطة باريس ورقمها / ١١٧٣ / ويعود تاريخ نسخها إلى القرن الرابع عشر

أما النص العبري فقد استخدم المحقق في تحقيقه خمس مخطوطات كانت على التوالي :

١ ـ مخطوطة ميونيخ رقم / ٢٨٧ / وتاريخ نسخها يعود لعام ١٣١٦ م .

٢ ـ مخطوطة ميونيخ رقم / ٢٥٣ / وتاريخ نسخها يعود إلى القرنين الرابع عشر والخامس عشر

٣ ـ مخطوطة Modena - Estense رقم / ٣٦ / ويعود تاريخها إلى عام ١٤٨٧ هـ

٤ ـ مخطوطة موسكو جينسبرغ رقم / ١١٥ / ويعود تاريخها إلى القرنين الخامس عشر والسادس عشر .

٥ ـ مخطوطة باريس رقم / ١١٧٣ / ويعود تاريخها إلى القرن الرابع عشر .

بالإضافة إلى الجهد الذي بذله في الترجمة الانكليزية وفي التعريف بابن الجزار وأعماله القيمة في مجال الطب والعقاقير الطبية .

إلا أنه لم يحقق مسميات الأدوية والعقاقير التحقيق العلمي واكتفى بالتسميات العربية والعبرية لها . لذلك يمكن اعتبار ما جاء في هذا الكتاب عبارة عن تحقيق أدبي لنص وضعه ابن الجزار عن النسيان في رسالة صغيرة لا يتجاوز عدد صفحاتها التسعة ، لكن لهذا الكتاب أهمية علمية لأنه يعرف بهذه الرسالة وبمكانة الطبيب العربي ابن الجزار واهتمام الاوربيين به وبأعماله حتى عصر النهضة في أوربا .

المشاركون في هذا العدد

• **الحاج قاسم محمد ، محمود** : حاصل على شهادة دكتوراه في الطب من جامعة استنبول عام (١٩٦١) . باحث في تاريخ الطب عند العرب والمسلمين ، وله العديد من المؤلفات في هذا المجال . وهو أول من أرّخ لطب الأطفال عند العرب باللغة العربية وأول من أرّخ للسرطان في الطب العربي الاسلامي .

• **بيرغرن ، ج . ل** : حاصل على شهادة دكتوراه في الرياضيات من جامعة واشنطن عام ١٩٦٦ . يعمل في مجال تاريخ العلوم الرياضية ، وله العديد من المؤلفات والأبحاث في هذا المجال .

• **بورشار، جيرزي** : أستاذ باحث في أكاديمية العلوم البولندية ، له العديد من الدراسات في مجال الفلسفة والبصريات . اهتم بشكل خاص بالعالم « وتيلو » شارك في العديد من المؤتمرات .

• **حمارنة ، سامي خلف** : حاصل على شهادة البكالوريوس والماجستير والدكتوراه .

عيّن مسؤولاً عن تاريخ العلوم الطبية لمدة حوالي ١٩ عاماً . ثم قام بتدريس تاريخ العلوم الطبية في عدة جامعات نال على أثرها درجة مساعد ومشارك ثم أستاذ . وحالياً ومنذ عام ١٩٩٣ يعمل أستاذاً في تاريخ العلوم الطبية في كوالالمبور ، ماليزيا . له ما يزيد على ١٦٠ مقالة و ٢٣ كتاب .

• **غليك ، توماس** : حصل على شهادة الدكتوراه في التاريخ من جامعة هارفارد ١٩٦٨ . وقد شغل العديد من المناصب التدريسية وله العديد من النشاطات المهنية . كما له العديد من المؤلفات حول تاريخ الري .

• **شلهوب، سامي** : متخصص في تاريخ الرياضيات وبشكل خاص في تاريخ الرياضيات العربية . نال شهادة البكالوريوس في الرياضيات من جامعة دمشق كما حصل على شهادة الماجستير والدكتوراه من جامعة لايبزيج بألمانيا .

يعمل حالياً وكيل معهد التراث العلمي العربي للشؤون العلمية في جامعة حلب ـ سورية .

شارك في العديد من المؤتمرات والندوات العلمية وله العديد من الدراسات والأبحاث العلمية

في مجال تاريخ العلوم .

• **صقال ، مأمون لطفي** : حاصل على شهادة الإجازة في العمارة من جامعة حلب ، سورية عام ١٩٧٤ . وعلى شهادة ماجستير في العمارة ، وشهادة في تصميم المدن من جامعة واشنطن عام ١٩٨١ . يمارس العمل المعماري والفني ويدّرس تاريخ الفن والعمارة الاسلامية في جامعة واشنطن ، كما يحاضر في المؤتمرات الدولية عن الفن والخط العربي والعمارة الاسلامية .

• **فهد ، توفيق** : أستاذ باحث في جامعة العلوم الانسانية في ستراسبورغ بفرنسا ، مدير ومؤسس لقسم الدراسات العربية والإسلامية بالجامعة ذاتها منذ أكثر من ثلاثين سنة ، تقلد أكثر من منصب علمي. يهتم بتاريخ العلوم العربية بشكل عام والعلوم الزراعية بشكل خاص ، له العديد من المؤلفات والأبحاث في مجال تخصصه .

• **قاري ، لطف الله** : مهندس يعمل في مصنع للبتروكيماويات بمدينة ينبع الصناعية في السعودية. له عدة من المقالات والدراسات في مجال تاريخ العلوم التطبيقية . شارك في العديد من الموتمرات والندوات حول تاريخ العلوم على المستويين العالمي والدولي .

• **كرّو ، إبراهيم** : تخصص بالهندسة الالكترونية ثم المنطق الرياضي من جامعات أمريكا وألمانيا . ثم قام بالتدريس و البحث العلمي في عدة جامعات عربية وعالمية .

مجال بحوثه الرياضيات البحتة والمنطق الرياضي وتاريخهما . شارك في مؤتمرات عالمية عديدة في كل هذه المجالات .

• **كوميز ، ميرسيه** : تعمل كأستاذة في قسم الفلسفة العربية في جامعة برشلونة في إسبانيا . وهي تعمل الآن في مجال تاريخ الفلك العربي والأندلسي ولها مؤلفات عديدة حول هذا الموضوع .

• **نعسان ، محمد هشام** : مدرس متمرن في معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب قدم أطروحة دكتوراه في عام ١٩٩٦ بعنوان : «مساهمة العرب في تطوير العناصر التكوينية للحدائق في العصر الأموي» وقد شارك في العديد من المؤتمرات والندوات حول تاريخ العلوم التطبيقية .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ - تقديم نسختين من كل بحث أو مقال إلى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات إلى عمال المطبعة . والرجاء إرسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ - ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكنا وإلا باللغة العربية .

٢ - طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعاً للأرقام المشار إليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضاً ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

آ - بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب - أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج - أما إذا أشير إلى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالإضافة إلى أرقام الصفحات .

أمثلة :

آ - المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار ، باريس ١٩٠٣ ، ج٣ ، ص١١ .

ب - عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية ، مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣ .

ج - المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .

انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

Buch über Das Geheimnis Der Schöpfung und Die Darstellung Der Natur
(Buch der Ursachen)
Von
Pseudo–Apollonios Von Tyana
Ursula Weisser, editor


BUCH ÜBER DAS GEHEIMNIS DER SCHÖPFUNG
UND DIE DARSTELLUNG DER NATUR
PSEUDO-APOLLONIOS VON TYANA
URSULA WEISSER

Aleppo, IHAS (1979).

27×20 cm. 702 pp. Arabic text (hand–scripted by the editor) and index; 66 pp. Introduction and notes (in German), paper bound.

(Sirr al–khalīqa wa Ṣanʿat al–Ṭabīʿa; Kitāb al–ʿIlal by Balinus al–Hakim and including Tabula Smaragdina and Kitāb fī Ṭabīʿat al Insān by Nemesios of Emesa).

This is the most famous text of hermetic literature. Prof. Manfred Ullmann has noted that it was valued as the key to the innermost secrets of nature, and to the alchemists of the Middle Ages it was as holy as the ten Commandments.

The Tabula Smaragdina appears at the end of Sirr al–Khalīqa and it should be understood to be a commentary to the Tabula.

Dr. Weisser has used 17 of the numerous known copies for this edition. She includes a long background history with a history of the Latin transmission;

Book I On the Creation
II On the Sphere and Space
III On Minerals
IV On Plants
V On Animals
VI On Man

Price: US$ 30.00 (postage expenses are not included).

The Mechanical Machines in our Scientific History ,and the position of the book entitled :" Al - Risala Al - Qudsiyya "

Lutfallah GARI

This study sheds light on the works which the ancestors have written about the mechanical machines , and the great role which they played in the promotion of modern advancement in this domain .

The researcher displayes : The History books , the studies which tackles the written History , and the books which talked about the History of Arabic and Islamic clocks till our present time .

The researcher , also , clarifies the impact of the books - which were translated into Arabic during the Hellenic age on the modern achievements , and what the Arab and Muslim engineers did add to this field .

Finally , he unveils the influence of the Arabic and Islamic innovations on the Renaissance .

The Extremely Accurate Determination of the Size of the Mediterranean Achieved by Muslim Astronomers in al - Andalus .

Mercè COMES

The aim of this communication is to show one of the most important contributions made by Muslim astronomers to the practical geography . It concentrates on the corrections - made by some Arab astronomers of the Ptolemaic determination of the size of the Mediterranean sea . Their extremely accurate determination of the size of the Mediterranean , which reduced the excess of 20 degrees found in Ptolemy's *Geography* to only 1 degree approximately , seems to have been achieved trough the observation and calculation of a lunar eclipse . This method was already used by Ptolemy to determine distances in longitude and its use was also suggested by most of the subsequent Arab , Hebrew and Latin astronomers . However , nobody , from Ptolemy to Kepler , was able to achieve such good results as the ones reached by Maslama .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : Vol . 11 : PP . P. 100.

Decidability in Mathematics after Al - Samaw' al - Al - Maghribī

Ibrahim Garro

In his book al - Bahir fi al - Jabr al Samaw' al al Maghribī divides mathematical problems according to their provability ,into three categories . He uses the Aristotelian modal notions of necessity and possibility in doing this .

A - Problems that are necessarily solvable .

B - Impossible problems .

C - Possibly solvable problems .

We shall be concerned with the last category and its relation to decidability . He introduces two definitions to this category which are apparently contradictory . Using modal logic we explain his intended definitions , namely; a -) not provable A and not provable ¬A.

b - possible A and possible -¬A .

He does not give a definite example of this category of problems , although he does give them for the first two .

Some authors have claimed that he introduced the notions of decidability and calculability . We compare his work with the modern notions of decidability and calculability . We find that these notions are defined relative to a formal system in mathematical logic . This was obviously absent in our author's work .

The cases which are mentioned by Ibn al - Athir in his book *Al - Kamel fil Tarikh* are :

- In 458 H . / 1060 A. D. , a boy was born in Bagdad with two heads , two necks , two faces , four hands and only one body .

- In 597 H. / 1200 A. D. , a boy was born in Bagdad with two heads , his front is divided into two parts .

- In 601 H . / 1204 A. D. , a boy was born in Bagdad with two heads , four legs and two hands , but he died immediatly .

Conjoined Twins in the Arabic Islamic History

Mahmoud al - Haj Kasem Mohammad

The research dealt with the modern meaning of " twins " which have three Kinds :

1 - Franternal type or (dizygotic)
2 Identical type or (monozygotic)
3 - Conjoined type

The researcher extracted a text from ᶜOraieb Ibn Saᶜd al - Kortoubī ' s book in which , he explained the old meaning of twins according to the Arabic Islamic physicians . Then , he tackled the theme of " Conjoined twins " with reference to the Arabic Islamic History .

Al - Amīr al San ᶜa'ī , wrote in his book *al - Rawda al - Nadiyya* that during the era of Omar Ibn al Khattab - a woman gave birth to a boy with two heads , two bodies , four hands , while in the lower part he had only two legs . When one of these two creatures wanted to get married , the other twin died before acheiving that .

Al - Kazwīnī wrote in his book *ᶜAga' eb al - Makhloukāt* a story similar to the above mentioned one . But here in this case one of the two joined bodies died , so he was tied till he dried up then he was cut . The other body remained alive and wandered wherever he wanted . This may be considered the first successful attempt to separate two joined bodies in History .

The conjoined twins which ᶜOraieb Ibn Saᶜd al - kurtoubī mentioned in his book *Khalk al - Ganīn wa Tadbīr al - Habala wa' l - Mawlūdīn* :

- A twin was born with joint bellies , facing each others .
- A boy with two heads .
- Two maids each had a head , two hands , and an abdomen , but joined in the lower part to have only two legs .

The case which was seen by al - Razī in Bagdad (a boy with one head and two faces) .

- The case which al - Tanoukhī mentioned in his book *Nishwār al - Mouhadarā*, two men joined from one side to the armpit . They have one abdomen , one navel and one stomach , if they are separated certainly they will die . May be this case is the same case which western references denoted to as the earliest case about conjoined twins in History .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : Vol . 11 : PP . 97 - 98 .

For short vowels , *a* is used for *fatha* , *i* for *kasra* , and u for *ḍamma* . For'ong vowels diacritical marks are drawn over the letters : *ā* , ī , *ū* . The diphthong *aw* is used for ° و and *a y* for ° ي . Long vowels before *hamzat al - wasl* are printed long (thus 'ābū'l - Qāsim and not " abu'l - Qāsim ") .

To Contributors of Articles for Publication
in the *Journal for the History of Arabic Science*

1 . Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science . The text should be typewritten , double - spaced , allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer . In matters of paragraph indentation and the indication of footnotes , please follow the style used in this journal .

2 . Please include a summary - if possible in Arabic , but otherwise in the language of the paper - about a third of the original in length .

3 . Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text . They should be double-spaced as well , and they should contain an unabbreviated complete citation . For books this includes author , full title (underlined) , place , publisher , date , and page - numbers . For journals give author , number , year , and page - numbers .

Examples :

O . Neugebauer , *A History of Mathematical Astronomy* (New York ; Springer , 1976) , p . 123 .

Sevim Tekeli , " Takiyüddin ' in sidret ül Müntehâ' sina aletler bahsi " , *Belleten* 25 (1961) , 213 238 .

After the first quotation , if the reference is repeated , then the author's name and the abbreviation *op . cit* may be used . Alternatively, the books and articles cited may be collected into a bibliography at the end of the article , according to the above format , so that reference may be made to them in the footnotes by author or short title .

4 . In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended :

' , b , t , th , j , ḥ , kh , d , dh , r , z , s , sh ,
ء ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش
ṣ , ḍ , ṭ , ẓ , ᶜ , gh , f , q , k , l , m , n , h , w , y ,
ص ض ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن هـ و ي

Hamza at the beginning of a word is omitted in transcription . The *lām* of the Arabic article before sun - letters is not assimilated (thus *al - shams* and *not ash - shams*) .

NA^{C}SAN , M . *Hisham* : Agricultural Engineer . He presented his doctorate dissertation which is entitled : " The participation of the Arabs in the Development of the Constitutive Elements of Gardens in the Omayyad Era " . He participated in many International Symposia and Conferences on the History of Applied Science .

SAKKAL , Mamoun Lutfi : He has degrees in architecture from the University of Aleppo , Syria and the University of Washington . He worked as an architect , designer , and painter . He lectures on the History of Islamic art and architecture at the University of Washington .

Notes on Contributors

Al - HAJ KASIM MOHAMMAD , Mahmoud : He received the Ph . D. degree in medicine from the University of Istanbul , 1961 . He is a researcher in the History of Arabic and Islamic medicine and has many papers on this domain . He is the first one that ever wrote about the History of pediatrics and the History of.cancer in the Arabic Islamic medicine .

BERGGREN , J . Lennart : He received the ph . D. degree in mathematics from the University of Washington , 1966 . He is a researcher in the field of the History of mathematical science and has many papers on this field .

BURCHART , Jerzy : Professor in the Polish Academy of Science . He has researches within the domain of philosophy & optics , and he is concerned with " Witalo " . He participated in many International Conferences .

COMES , Mercé : Teacher in the Department of Arabic Philosophy at the University of Barcelona , Spain . She is now working in the field of the History of Arab and Andalusian Astronomy and has published several papers on this topic .

CHALHOUB , Sami : He received his Ph . D. in History of Mathematics from the University of Leipzig , Germany , 1980 . He is the Vice - director of the Institute for the History of Arabic Science at the University of Aleppo . He participated in many International symposia and Conferences on the History of Science , and has many researches and articles on this domain.

FAHD , TAWFIQ : Teacher in the University of Human Science in Strasbourg , France . He is the founder and the director of the Department of Arabic and Islamic Studies in this University since more than thirty years He is concerned with the History of Arabic Science in general , and with the History of Botany in particular , and he has many researchers on this domain .

GARI , Lutfallah . Engineer works in a petrochemical plant in YANBU , Saudi Arabia. He has many books , articles and papers in Arabic on The History of Applied science . He participated in many Arabic and International Symposia and Conferences .

GLIK , *Thomas* F . : He received the Ph . D. degree in History from the University of Harvard , 1968 . He occupied many brilliant teaching positions and had also many professional activities . He published many books on the History of Irrigation .

HAMARNEH , Sami Khalaf : He received his Ph . D. in History of Pharmacy and Medicine from Madison , Wisconsin , U . S. A . , 1959 . He is a professor of History of Medicine, Pharmacy and professional Ethics .

GARRO , Ibrahim : He received the M . S . degree in electronics from the University of California at Burkely , and the Ph . D. degree in mathematical logic from Bonn University in Germany . He taught in many Arabic and international Universites . He is a researcher in the History of Mathematics and Mathematical logic . He participated in many International Conferences on these domains .

chrétiennes , comme le Carême (II , 4) et le Carême des Ŝabi'ûn . Probablement ici les Mandéens (voir art . Sâbi'a in EI^2). Varisco les énumère et les explique (pp . 75 - 79) . Peut on en déduire que l'auteur de cet almanach avait devant les yeux un calendrier copte ?

Un autre chapitre important mérite d'être décrit : le chapitre 4 (Environnement) . il contient une liste des principales plantes du Yémen , une région très riche en végétaux , étant située entre l ' Afrique et l ' Asie ; il en décrit sept . Quant aux animaux , il décrit 9 oiseaux , 6 insectes , 2 reptiles , 3 animaux domestiques , 3 animaux mythiques .

Disons , en conclusion , qu ' il s'agit d'un travail très soigné , méticuleux et précis , mettant en valeur un texte comportant une terminologie difficile que l'auteur a pu comprendre et expliquer , grâce à sa connaissance du dialecte et du folklore Yéménites , du fait de son long séjour dans ce pays , où les traditions agricoles sont encore vivaces , et de son mariage avec une Yéménite cultivée . C'est un ouvrage fort utile pour les chercheurs et pour tous ceux qui s'intéressent à l'histoire et au folklore du Yémen . D'autres travaux sont annoncés ; j'espère qu'il mènera à bonne fin l'édition de *Bughyat al - fâllàḥîn* que préparait son maître R . B . Serjeant , récemment décédé (1993) .

T . FAHD

chapitres :

1) Les calendriers (63 80) , 2) L'astronomie (81 104) , 3) La météorologie (105 127) , 4) L'environnement (12 8 155) , 5) L'agriculture (156 202) , 6) Santé , humeurs , sexe (203 - 214) ; 7) La navigation (215 231) . Suivent d'abondantes notes rangées selon les pages (232 256) , une riche bibliographie (257 - 301) , un index commenté des noms des lieux mentionnés dans le calendrier (302 - 311) , un index des principaux termes figurant dans l'almanach (312 - 318) et un index général (319 349) . Tous ces index mettent en évidence la richesse de l' almanach et du commentaire .

On peut relever le fait que l'auteur concentre son analyse sur le texte Yéménite sans en comparer ni confronter le contenu aux calendriers agricoles arabes qui l'avaient précédé . Deux de nos études sur l'*Agriculture nabaṭéenne,* parues ces dernières décennies , auraient pu contribuer à la mise en valeur de cet almanach . Il s'agit de : " Un traité des eaux dans *al - Filâḥa n Nabaṭiyya* (hydrologie , hydraulique agricole , hydrologie) " , in *La Persia nel Medioevo*, Rome , Accademia Nazionale dei Lincei , 1971 , 277 326 ; et "Conduite d'une exploitation agricole d'après *l'Agriculture nabatéenne* , in *Studia Islamica* XXXII / 1970 , 109 128 . Notre présentation du " Calendrier des travaux agricoles d'après *al-Filâḥa n-Nabaṭiyya* est citée en bibliographie mais non utilisée . Les noms d'Ibn Waḥshiyya et de l ' *Agr . nab.* sont totalement absents , alors qu' ils sont fréquemment cités dans *Bughyat al fallâḥîn* . Faudrait il en déduire que l'*Agr . nab* . était inconnue au Yémen avant 1297 , date de décès d'al - Malik al Ashraf , alors qu'elle était un ouvrage de référence dans le domaine arabe , de l'Irak jusqu ' en Andalousie, depuis sa traduction aux X^{e} - XI^{e} siècles ?

L'analyse des sept thèmes sélectionnés est très riche . Prenons , pour exemple , le thème de l'agriculture : Après un bref exposé sur l'agriculture sous la dynastie Rasûlide , l'auteur aborde le système des taxes ; il en énumère 10 , perçues sur 10 produits . Suit un exposé sur le cycle agricole , où sont énumérés les céréales , les fruits , les légumes , les fleurs , les plantes aromatiques , le lin et le coton , dont il est question dans l'almanach . Rien n'est dit sur leur introduction , ni sur les modes de leur utilisation .

A la lecture de cet almanach , on est frappé par les fréquentes mentions relatives à l'Egypte (voir index des noms des lieux et index général) . Nombreuses sont également les mentions relatives à l'Inde (cf . index) . Le 13 septembre , on trouve la mention *nabaṭî* que l'auteur lit Nabṭîet fait suivre d'un point d'interrogation ; dans l'index des noms de lieux , il dit qu ' il pourrait s'agir d'un lieu sur la côte africaine . Pourquoi ne pourrait il pas s'agir d'une référence aux Nabatéens d'Irak ou de Syrie (cf . art . Nabat in EI^{2}) ?

Il est à noter aussi des mentions de fêtes et de périodes religieuses

L'origine du calendrier agricole chez les Arabes remonte à ^{c}*ilm al anwâ'*, qui consiste en la " connaissance des périodes délimitées par le lever héliaque et le coucher acronique de certaines étoiles . Dans la littérature qui fixera ces traditions , les noms de ces étoiles s ' identifient avec ceux des vingt - huit mansions lunaires . Le nom de cette science fait ressortir la notion d ' opposition entre ces étoiles , laquelle est à l'origine de la modification périodique des conditions atmosphériques " (cf . T . Fahd , *La divination arabe* , Paris , Sindbad , 1987 , pp . 412 - 417) ; sur *Kutub al - anwâ'*, voir F . Sezgin , GAS VII , Leyde , Brill , 1979 , p . 366 sqq . , qui en énumère 37 . pour les noms des étoiles connues chez les Arabes , voir P. Kunitsch , *Untersuchungen zur Sternnomenklatur der Araber* , Wiesbaden , 1961) . Outre les prévisions météorologiques , l'observation des étoiles fixes permettait de s ' orienter la nuit dans le désert et de déterminer les saisons .

Ces observations ont conduit les agriculteurs à fixer , en conséquence , le calendrier des travaux agricoles . Les plus anciennement connus sont : " Le calendrier des travaux agricoles d'après *al - Filâḥa n - Nabaṭiyya* " , dont le contenu a été présenté par nous dans *Orientalia Hispanica* , vol . I , pars prior , Leyde , Brill , 1974 , pp. 245 272 , et *Le calendrier de cordoue de l 'année 961* . Texte arabe et ancienne traduction latine , publié par R. Dozy , Leyde 1873 ; nouvelle édition accompagnée d'une traduction française annotée par Charles Pellat , Leyde , Brill , 1961 (*Medieval Iberian Texts and Studies* , vol . I) . Cette tradition s'est poursuivie ; on trouve des calendriers dans la plupart des traités agricoles (sur d'autres calendriers étudiés par pellat , voir Bibliographie , p . 287 8) .

Ce qui distingue le calendrier étudié des précédents et suivants , c'est la grande précision , jour pour jour , des travaux à accomplir chaque mois , alors que l'*Agriculture nabaṭéenne (* éd . T. Fahd , Damas , Institut Français d'Etudes Arabes , I (1993)pp. 218 241) parle du mois en général , tout en tenant compte des quartiers lunaires . L'année agricole commence en avril dans l '*Agr. nab* (p . 222) , alors qu 'elle commence en octobre dans le calendrier étudié ; cela est probablement dû à l'influence juive au Yémen .

Après avoir situé le calendrier dans la tradition agricole yéménite (10 12) , Varisco en présente l'auteur , al Malike al Ashraf , III^{e} roi de la dynastie Rasûlide , d'origine turkmène . Le premier était compagnon de l'ayyûbide Tûranshâh ; il occupa le Yémen en 569 / 1173 (12 - 14) ; il laissa plusieurs écrits . Ce sont des écrits d'astronomie , de médecine , ,d'art vétérinaire, d'histoire , d'agriculture . *At Tabsira écrit* astronomique , dont cet almanach est extrait , et *Milḥ al malâḥa* , cité ci dessus , ouvrage connu partiellement et mal édité (voir p . 5) , constituent la base de ce commentaire . L'auteur les présente pp 16 19 . Suit le texte arabe et sa traduction anglaise .

Dans une seonde partie , Varesco étudie le c o n t e x te du sujet dans sept

Book Review

VARISCO ; Daniel Martin **, Medieval Agriculture and Islamic Science. The Almanac of a Yemeni Sultan ;** Washington , University of Washington Press , Seattle and London , 1994 , XV - 349 p ., texte arabe : pp. 41 - 60 **(Publications on the Near East University of Washington ,N^{0} 6) .**

Présenté par feu Robert Bertram Serjeant , grand spécialiste de la civilisation et de l'agriculture du Yémen médiéval , cet ouvrage traduit et commente le chapitre 32 de la *Tabṣira fī ^{c}ilm al nudjūm* d'al Malik al - Ashraf ^{c}Umar b . Yūsuf , sultan du Yémen , mort en 1296 . Ce chapitre contient le calendrier des travaux agricoles .

Ce calendrier s'inscrit dans une tradition agricole qui remonte loin dans l'histoire du Yémen , pays célèbre pour sa fertilité , appelé par les anciens l'Arabie Heureuse , par opposition à l'Arabie Déserte , qui la limite au Nord et Nord-Est . Les textes classiques et les innombrables inscriptions sud arabes attestent la richesse de l'agriculture Yéménite . Après une période de décadence, durant laquelle les barrages se sont rompus et le nomadisme a dominé , il y eut un regain de fertilité sous la dynastie Rasūlide qui régna du XIII^{e} au XVI^{e} siècle de notre ère (voir réf . à ce sujet p . 232 , n . 1) . Sur la richesse de cette agriculture , Varisco consacra de nombreuses études , avant d'en faire la synthèse dans ce livre (voir bibliographie . pp . 297 - 9) .

L'agriculture yéménite s'est illustrée par un ouvrage d'une grande importance , intitulé : *K. Bughyat al - fallâḥîn fī l - ashdjâr al - muthmira wa l-rayâḥîn* , écrit par le sultan yéménite al Malik al - Afḍal al - ^{c}Abbâs *b.* ^{c}Alī qui régna de 764 à 778 / 1363 à 1376 (sur cet écrit , voir ,Max Meyerhof , " Sur un traité d'agriculture composé par un sultan yéménite du XIV^{e} siècle" , in *Bulletin de l'Institut d'Egypte* , 25 / 1943 , pp. 55 - 63 ; 26 / 1944 ,pp .51-65 ; M.Ullmann , *Die Natur - und Geheimwissenschaft im Islam* , Leyde , Brill , 1972, pp . 449 - 450) . Il cite fréquemment un ouvrage intitulé : *K. Milḥ al - malâḥa fī ma^{c}rifat al - falâḥa* , écrit par son grand - oncle (et non grand père comme dit p. 13) al Malik al Ashraf ^{c}Umar b . Yûsuf , qui avait régné de 664 à 669 / 1295 à 1297 . R . B . Serjeant préparait l'édition de *Bughia (* cf . "Agriculture and Horticulture : some cultural interchanges of the Medieval Arabs and Europe " , in *Oriente e Occidente nel Medioevo : Filosofia e Science*, Convegno internazionale (9 - 15 Aprile 1969) , Rome , Accademia Nazionale dei Lincei , 1971, pp . 535 - 548) .

the practice of the healing arts was forgotten for few centuries thereafter [38].

Al karakī realized the dangers of employing multiple standards in the region, particularly in view of the numerous of formularies and medical compendia, Physicians and practitioners are getting their information from these popular and reputed manuals. But these sources are authored in many and various countries in Islam. This state of affairs led many physicians to err in prescribing the exact weights and dosages in prescribing medications to their patients. For these reasons, he proclaimed this appeal for unifying all metrological systems, at least within the Arab lands [39].

Concluding Remarks :

Al-Karakī's *Al - cUmdah* is the largest, highly reputed independent manual in its field in Islam up to the author's time - and for that matter for centuries after its publication. It contains many original literary contributions; medical, pharmaceutical, surgical and anatomical observations based on experimentation and innovation that made this manual outstanding. For this reason, this writer determined to reedit it with comprehensive annotations and commentary and if possible finally translate the same into English.

It can be adequately compared between Arabic surgery in the time of the author and modern surgery. It will became a useful historical text to bridge the gap between the great surgical legacy in Islam with today ' s surgical technology, philosophy and scientific thinking. It can be recommended as excellent example to all medical students and competent surgeons in the universities, health research centers and institutes throughout the Arab world.

38. Al karaki, *al cUmdah*, Hyderabad edition, vol. 3, pp. 232 34; and Hamarneh, " The First Recorded Appeal For Unification Of Weights And Measures ". Physis, vol. 5 (1963), pp. 230 - 47.
39. Sarton, *Introduction*, vol. 2, (1975), pp. 216 17; and Hamarneh, *Ibn al Quff*, Cairo. 1974, pp. 137 - 48.

Al Karakī also devoted adequate spaces on mouth hygiene and the extraction of teeth . He then described methods and techniques of how to perform tonsillectomy unless the tonsils are cancerous or malignant . Then described operations on the uvula when swollen and when the breathing of the larynx becomes difficult .

Al Karakī presented a very useful and detailed discussions on the circumcision , which suggest that he had performed these operations multitudes of times . He then devoted two chapters on the extraction of stones from the kidneys and the bladder by using catheters successfully [36].

The twentieth and last treatise in al ᶜUmdah is devoted to compounding pharmaceutical forms preparations , medical therapy and weights and measures. It is in a form of *aqrābādhīn* formulary or dispensatory . Much of the subject matters were based on Greek schools of thought , the writings of Ḫunayn al - ᶜIbādī , Sābūr ibn Sahl and Ibn al Timīdh's Aqrābādhīn. He argued that as the simple remedial agents must be defended against polypharmaceutical recipes , likewise there are points where compound drugs are needful in certain places and for good reasons . He contended that in as much as simple drugs vary from one another in potency and dosages , so the compounded preparations are made up of the same simples (*mufradāt*) : dosages and potencies , more amounts for the mild ingredients and smaller from the potent [37].

Finally , it seems proper here to report that , the first known physician who proposed rational , systematic standardizations of weights and measures was al - Karaki himself . He alloted such undertaking to medical practice in particular , in the fourth chapter of the twentieth treatise of *al - ᶜUmdah* . He warned against the existing dangers at " disunity " in standardization . He sounded the challenges , showed the urgent need and suggested solutions that deserve credit to the history of metrology , medicine and pharmacy . Yet unfortunately , this first recorded appeal for unification of such standards in

36. Spies . " Beitrage Zur Gesch der Arab . Zahnheilkunde "*Sudhoffs Archiv* ,vol . 46 (1962),pp.153 77; and the Hyderabad edition of *al ᶜUmdah* , vol 2 pp. 195 99

37. *Ibid* . vol . 2 , pp . 212 33 ; Hunayn al ᶜIbadi , *Masa' il* , 1978 , pp . 138 45 . 181 92 ; and Hamarneh , " Sabur's Abridged Formulary " . *Sudhoffs Archiv* . vol . 45 no . 3 (1961) , pp . 247 - 60 .

where there constant wars and military conflicts in the region . In so doing , he likewise described diverse instruments and surgical tools he employed , as well as the duties and functions of the surgeon's assistants and aids . As to methods and approaches , he recommended when and how the patient should lie down in his bed at the side on which the operation had taken place . He for example advised that the side on which the surgery be performed should also be higher, compared to that of the other side, while the bandaging of the wounded part be started from the lower position upward . He cautiously recommended that procedures and materials employed for stitching the wounds in surgical operations be done as follows :

1 . That the thread be neither very tough to injure the skin , nor be too soft to break easily ;

2 . That the spacing be faithfully realized between the first stitch and the one next to it ;

3 . That stitching should be carried out to the very end of the applied wound assuring thereby safe and swift healing processes ;

4 . That proper usages of the three - pronged needle that resembles the farrier's pointed - end needle should be applied for better and adequate results .

Al Karakī had recommended three methods in *al ᶜUmdah* for tying and binding the wounds . However , he preferred that stitching be performed by inserting the needle consecutively from the outside through the skin , muscles and dermis then also outwardly in a reversed order up to the opposite end and so on . In each time , tie the two ends with the thread and cut each step along the length of the wound . He then remarked ;

" Take thereafter a triangular bandages , the length of its two angles so that it be equal to the length of the area operated on . Then cover the area with the two sides of the wound , while the third angle of the bandage extends to the outsides . Join the ends of the bandages together and tie them gently over the wound . The patient is then taken to lie on his bed in such a way that the side operated on be higher than the other . Further , the patient must have liquid diet only , avoiding especially raw fruits , sour or spicy foods or that cause over - eating and flatulence in the stomach " .

Al Karaki discussed the methods of extracting kinds and makes of arrows , shafts , darts , and arrowheads from the injured , whether poisoned or not . He then elaborated on other wounds and fractures of the more exposed parts of the body such as : the skull , the face , jews , collar bones , as well as the bones of the chest , thigh , arm and finger , the management and treatment of dislocation and bruised bones as well as simple and compound fractured bones [35] .

35. Hamarneh , *Ibn al Quff* , Cairo , 1974 , pp . 132 35 ; and al Karaki , *al ᶜUmdah* , Hyderabad edition , 1937 , vol . 2 , pp . 98 - 107 , 160 - 73

they are hot . cold, moist or wet . These simples (*mufradāt*) were arranged and described in alphabetical order [33] .

Concerning the trearises twelfth to nineteenth , the author elaborated on the therapeutic effects on body's humors , individually or jointly . He then took up once more the salient themes of the wounds and injuries ; bone setting , fractures and dislocations ; cauterization , circumcision as well as other surgical manipulations and professional skills . In these treatises and chapters , he for example warned against open surgery of the stomach , the liver , kidneys , small intestines and the bladder surgery as could be very fatal .

However , he concluded that small operations on one side of the brain can be healed if done carefully , but not if the operation involves the two sides or the entire brain organ . Specifically , for the heart , it will not be possible at all . Thus any operation on the heart properly , it will prove fatal in view of the fact of its continuous movement or pulsation .

Likewise concerning the kidneys , with the exceptions that such operations are to be applied safely , and are carried skillfully on the fleshy parts of the neck and none other , as in the cases of the extracting of stones from them . Also as regard to the liver itself . It can be possibly operated on , that is its nodes only , but no other parts of it , The same can be said of the extremities of the intestines .

Nevertheless , the author brings fascinating , precise and constructive description of how to close wounds in simple and compound surgery and in which a part of the organ can be removed . Here , the step by step instructions confirm his familiarity with such operations as well as the treatment involved - as a competent surgeon and therapist [34].

Furthermore , Al - Karakī elaborated on the six types of skull fractures and how each case should be handled , ranging from the simple to the compound . He also treated the wounds' stitching and how to be closed skillfuly . It is presumed that al Karakī during his professional duties in the two cities of ᶜAjlūn first and then in Damascus , that he had performed and treated thousands of such and similar cases among the army troops in a time

33. Relevant dictionaries include : al Biruni's *al Saydanah* ; al Ghassani al - Rasuli's *al Muᶜtamad* ; R. Miftah's *Ihya ' al Tadhkirah* ; Qudamah , *Qamus* ; Ar . K. Bedavian's *Polyglottic Dictionary of Plant Names* , Cairo , 1936 ; and al Karaki's *Jamiᶜ* , 1989 ; Hamarneh , *Ibn al Quff al karaki* , 1974 , pp. 128 32 ; and G. Kircher , *Die Einfachen Heilmittel .. des I . al - Quff* , Bonn Univ , 1967 .

34. *Ibid* . , pp . 132 37 ; al karaki ' s *al ᶜUmdah* , 1994 , pp . 31 8 ; and Spies and Hans - Jurgen Thies , "Die Propadeutik .. Ibn al Quff " , *Sudhoffs Archiv* , vol . 55 (1971) , pp . 372 - 91 .

breast [28].

The Fourth on pathology : whether constitutional or congenital (occurring before, during or after birth), quantitatively and qualitatively according to the position, area or the particular organ [29].

The Fifth and Sixth Treatises deal with such aspects as the phlegmon (inflammation or infection of the tissues), the smallpox (variola), the kinds of boils, pustules and tumors whether malignant or benign. The author further discusses the plague, aneurysm and the infected papule, oedema, scrofula (king's evil) as well as the difference between the albinism and vitiligo [30].

Al - Karakī from treatises seven to nine considers the following diseases : the erysipelas, the eczema with its two types, the serpiginous and the cancroid, the measles, cancer, leprosy, the dandruff, varicosity, and elephantiasis, whitlow, alopecia, ringworm, carbuncle, carcinoma, the warts, phagedena, scabies, and emphysema [31].

The Tenth Treatise defines the ways and means of treatments by the qualified surgeon. He then describes the following surgical manipulations and techniques : phlebotomy or venesection, cupping and scarification, leaches, ulcers, epistaxis, cauterization and bone dislocation [32].

The Eleventh Treatise on materia medica, the therapeutic influences, the degrees (from the very weak to the very potent) as well as in regard to whether

28. Spies and H. Muller Buttow, " Drei Urologische Kapitel aus der Arab. Medizin ", *Sudhoffs Archiv*. vol. 48 (1964), pp. 249 59 ; and *Anatomie und Chirurgie des Schatels nach Ibn al Quff*. Berlin Walter de Gruyter, 1971, Introduction ; and Hamameh, *Ibn al - quff*, Cairo, 1974, p. 127.
29. *Ibid*., 1974, p. 127 - 8.
30. ᶜAli ibn Hubal al Baghdadi, *Kitab al Mukhtarat*, Hyderabad Deccan, India, Osmania Oriental Publ. Bur., Part 4, (1943), pp. 141 - 44, 190 - 206.
31. Ibn Hubal, *Op. Cit*, part 4, pp. 134 51, 189 220 ; ᶜAli b. ᶜAbbas al Majusi *al Maliki*, Cairo Bulaq, Vol. 2 (1294 A. H. / 1877), pp. 194 202 ; and Hamarneh, *Catalogue .. British Library*, 1975, pp. 129 31 ; and *Al Zahiriyah Library*, Damascus. 1969, pp. 297 - 98, 454 - 58.
32. J. A. Eagles and M. N. Randall, *Handbook of Normal and Therapeutic Nutrition*, New York, Raven Press, 1980, pp. 216 20 ; Hunayn b. Ishaq, *al - Masa' il fi ' l Tibb*, ed. by M. ᶜAli Abu Rayyan et. al .. Dar al Jam. al Misriyah, 1978, pp. 44 45, 79 88, 381 89 ; and al Karaki ' s *al - ᶜUmdah*, ed. by Hamarneh, Amman, Univ. of Jordan Press, 1994, pp. 283 - 348.

their functions and whether they are normal , inadequate or in excess [26] .

The Second Treatise , on the temperaments of the human 's body organs or their disposition and their formed habits . It discusses also the peculiar physical characteristics as well as the mental cast of the human being , e. g . whether bilious , choleric , lymphatic , phlegmatic , melancholic or sanguineous. This treatise in addition describes the anatomy of the organs in particular : the cranium (*al qaḥf*) down to the pubic bone , the feet bones , the anatomy of the nerves , arteries , veins , the muscles , the integuments , membranes and cartilages and dermatology .

The author remarked how wonderfully and perfectly God created the human body as seen in one organ - the cranium for example . Here the cranium is made of many bones appropriately surrounded by the brain , having many outlets (canals) . These canals run between the many bones that beautifully fit together , one next to the other . They allow the blood vessels to go in and out through the brain harmoniously . In case one of the bones was hit and injured , it suffers alone so that the fracture or pain remains limited and confined to the particular injured area . It will not automatically spread to the brain as a whole to interrupt its function and endanger its safety [27] .

The Third Treatise demonstrates the anatomy of the brain , the motor and sensory systems , the spinal cord and the nervous system . The author compares the two large nerves (like large rivers) and the smaller nerves branching from them as streams carrying the " messages " , orders and impulses of the major central trunk , whether motor or sensory , to all parts of the body .

He then described the anatomy of the eye and the other senses ; the uvula and the larynx ; the bronchus , the lungs , the heart , the esophagus , the stomach , the omentum , the intestines , the mesentery surrounded by the pancreas ; the anatomy of the liver , the gallbladder , the spleen , the two kidneys ; the bladder and the two testes together with the vas deferen , the seminal vesicles , the ejaculatory ducts , the scrotum , the urethra , the prostate glands , the male gonad , the anatomy of the uterus (the womb) and the

26. *Ibid* , pp. 125 6 ; and O . Spies , " Beitrage " , *Sudhoffs Archiv* , vol . 46 , (1962) , pp . 153 - 77 .

27. peter de Koning , *Trois Traites d ' Anatomie Arabe Par Razi . cAli b. cAbbas et Ibn Sina* , Leiden , Brill , 1903 , pp . 150 74 ; and O . Spies , " Zur Geschichte der Pocken in der Arab Litteratur " , *Sudhoffs Archiv* , Beiheft 7 , Wiesbaden , 1966 , pp . 187 - 96 .

less than five years before he regretfully passed away from the scene [23].

Al - ᶜUmdah was composed of twenty treatises and are extant in a good number of manuscripts , some are complete and others are in part deposited in several libraries in many countries – a fact that explains its widespread circulation . It was also edited in the Osmaniya Bureau Hayderabad - Deccan , India in two parts published in 1937 . The first part of this edition comprising eleven treatises was reedited with introduction and annotations by this writer and published in the University of Jordan Press , Amman , 1994 , in 476 pages. And in this paper an attempt to discuss briefly the contents and evaluate its contribution to the surgical history and the practice during al - Karakī's time [24].

The Preface to al ᶜUmdah :

During al - Karakī 's time , the art of surgery had been at its lowest ebb . Many respectable colleagues lamented the decline of the profession from its lofty standards . Therefore , they urged him to write a manual on surgery and its practical applications that fills the existing gap . Al - Karakī having an earnest desire to revive the art and encourage the qualified surgeons (*al - Jarā' iḥīyah)* to do their best . He consented willingly and with determination to complete his manual embracing in it every useful details . Consequently , he defined the art of surgery , its requirements , prerequisites general principles and its medical doctrines , he also interpreted the occurrences , kinds , causes and symptoms of the swelling and tumors , the various simples of the materia medica , their physical properties modes of action , dosages , pharmaceutical forms and the manufacturing of the anointing oils , unguents and pastes employed by the surgeon to his clients [25] .

The First Treatise of al - ᶜUmdah , in six chapters defines the surgical art , explaining the difference between the career and professional duties of the surgeon (*al - Jarrāḥ or al - jarā'iḥī*) and that of the general practitioner /dietitian naturalist (*al ṭabā'iᶜī*) , naturopathy) . It then explains the formation of the four humors:blood ,phlegm and yellow and black biles and

23. Otto spies and H . Muller Butow , *Anatomie Und Chirurgie... Nach Ibn al Quff* , Berlin , walter de Gruyter , 1971 ; George Subhy , " Ibn al Quff , an Arabian Surgeon 7th c . A. H./13th c. " *Journal of the Egyptian Medical Association* , vol . 20 (1937) , pp . 349 57 ; E. Wiedeman , " Beschreibung von Schlanger bei Ibn al Quff " , *Sitzungsberichte Phys , Med, Soz Erlangen* , vol . 48 (1918) , pp . 61 64 ; and Antoine Berthelemy Clot *Note Sur la Frequence des Calculs .. en Faire l ' Extraction* , Marseilles , 1830 , pp . 10 - 27 .
24. See in particular : al - Karaki ' s *al - ᶜUmdah* , edited 1994 , pp . 13 - 27
25. Hamarneh , *Ibn al - Quff* , *Op . Cit* , 1974 , pp . 115 - 25 .

in medicine) . It was apparently completed on the 10 th of Shaᶜbān 670 A. H. / 1272 , as the first book of its kind authored in Transjordan in 12 treatises , on theory of medicine and the practical part of it [19].

After the widespread fame of his book *al - Shāfī* , al Karakī was summoned back from the citadel of ᶜAjlūn to serve at the other prominent citadel at the Syrian capital and where already was a well furnished hospital to care for the physical and mental health of the Royal family , as well as the entire highly trained and highly mobile military units from the highest ranks to the regulars . There al karakī continued to be as he practiced in ᶜAjlūn , the physician - surgeon caring for the health and welfare needs of the entire community . He also taught medical students who came to his lectures from far and near and where he likewise authored several outstanding medical work [20] . Among them we can mention the following :

Sharh Kullīyat Ibn Sīnā (about 673 A. H. / 1273 4) as his second literary contribution . It is a commentary , freely paraphrasing the generalities of the first book of Abū ᶜAlī al - Ḥusayn b. ᶜAbdallāh Ibn Sīnā (Avicenna 980-1037) [21].

The Aphorisms entitled *al - Uṣūl fi Sharḥ al - Fuṣūl of Hippocrates* is a very important commentary which had been recently edited . It was followed by *Jāmiᶜ al - Gharaḍ* on the preservation of health and preventive medicine [22]. Last but not least , al - karakī authored his master piece , *al - ᶜUmdah fī ṣināᶜat al - Jirāḥah* , known also as *ᶜUmdat al Iṣlāh fī ᶜAmal Ṣināᶜat al -Jarrāḥ*, on surgery . This is the best manual published by al - Karaki and most comprehensive in its field . It was highly reputed among al - Karakī ' s literary contributions and received much demand since its publication in 680 A.H./ 1281

19. Hamarneh , *Ibn al - Quff al Karaki* , Cairo , 1974 , pp . 74 83 ; *Ibn al - Quff al Karaki's Jamiᶜ* , pp 27 - 56 ; and " Najm Min al Urdun " . *al Yarmouk* no . 22 (1988) , pp . 22 - 7 .
20. Qutb al Din Musa b . Muhd . al Yunini (d. 726 A . H . / 1326) , *al Dhay ' l* , Haydarabad , India . Part 4 (1961) , 312 4 ; Hamarneh . " The Contributions of the Physician - Surgeon I . al - Quff al Karaki " , *Al Yarmouk* , no . 30 (1990) , 50 - 53 ; and *Al - Jamiᶜ*, Amman , The University of Jordan , 1989 , pp . 14 - 17 .
21. There were several commentaries on Ibn Sina's *kulliyat* Most important among them are the ones by Ibn Nafis (ca . 1210 88) , and this one by al karaki . See for example al - Qifti , *Hukama'* , pp. 413 - 23 .
22. See *Ibn al Quff al karaki' s Book Jamiᶜ al - Gharad* , edited with introduction and annotations by this writer and published by the Univ . of jordan in Amman , 1989 , pp. 58 - 90 .

practitioner [16].

5 . Shams al - Dīn b . al - Mu'ayyad al - ᶜAraḍi , a student to the famous astronomer mathematician philosopher Naṣir al - Dīn Muḥd al Tūsī (born in Ṭūs Iran 597 A . H. and died in Baghdad 672 / 1273) , a field he excelled in it according to Ibn al - Quff al - Karakī himself [17]. In addition Ibn al - Quff al - Karakī likewise had further training in the known hospitals in Damascus , including al Nūrī al - kabīr and Bīmāritān al - Qaymarī . As a result of these persevering studies and orderly training he eminently began to excel in many areas of the healing arts especially in therapy , health care and surgery .

Practical and Academic Experiences :

Very little is actually known of the personal life , the academic performances and the various professional activities , al karakī had and pursued . There are a few historical documents and biographical citations that can shed some light on his biodata . Then we can glean further information from the extant works he authored , in order to piece together intelligently his life story and speculate a recount of his professional career .

About 1260, the Muslim army won a decisive victory over the Mongols at ᶜAyn Jālūt near Nazareth in Palestine . The battle was fought under the leadership of Rukn al - Dīn Baybars , who became shortly the real founder and the most distinguished of the Bahri Mamlūk sultans (reigned as king al - Ẓāhir, 1260 - 77). He also was the first of the Mamlūk sultans who dealt the final blows to the Crusaders 'cause [18].

As king al-Ẓāhir Baybars continued to rebuilt his dynasty and reconstruct its institutions , he paid special attention to strengthen the army and improve the physical and medical conditions of the soldiers . In view of this , he possibly appointed Ibn al - Quff al Karakī to serve as the physician - surgeon for the entire military unit at the very important citadel of ᶜAjlūn in Transjordan, one of the main purposes of this fortification was to guard the safety of the area from Damascus north , to north west Palestine , and the Holy Places in al - Ḥijāz in northern Arabia .

About 1262 , at the age of 29 , al - karakī returned back to his native country of Transjordan to serve the health care of the garrison there faithfully . For almost a decade , he cared for the sick , counselling and carrying on research for medico surgical contributions . At the end of this period , he published his first medical manual entitled , *al - Shāfī fī'l - Ṭibb* (the sufficient

16. *Ibid* , vol . 2, pp. 266 8; Brockelmann , *GAL* , vol . 1, p. 650 ; and *Supplement* , vol . 1 , pp. 898 - 900 .
17. Al - kutubi , *fawat* , vol 3 , p. 249 - 51 .
18. Hitti , *History* , 1961 ed ., pp . 487 , 655 , and 674 - 5 .

training under leading tutors and renowned educators . Among them were the following :

1. Al - Shaykh Shams al - Dīn ^{c}Abd al - Ḥamīd al Khusrūshāhī , originally of Tabrīz (or exactly in nearby Khusrū, Iran) and who died and was buried in Qasyūn - Damascus on Sha^{c}bān 652 A . H . / 1254 . During his lifetime , he had established an excellent and reputable career in philosophy , natural history and jurisprudence [13] .

2. ^{c}Izz al - Dīn Muḥammad b . Ḥasan al - Ghanwī al Irbīlī (from Irbīl by origin , but born in Nisibīn , 586 A. H . and died in Damascus 660 / 1261) known as al - Ḍarīr (because of sickness in the eye that left him blind) in fiqh and theology . He did also excelled in linguistics , Arabic literature and philosophy [14].

3. Ḥakīm Najm al - Dīn Aḥmad b. As^{c}ad (of Mazzah near Damascus) b. Ḥalwan b. al - Minfākh , known as Ibn ' Alimat Dimashq (Bint Dahin al Lawz) . He was born in Damascus in 593 A. H . studied medicine under al Ḥakīm Muhadhdhab al Dakhwār (d. 1231) . Dean of the physicians in Damascus. Ibn al - Minfākh had authored a few books on the healing arts most of them are lost . He had met untimely death (possibly by being poisoned in 652 A. H . / 1254) [15].

4. ^{c}Izz al - Dīn Ibrāhīm b . Muḥammad al - Suwaydī (the father originally from al Suwaydā in Ḥawran , Syria) , but the son was born in Damascus (600 A. H./ 1203) . He studied medicine and excelled in its practice privately and in his work at the hospitals in the city until his death in 690 A. H . / 1292 His senior contemporary , Ibn A. Usaybi^{c}ah had praised him very highly as an able

13. Ibn A . Usaybi ^{c}ah knew al - Shaykh al Khusrushahi while in Damascus , and praised him as being a brilliant scholar , theologian , and learned philosopher , a student to al Imam Fakhr al Din Khatib al - Rayy (d. 1210) . See I. A. Usaybi^{c}ah , *^{c}Uyun* , vol 2, pp. 173 4 ; Muhd . b. Shakir al Kutubi (d. 764 A. H .) , *Fawat al Wafayat* , ed . I . ^{c}Abbas , Beirut , Dar Sadir , 1937 , Vol. 1 , p. 419 , vol . 2 , pp 257 8 ; Ibn Taghri Bardi , *al - Nujum al Zahirah* , Cairo , Dar al Kutub , vol . 7, pp. 32 ; and Taj al - Din al Sabki , *Tabaqat al Shafi^{c}iyah* , vol . 5 , Cairo , al Husayniyah Press , 1324 A. H. p . 60 .

14. al Kutubi , *Fawat* , 1973 , vol . 1, pp. 362 5 ; S. Hamarneh , *Ibn al Quff al karakī's al - Jami^{c} on the Preservation of Health* , Amman , The University of Jordan , 1989 , p . 27 ; and *Ibn al - Quff* , Cairo , 1974 , pp. 54 - 69 .

15. I. A. Usaybi^{c}ah *^{c}Uyun* , vol . 2, pp . 265 - 6 .

mind , I . A.Uṣaybi^c^ah immediately responded favorably ".

Abū'l Faraj thus began to dedicate himself to the study and learning of the healing arts. He followed a reasonable methodological curriculum , by receiving systematic instructions based on leading medical texts . These include investigations of the Hippocratic writings , known since the B. C . 5th century on ; [10] the compilations and the translations by Abū Zayd Ḥunayn b . Isḥāq al - ᶜibādī (809 - 73) ; [11] and the works of Abū Bakr Muḥammad b . Zakarīyā al Rāzī (Latin Rhazes , 865 - 925)[12].

Through the teaching processes , I. A. Uṣaybiᶜah instructed his teachable and hard working student , how to understand the generalities , peculiarities and the diversified aspects of the medical rules and regulations . Also how to identify terminologies and its related basic laws . He further trained him in the skills concerning prognoses , diagnoses and the treatment of the various diseases He likewise informed him how to appreciate and recognize the origins and the branches of the art and to solve its mysteries .

As a result of administrative , changes , the father Yaᶜqūb (al - Karakī) in view of his duteous job , he was transferred to a higher position at the Syrian capital . Therefore all the family once more moved to Damascus . Abū'l - Faraj immediately enrolled for study in pursuing his calling for learning and medical

9 . *Ibid* . , Ismaᶜil al Baghdadi , *Hadiyyat al - ᶜArifin* , Istanbul , Turkey , Othmaniyah Maᶜarif , 1953 , vol . 2 pp . 545 6 ; and S . Hamarneh , *Index of Arabic Mss. Zahiriyah Library* , Damascus syria , Arab Academy , 1969 , pp 195 8 , and 325 9; *Catalog of Mss . at the British Library Cairo , 1975 , pp. 183 93* . ; Usamah ᶜAnouti , "Ibn Abi Usaybiᶜah " , *Social Scic Journal* (Arabic), Beirut , vol . 2 , 1975 , pp. 7 24 ; and Abu'l - ᶜAbbas Shams al Din Ahmad ibn Khallikan , *Wafayat al Aᶜyan* , ed . by I .ᶜAbbas vol . 3 , Beirut , Dar Sadir , 1970 , pp . 494 6 , vol . 7 , pp . 192 - 3 , and 200 .

10. Sarton *Introduction* , vol . 1 , pp . 96 102 ; Fuad Sezgin ,*Gesch . d. Arab . Schrifttums* , vol . 3, Brill , Leiden , 1970 , pp . 23 39 ; G. E. R. Lloyd et . al . , *Hippocratic Writings* , London , Penguin Classics , 1983 , pp . 8 - 60 .

11. Abu'l Faraj Muhd . b . Ishaq ibn al - Nadim , *Al Fihrist* , Beirut ed , Dar al Maᶜrifah , 1978, pp . 409 - 10 ; S. Hamarneh , " Vistas of Arabic Healing Arts in Theory and Practice " , *Hamdard Medicus* , vol . 32 , no . 3. 1989 , pp. 35 9 ; and Max Mayerhof , *Ten Treatises by Hunayn b . Ishaq*, Cairo , Government Press , 1928 , Introduction .

12. Sulayman ibn Juljul (d. ca. 995) , *Tabiqat al - Attiba' ;* ed . by F. Sayyid , Cairo , IFAO , 1955 , pp. 77 9; Jamal al Din ᶜAli b. Yusuf al Qifti (1173 1248) , Leipzig ed ., 1903 , pp. 271 7 ; Sezgin , *GAS* , 3 , pp. 274 89 ; and Hamarneh , *Arabic Medicine* , Yarmouk University , 1986 , pp . 189 - 226 .

commerce , and military gallantry in the entire region , particularly in Egypt, and Bilād al - Shām (Greater Syria) . It was followed by the Mamlūk rule (the Baḥrī Mamlūks 1252 - 1390) [7].

Concerning medicine and the allied health sciences al - Karakī stands as the brightest star from Transjordan who shone there in these fields up to the commencement of the 20th century . Nonetheless , his outstanding literary contributions had not been fully recognized among his kinsmen and in his own native country up to our time . Only recently has there been some attempts made to commemorate his remarkable achievements , by remembering him in a small measure marking the 700th anniversary of his untimely death by the age of 53 [8].

The first concise yet reliable biography of Ibn al - Quff al - Karakī was that dictated by his able teacher and renowned medical historian , Muwaffaq al-Dīn Abū'l - ᶜAbbās Aḥmad ibn Abī Uṣaybiᶜah (Ca . 1197 1270) . In his *ᶜUyūn al - Anbā')* completed by him and an anonymous student), he remarked that Abu'l Faraj ibn al - Quff was the son of the shaykh (the savant - statesman) Muwaffaq al - Dīn Yaᶜqūb b. Isḥāq (al - Karakī) . The father took special attention and care for the bringing up of his son , during his early childhood and primary schooling as compassionately and lovingly as possible , especially when he saw his great interest and talent in learning and pursuing knowledge .

However , in late 1243 , his father was transferred to Syria , so that the entire family moved from al Karak to Sarkhad (known also as Salkhad the province capital of the Ḥawran district in southeastern Syria) . Being highly qualified and competent civil servant the father was appointed as court's scribe and chief recorder in the Dīwān al - Birr (a bureau or board of correspondence , a chancery office) which handled all the official letters , documents , diplomas and state mandates .

At that time Aḥmad ibn Abū Uṣaybi'ᶜah was the court physician and medical adviser to the Governor (Sahib Sarkhad) . The dedicated physician historian and the scribe recorder met together and a genuine friendship developed between the two . Consequently by reason of being appointed together in the same court , the father asked the physician I . A. Uṣaybiᶜah if he would be kind enough to become a tutor to his son Abū'l Faraj . Considering how the boy seemed to be of great intelligence and with bright

7 . *Ibid* , pp . 659 - 61 and 671 - 94 .

8 . Hamarneh , *Ibn al Quff* , pp. 54 - 5 and 74 8 ; and I . A. Uṣaybiᶜah , *ᶜUyun* .. vol . 2, pp. 273 - 4 .

also from al Andalus [3]. Then on general surgery, we wish to mention the medical encyclopedia, *al - Kāfī*, by the brilliant physician / surgeon, Abū Naṣr ʿAdnān ibn al ʿAyn Zarbī (d. in Cairo, 548 A. H. / 1153) [4].

However, the true successor of al - Zahrāwī and the other leading medico- surgical figures of the time was the physician therapist, and eminent surgeon, Amīn al Dawlah Abū'l - Faraj Ibn al Quff. He was born on Saturday, the 13th of Dhu'l - Qiʿdah 630 A.H. / 22nd August 1233, in the city of al Karak where he was also reared, and hence became known as al Karakī. His ancient native city which had been newly rebuilt with its magnificent citadel in 1142 by King Baldwin III (one of the Crusader Monarchs) began to play an important economic, intellectual, and political role [5].

In 1187, Jerusalem was recaptured by the Muslims under the command of the Ayyubid Sulṭān, Salāḥ al - Dīn (Saladin, reigned 1171 93). Less than one year later in 1188, al - Karak was likewise liberated, and soon rose to prominence as the capital of the whole province of Transjordan and the most important center between Damascus, in the north, and Makkah al Mukarramah, in the south [6]. In this paper an attempt will be made to present a short biography of al Karakī's life, times, and his most celebrated manual on surgery, *al ʿUmdah*, with concise annotations of it's contents, as well as a commentary.

Ibn al Quff al - Karakī's Biodata.

The Ayyūbid's short lived Dynasty (1171 1252) was considered one of the most illustrious kingdoms during this Islamic medieval period. It excelled in many great feats and endeavors: advanced progressive culture, expanding

3. Leclerc, *Histoire*, vol. 1, pp. 498, 533; and Sami Hamarneh, *History of Arabic Medicine*, Yarmouk University, Jordan 1986, pp. 284 5, and 355 6; and "Health Sciences in al - Andalus", *Studies in History of Medicine and Science*, vol. 12, 1993, p. 11.
4. Sami Hamarneh, *Catalogue of Arabic Mss. at the British Library*, Cairo, Univ. d'Egypte, 1975, pp. 129 31; *al Zahiriyah Library*, Damascus, 1969, pp. 454 8; *History of Arabic Medicine*, Yarmouk University, 1986, pp. 306 17; *The Proceedings of the International Conference On The History Of Arabic Science*, The University of Aleppo, IHAS, 1977, pp. 641 75; and " Al - Zahrawi's *Al Tasrif*, Commemorating its Millinery Appearance ", *Hamdard Medicus*, vol. 33, no. 2 1990, pp. 19 - 37.
5. Sarton, *Introduction*, vol. 2: 1098 9; Leclerc, *Histoire*, vol. 2: 203 4; and Sami Hamarneh, *The Physician, Therapist And Surgeon Ibn al Quff*, Cairo, The Atlas Press, 1974, pp 125, 53 - 7.
6. *Ibid*.; and Philip K Hitti. *History of the Arabs*, 7th edition, London, Macmillan, 1961, pp. 641 - 50.

Ibn al - Quff al - Karaki And His al - ᶜUmdah On Surgery (Completed 680 A.H . / 1281)

Sami K . Hamarneh [*]

INTRODUCTION

The first and most illustrious surgeon during the Arab Islamic Golden Age was Abū'l - Qāsim Khalaf Ibn ʿAbbās al Zahrāwī (Latin Abulcasis or Albucasis . ca . 328 - 404 A. H. / 939 - 1013) . He resided and died in the city of al Zahra' the royal Andalusian capital . His reputation rested on his medical encyclopedia entitled , *al - Taṣrīf Liman ᶜAjiza ᶜan al Ta'līf* (completed about 391 A. H. / 1000) . It was composed of thirty treatises , large and small . The last one was devoted to surgical manipulations and medical technology (al - ʿamal bi'l - yad) depicting over 150 illustrations for accurate surgical description and instructional purposes [1].

This comprehensive treatise had been translated into Latin by Gerard of Cremona (d. 1187) . With the circulation of this Latin version from Spain and Italy to France , it inspired many surgeons of the 13th century causing a revival of surgical practice and skill to a degree that had never been attained before throughout Western Europe [2] .

In Islam , on the other hand there were important surgical activities in ophthalmology . Among the oculists , we can name three : ʿAlī b . ʿIsā al - kaḥḥāl of Baghdad in his *al Tadhkirah* , about 1010 , shortly after the publication of al - Zahrāwī's *al - Taṣrīf* ; ʿAmmār al Mawṣilī in Cairo , under the patronage of the Fātimid Caliph , al Ḥākim (d . 411 A.H. / 1021) ; in relation to his book *al - Muntakhab* , on the eye , it's diseases and its treatment ; and Muḥammad b . Qassūm al - Ghāfiqī's *al -Murshid,* of the 12 th century ,

* International Institute of Thought and Civilization (ISTAC) Kuala Lumpur , Malaysia .

1 . Carl Brockelmann , *Geschichte der Arabischen Literatur* , vol . 1 , Leiden , E. J . Brill , 1943 , pp . 276 7 , *Supplement* , 1: 425 ; and George Sarton , *Introduction to the History of Science,* R. E. Krieger , edition , N . Y . , 1975 , pp . 681 - 2 .

2 . Lucien Leclerc , *Histoire de la Medecine Arabe* , vol 1, Rabat edition 1980 , pp . 37 - 57 ; Sami Hamarneh and G . Sonnedecker , *A Pharmaceutical View of Abulcasis al Zahrawi* , Leiden , E. J . Brill , 1963 , pp . 14 - 33 ; and M. S Spink and G. L. Lewis , *Albucasis on Surgery and Instruments* , University of California , 1973 , Introduction vii - xii .

A Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts by Ibn al-Razzâz al-Jazarî edited by. Ahmad Y. al-Hassan with the collaboration of Imad Ghanem, Malik Malluhi, Mustafa Ta'muri



Aleppo, IHAS, (1979).
676 pp. 31 × 28 cm. 208 figs. 16 color plates, paper bound.

A full introduction (Arabic and English), indices and glossaries that define all technical terms, with the entire Arabic text collated from the most reliable of the known manuscripts (those from Istanbul and Oxford).

This book, lavisbly produced is one of the most valuable sources in the world for the study of the History of Medieval Technology.

G. Sarton's verdict is: « This treatise is the most elaborate of its kind and may be considered the climax of this line of Muslim achievement. »

D. Hill wrote: « Until modern times there is no other document from any cultural area, that provides a comparable wealth of instructions for the design, manufacture and assembly of machines ... ».

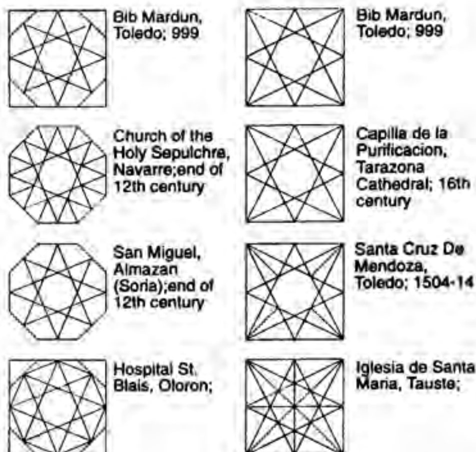
Engineer al Jazarî lived in Amid, capital of Dyar Bakr, in al-Jazira. He finished his book in 602H/1206 A.D., in the reign of the Artuqid dynasty.

Price: US $ 48.00 (postage expenses are not included).

	North Africa	Muslim Spain	Christian Spain	Europe
10th Century				
11th Century				
12th Century				
13th Century				
14th Century				
15th Century				
16th Century				
17th&18th Centuries				

Star ribbed domes general development, including 8-pointed, 12-pointed, and 16-pointed star designs.

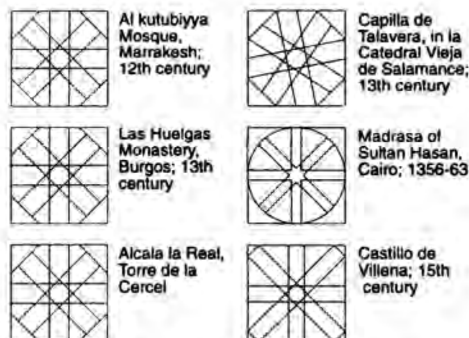
Fig. 14



8-pointed star ribbed domes, type (8/3)3 rotated 45° to square base, and variations

Fig. 12

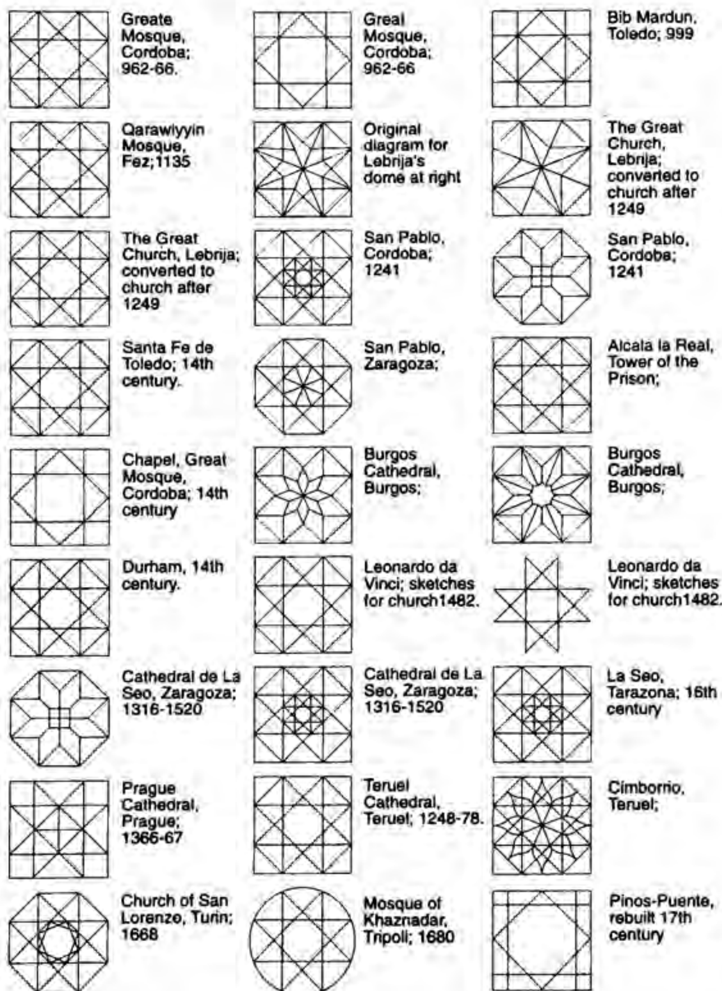
Geometry of Ribbed Domes



8-pointed star ribbed domes, type (8/3)3 with extended ribs

Fig. 13

Geometry of Ribbed Domes

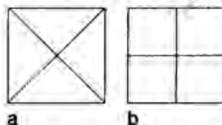


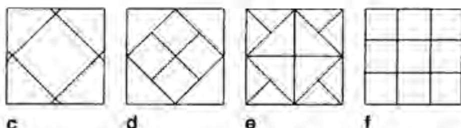
8-pointed star ribbed domes, type (8/3)3 and variations

Fig. 11

a, b : Mosque of Las Tornerias; c. 12th century ?

c, d, e, f : Mosque of Bib Mardun, Toledo; 999

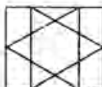




Domes with ribs rotated two times, no star shapes will result.

Fig. 8

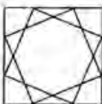
Geometry of Ribbed Domes



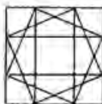
Great Mosque, Cordoba; Chapel

Dome with ribs rotated three times, a 6-pointed star is created, but the general shape is a rectangle rather than a square.

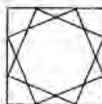
Fig. 9



a. Great Mosque, Cordoba; 962-66



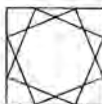
b. Bib Mardun, Toledo; 999



c. Bib Mardun, Toledo; 999



d. Mosque in Aljaferiya Palace, Zaragoza; 11th century



e. Qubbat Barudiyyin, Marrakesh; c. 1120

8-pointed star ribbed domes, type (8/2)2

Fig. 10

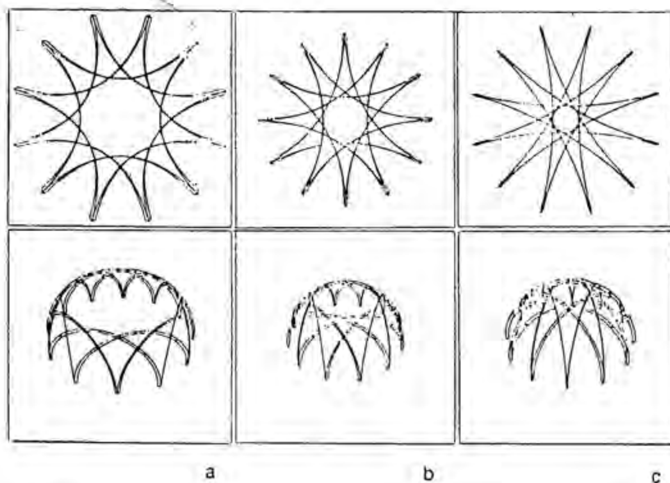


Fig. 7

Geometry of Ribbed Domes

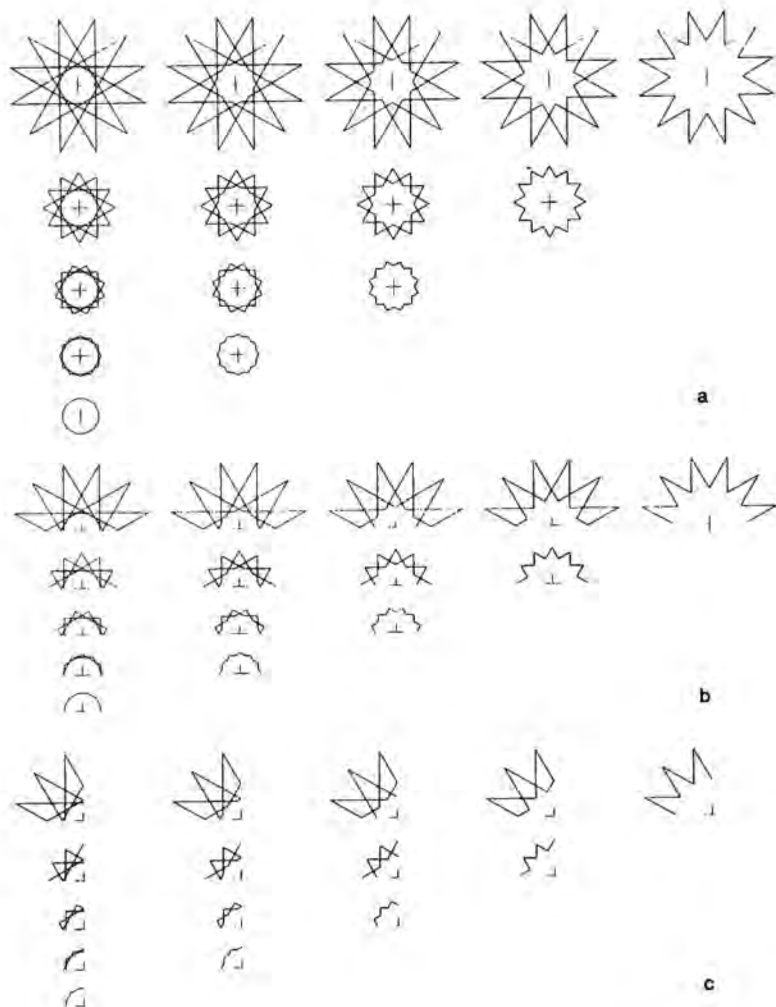


Fig. 6

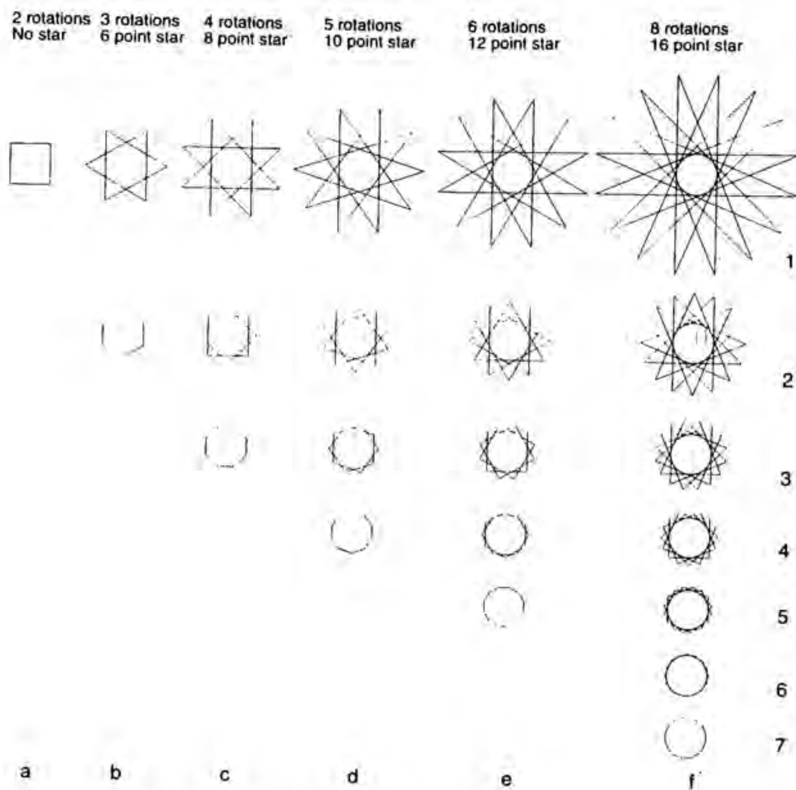

2 rotations
No star
3 rotations
6 point star
4 rotations
8 point star
5 rotations
10 point star
6 rotations
12 point star
8 rotations
16 point star
1
2
3
4
5
6
7
a
b
c
d
e
f

Fig. 5

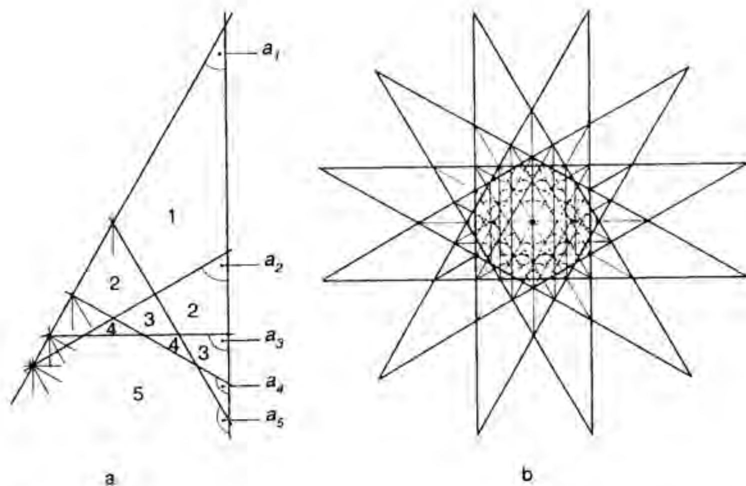


Fig. 4

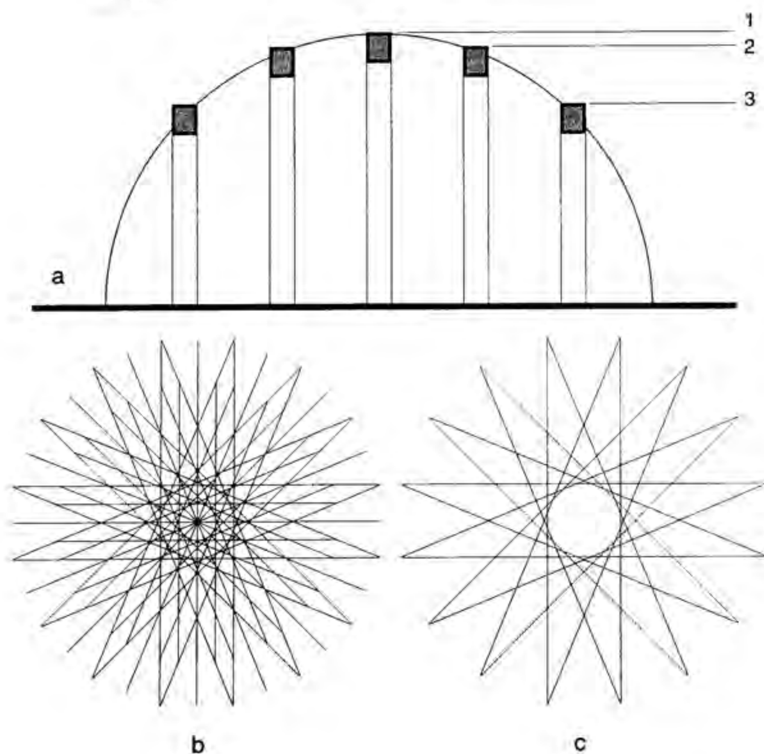


Fig. 3

Geometry of Ribbed Domes

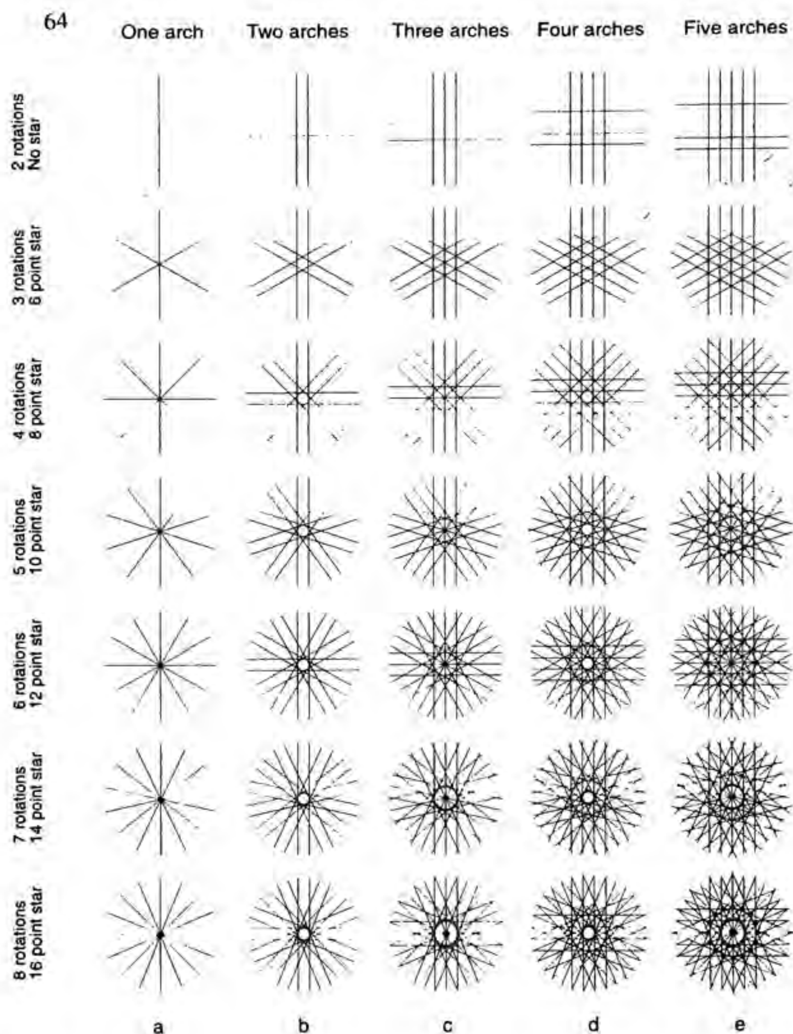

One arch
Two arches
Three arches
Four arches
Five arches
2 rotations
No star
3 rotations
6 point star
4 rotations
8 point star
5 rotations
10 point star
6 rotations
12 point star
7 rotations
14 point star
8 rotations
16 point star
a
b
c
d
e

Fig. 2

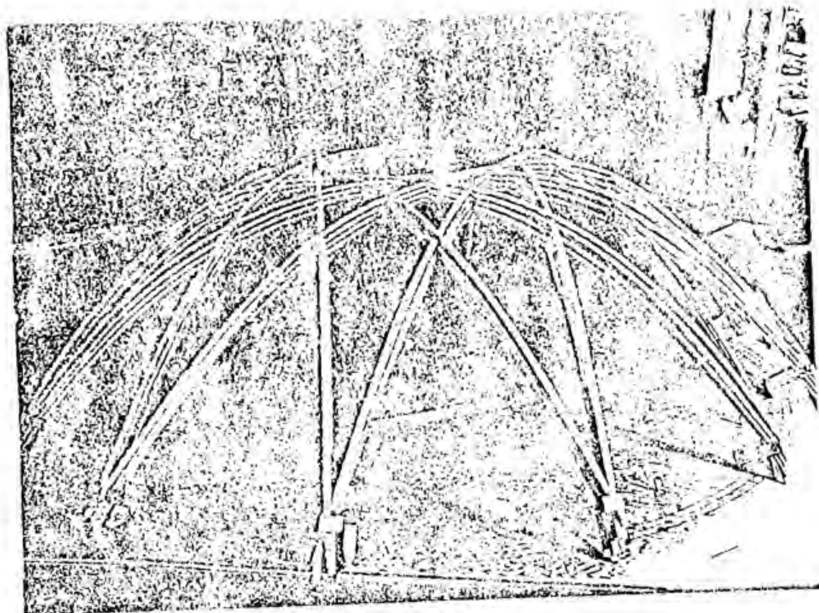


Fig. 1

Geometry of Ribbed Domes

I feel that Paul Frankl's statement about the Gothic style is a most appropriate end for this discussion about ribbed domes , that brilliant innovation of the Moorish style , and thus I present it here after changing the word Gothic with the word Moorish , to describe the Arab - Islamic culture which flourished in Spain :

" Modern Men do not have the desire to be romantic nor should they have - and yet sometimes they are . Certainly they must cherish a spark of Romanticism to understand Moorish culture with their hearts and to love it .

The Moorish survival has always been romantic , and ultimately it shows how romantic the Moorish style itself was - how it expressed a yearning for a better and purer world lying beyond the bounds of reality , how it was an imaginative adventure . To steep oneself in the Moorish style is to look into a magic mirror which reflects , not the humanity of today , but people from a far distant past who are strangers and yet are familiar to us , as though the spirit of their age could once again grow within our souls . It enriches us and lifts us far above ourselves , and , though we [may] no longer wish to build in the Moorish way , we have now reached a sufficient historical distance from the Moorish style to honor it and admire it as a monument to the generations of a suffering , striving, and blessed age [36].

36. Frankl , Paul (1962) : *Gothic Architecture* , Baltimore , Maryland . p . 216 .

in Toledo (A.D.1504 -1514) [28], La Seo Cathedral in Tarazona[29] and Capilla de la Purificacion in Tarazona's cathedral [30]; La Seo Cathedral in Zaragoza (A. D . 1316 1520) [31] ; Teruel Cathedral [32]and the Cimborrio in Teruel [33] ; and Castillo de Villena [34]. And finally from the 17th century , the Church of San Lorenzo in Turin (A. D . 1668) [35] .

During this period if time , star ribbed domes were also built in North Africa , but most of them had more rotations than the eight pointed stars we are dealing with here (fig . 13) .

Conclusion

The previous review showed a part of the development story of a unique element of the Arab Islamic culture in Spain . The continuation of this Islamic tradition in Christian Spain proves that the contribution of the Arabs to the culture of Spain , and indeed to that of the West , is a lasting one .

The continuation of Arab Muslim architectural traditions and aesthetics in Mudjar architecture is widely acknowledged . This survey shows that the use of ribbed domes was more prevalent than previously believed , especially in Spain between the 13th and 16th centuries , a period when Spain was actively trying to convert its Arab Islamic heritage into a European Christian one . Further inquiry into this area of the history of Mediaeval architecture will most certainly reveal more examples and influences of ribbed domes , particularly in the Gothic architecture of Spain , and to a lesser extent in the Gothic architecture of Europe .

28. Byne , Arthur and Mildred Stapley (1917) : *Spanish Architecture of The Sixteenth Century*. New York p 13 See also Azcárate , José m de (1954) : Monumentos Españoles , Madrid . Vol III , 245 .
29. Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed . (1986) : *La Cultura Islámica en Aragón* , Zaragoza , Fig . 198 .
30. Balbas Leopoldo Torres (1981) : *Obra Dispersa I Al - Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid . Vol I , p . 202 .
31. Azcárate , José m . de (1954) : *Monumentos Españoles* , Madrid . Vol . III , p . 423.
32. Azcárate , José m . de (1954): *Monumentos Españoles* , Madrid . Vol . III, p . 178 . See also Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed (1986) : *La Cultura Islámica en Aragón* , Zaragoza . Fig . 98 .
33. Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed . (1986) : *La Cultura islámica en Aragón* , Zaragoza . Fig . 103 .
34. Balbas , Leopoldo Torres (1981) : *Obra* Dispersa *I Al - Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid . Vol . I , p . 199 .
35. Mainstone , Rowland J . (1975) : *Developments in Structural Form* London p . 220 .

becomes a small element in the composition , and the parallel ribs become more dominant (fig . 12) . In the Church at Lebrija we find another transformation of the basic star dome , type (8 / 3) , where portions of the intersecting ribs are removed , and central ribs are introduced . These new ribs itersect in the center of the dome , and reflect the influence of Gothic architecture .

It is most likely that many buildings with similar ribbed domes were built in the Muslim territories of Spain during this period , although non is known to survive today . The Tower of the Prison (Torre de la Cercel) in Alcala la Real has two star ribbed domes , and was probably built around this time [19].

From the fourteenth century we have Santa Fe de Toledo , Capilla de Belen [20]; San Bablo in Zaragoza [21]; and the Chapel in the Great Mosque in Cordoba [22], all in Spain . The kitchen copula in Durham Cathedral in England [23], and Prague Cathedral in Prague [24].

In the Madrasa of Sultan Hasan in Cairo (A. D . 1356 - 1363) , a star with extended ribs is used , but here no three dimensional ribs are present , rather the pattern is achieved using inlaid tile [25]. This is one of many occasions where the visual appearance of the star ribbed domes is imitated using different media or building materials .

The Cathedral of Burgos is the most notable example of the influence of star ribbed domes on Gothic architecture in the fifteenth century [26]. Also at this time Leonardo de Vinci sketched several designs for church buildings based on star ribbed domes [27] .

The sixteenth century is another period from which we have many star ribbed domes surviving . These include the Hospital of Santa Cruz de Mendoza

19. Maldonado , Basilio Pavon (1985) : Arte , Simbolo Y Emblemas En La España Musulmana , in *Al - Qantara* , Revista De Estudios Árabes , Vol . VI , figs . 3 and 4 .
20. Balbas , Leopoldo Torres (1981): *Obra Dispersa I Al Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid , Vol . 1 , p . 201 .
21. Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed (1986) : *La Cultura Islámica en Aragón , Zaragoza.* Fig . 87 .
22. Gluck , Heinrich (1934) : *Art Del Islam* , Barcelona . p . 568 .
23. Balbas , Leopoldo Torres (1981) : *Obra Dispersa I Al - Andalus , Cronica De La España Musulmana* , Madrid . Vol . I , p . 199 .
24. Frankl , Paul (1962) : *Gothic Architecture* , Baltimore , Maryland . Pl . 113 A .
25. Papadopoulo , Alexandre (1976) : *Islam and Muslim Art* , New York . p . 410 .
26. Sitwell , Sacheverell (1969) : *Gothic Europe* , New York .
27. Balbas , Leopoldo Torres (1952) : *Leonardo de Vinci Y las bovedas hispanomusulmanas* , in *Al - Andalus* , Vol . XXII, pl . IX p . 438 .

copula of the maqsurah of the Great Mosque of Cordoba [10].

The influence of the star ribbed domes on Romanesque, and eventually Gothic architecture in Spain is evident in the Monastery of Armentera (fig. 8) [11], and more clearly in the Church of the Holy Sepulchre in Navare (end of 12th century) [12], where a replica of the central copula of *Bib Mardun* is reinforced with additional ribs springing from the intersection points of the original arches and going back to the corners of the octagonal base (fig. 11).

several ribbed domes survive from the thirteenth century, almost all of which come from Christian buildings despite the fact that Christian Spain was at this time looking towards Europe for intellectual inspiration and military support. In San Pablo (A. D. 1241) [13] in Cordoba a new development occurs by superimposing an eight pointed star dome over the central opening of another similar star dome, thus eliminating the need for a different type of vaulting (fig. 10). Another innovation in the same building is the elimination of the interior intersecting ribs of another dome, and replacing them with ribs that spring from the intersection points towards the top of the dome, and terminating at a small square of ribs. This treatment is to be copied in many Christian buildings, with minor modifications in the shape of the small square at the top of the dome.

Other buildings from the thirteenth century include the Hospital of St. Blais in Oloron [14], Church of San Miguel in Almazan [15]; Las Huelgas Monastery in Burgos [16]; Salamanca Cathedral in Salamanca [17]; and a Mosque in Lebrija [18], which was converted into a church after A. D. 1249. All these buildings have siar ribbed domes in the Cordoban tradition. In Salamanca and Las Huelgas we find the first star domes with extended ribs, where the star

10. Terrasse, Henry (1961) : Art almoravide et art almohade, in *Al - Andalus*, Vol. XXVI, pl. IX p. 445
11. Balbas, Leopoldo Torres (1956) : Una Fase De Austeridad Artistica En El Cristianismo Y En El Islam Occidental, in *Al - Andalus*, Vol. XXI, p. 388.
12. Burckhardt, Titus (1972) : *Moorish Culture in Spain*. New York. pl. 6.
13. Azcárate José m. de (1954) : *Monumentos Españoles*, Madrid. Vol. I, p. 357.
14. Jairazbhoy, R. A. (1972) : *An Outline of Islamic Architecture*, New York. Pl. 57.
15. Azcárate, José m. de (1954) : *Monumentos Españoles, Madrid*. Vol. III, p. 133. See also Bevan (1939) p. 105.
16. Balbas, Leopoldo Torres (1981) : *Obra Dispersa I Al - Andalus, Cronica De La España Musulmana*, Madrid. vol. 2, p. 223. See also Jairazbhoy (1972) pl. 45.
17. Balbas, Leopoldo Torres (1981) : *Obra Dispersa I Al - Andalus, Cronica De La España Musulmana*, Madrid. Vol. 1, pp. 199 - 203 and pp. 362, 363.
18. Azcárate, José m. de (1954) : *Monumentos Españoles*, Madrid. Vol. III, P. 111.

which evolved in still later dates . Both these types of domes will be presented in the last figure in this paper (fig . 13) which shows a comprehensive picture of the development of ribbed domes by region from their first appearance in the 10 th century through the 17 th century A . D .

3 . 1 Eight - Pointed star Domes

The earliest surviving ribbed domes are those above the *maqsurah* in the Great Mosque of Cordoba , built by Al - Hakam II in his extension (A. D . 961 - 966) , and considered the crowning glory of the mosque . Two types of 8 - pointed star ribbed domes were introduced (8 / 2) 2 and (8 / 3) 3 . The ribbed dome over what is called the Chapel of Villaviciosa is of a different type (figs . 9 and 10) . and is most likely built at a later date [6] . The next examples come from a small but most innovative structure in Toledo , the Mosque of Bib Mardun (A . D . 999) , where nine different ribbed domes were used to cover bays less than two meters each , compared with about five meters for the domes in Cordoba . Five of the domes of Bib Mardun are star domes (figs . 9 and 10), while the remaining four have ribs which rotate only two times , and produce no star motif (fig . 8) [7] .

These two buildings provided a model which will be imitated over and over again for centuries to come . They also opened the door for an endless array of variations , modifications , and more elaborate developments .

Although it is most likely that imitations would start immediately after the completion of Cordoba's domes , due to the city's position as the brightest intellectual center of the time , we have no surviving examples for the next one hundred and fifty years , except for the dome of the mosque in Aljaferia Palace on the outskirts of Zaragoza , built for Ibn Jafar Al Muqtadir (reigned A . D . 1049 1081) [8] .

The star ribbed domes moved to North Africa . and appear in Qubbat Barudiyyin in Marrakesh (c . A . D . 1120) [9] , where the intersecting ribs are multifoil rather than simple circular arches as in the central copula in the maqsurah of the Great Mosque in Cordoba , and is richly decorated with carved stucco infill patterns containing vegetal and shell motifs (fig . 9) . In Fez , where Muslims from Spain settled as early as A. D . 817 , The Qarawiyyin Mosque (A . D . 1135) contained a star ribbed dome similar to that of the side

6 . Bevan , Bernard (1939) : *History of Spanish Architecture* . New York . p . 30 .

7 . For a measured plan and section drawing of this mosque see Bevan , Bernard (1939) : *History of Spanish Architecture* , p . 31 .

8 . Corral Lafuente , José Luis , and Javier Peña Gonzalvo , ed (1986) : *La Cultura Islámica en Aragón* . Zaragoza . Fig. 65

9 . Balbas , Leopoldo Torres : *La Qubba Barudiyyin à Marrakus* , in Al Andalus , *Revista De Las Escuelas De Estudios Árabes De Madrid Y Granada* . Madrid . Vol . XXII . Also see Vol . XVII. 2 . Plate 31 .

a dominant role of enclosing the space (fig . 7 c) , to a subordinate role of defining the perimeter of the space (fig . 7 a) .

Bringing the two arches of a rotating pair closer together will cause the ribs to extend beyond the star shape . As the star becomes smaller in proportion to the total size of the dome , its effect changes from a dominant role of defining the space through dividing it according to the shape of its cells, into a subordinate role of radiating the ribs , which in turn define the space . The star character is reversed from division to unity , and from dynamism to serenity (compare fig . 2 b with fig . 5 . 1) .

The open center of the dome should not stay open of course , and must be covered to enclose the space within . This can be achieved by placing another ribbed dome on top of the first , or by utilizing a different method of vaulting , *muqarnas* domes as a favorite among Muslim builders .

One does not have to use the whole dome always . Half domes can be used to cover portals, as practiced in Iran and the eastern Islamic world ; or to cover *mihrab* niches as practiced in North Africa since the 17th century [5], and possibly earlier (fig . 6 b) . Smaller sections of the ribbed dome can be used to cover a variety of spatial configurations (fig . 6c) . This treatment however , is used extensively in the eastern part of the Muslim world , but not in Spain and North Africa , consequently it is outside the scope of this paper .

3 . Survey of Ribbed Domes

The physical qualities of ribs can be analyzed in terms of their visual attributes , spatial attributes , and mechanical or structural attributes . Although all three are equally important for complete understanding of the development of an architectural feature , we will be dealing in this paper with first two attributes only .

The visual attributes are those qualities that have to do with our visual perception of the ribs , such as their shape , color , texture , proportions , the patterns that result when looking at them from a certain point of view , and so on . The spatial attributes are those qualities that have to do with our perception of the ribs in relation to the architectural space around them , such as their relationship to other elements in the building , their effects on the quality of the space , experiencing them in three or four - dimensional space , and so on .

The following survey presents the known eight - pointed star ribbed domes in Spain and North Africa , in a chronological order . Star ribbed domes with twelve and sixteen vertices form a later development to the eight vertices star domes , but they will not be discussed in this paper . Also will not be covered here are the domes where the ribs develop into an elaborate pattern

5 . Ballush , Ali Masud el (1984) : *A History of Libyan Mosque Architecture During the Ottoman and Karamanli Period : 1551 1911* Tripoli , figs . 41 , 42 .

2 . 2 Basic Types of Ribbed Domes

The rotation of a pair of arches 90 ° produces a square shape . This is static form unless placed on the diagonal of a square base . The intersections between the ribs of this type do not result in star shapes (fig . 5 a) . Several compositions of this type were first introduced in the Mosque of Bib Mardun in Toledo .

Three rotations produce a hexagonal star or polygon . This is the minimum number of rotations to produce a star motif . We have no surviving examples of this type .

The famous ribbed domes of the Great Mosque of Cordoba contain octagonal stars, created by rotating a pair of arches four times . This type of ribbed dome stars is the most popular of all , and justifiably so , because of its simple and pleasing proportions , its dynamic qualities , and its balanced relationship to the square and the circle in the same time (fig . 5 c) .

Other popular domes are the 12 pointed and 16 - pointed stars , both can be divided by the digit 4 , and relate well to squares which form the structure supporting the dome usually . More recent examples , especially from Morocco , utilize more rotations in ribbed domes , such as 24 , 32 , 48 , and even 64 - pointed stars [4].

By analyzing the historical examples of ribbed domes it is found that the most popular types share two characteristics : the number of the star points is a multiple of the digit 4 , and the angle of rotation is a simple number . Both of these characteristics stem from practical and aesthetic considerations in the same time , namely the ability to relate to square rooms , and to layout the design with precision and accuracy . Three stars produced by rotations which satisfy these two requirements were curiously not used in the area under consideration these are the 20 , 36 , and 40 point stars .

2 . 3 Variations of the Basic Types

Once a star shape is created , it is possible to obtain many variations by omitting a layer , or layers , of cells on the outside or the inside of the star . Omitting the inside cells changes the central polygon into a star shape , and makes the open center larger as more cell layers are omitted (top row in fig . 6a) . This is often done in domes with a large number of rotations , because the cells closest to the center become very small , and their shapes mixed each other due to the thickness of the material used to construct the rib .

Omitting the outside cells have the same effect as widening the distance between the pair of rotating arches , and makes the open central polygon substantially larger in proportion to the arches or total size of the dome (left column in fig . 6a) , consequently changing the spatial effect of the ribs from

4 . Paccar , Andre (1981) : *Traditional Crafts in Morocco* , France . pp . 353 , 360 , 338 , and 421 .

Consequently , the majority of the ribbed domes constructed by Muslims utilized a pair of rotating arches , no less and no more . This limitation , while excluding a large number of possible forms , still allowed for an admirable range of variations and innovations in form , and produced one of the most beautiful of Islamic architectural and decorative treatments .

2 . 1 . Mathematical Properties

Depending on the distance between the arches in a pair , the rotation creates polygonal or star shapes , which are divided into a number of cells . These cells are uniform in shape around the circumference , and become smaller in size starting from the outside and progressing towards the center .

The number of star vertices is obviously twice the number of rotations of a pair of arches : $n = 2r$

Where n is the number of star vertices , and r is a whole number of rotations required until the last pair is superimposed over the first , and ranges from 3 to almost 50 . The exterior angle (the angle farthest away from the star center) of each of the kite shaped cells corresponds to the number of rotations that created the star . The outermost angle is equal to the angle of rotation , and is given by this equation :

$$a_1 = 360° / 2r$$

where a_1 is the angle , and r is the number of rotations as defined in the preceding equation (fig . 4) .

The exterior angle for subsequent cells is given by this equation :

$$a_x = x \, a_1$$

where a_x is the angle , x is the cell sequence number from outside towards inside , where the outermost cell number is 1 ; a_1 is the angle of rotation obtained by the preceding equation .

The cells in the last interior layer which adjoins the central polygon , are always triangles rather than kite shaped (4 in fig . 4) . The number of different cells in a star , including the central polygon . equals to the number of rotations that created the star .

Star motifs can be produced by joining points equally distributed around the circumference of a circle . These stars can be described by a concise notation giving the data on three quantities : the number of initial vertices n , the method of joining up the vertices to produce the original star (i. e. , joining every 2 nd point , 3 rd point , and so on) d , and the number of cells remaining in the star motif (since some cells can be removed) s . The complete symbol for the basic Islamic star becomes (n / d) s[3]. For example the star shown in figure *3 c* can be described as (16 / 7) 7 .

3 . Lee , A. J . : Islamic Star Designs , in *Muqarnas* , vol . 4 , p . 182 .

In North Africa , the method continued in use until the present . Magnificent ribbed domes are designed and built by Moroccans for both religious and secular buildings [2] .

Modern admirers enjoy the geometry , order and pattern of these domes . Looking back , moderns would find them useful in interpreting the culture of those times . Mathematical developments , structural experiments , aesthetic and spiritual ideals . But what did the people living at that time saw and experienced in these domes ? What did the simple peasant , the soldier , the poet , the mystic or the court official see in these domes . What might be the impulse to create a ribbed dome , rather than a simple plain one ? Is the dome a microcosm that reflects the order of the universe and can affect , to better rather than worse , the lives of those who come to pass under it ? We may not know for sure , but one can find different interpretations to explain the significance of the ribbed domes.

This form of architecture survived in Christian Spain after the Muslims were defeated and eventually expelled . Even though many Islamic buildings were destroyed , this tradition was carried on by the Christians , and remains today as a lasting contribution of the Arab - Muslim culture to Spain .

1 . 1 . What is a Ribbed Dome ?

Rib and ribbed dome are sometimes used to describe different things . In this paper *rib* will be used for a three dimensional arch which projects from the dome's interior surface. *Arch* will be used to describe the geometric shape of the rib especially when it forms half a circle extending from the base on one side to the base on the other side of the dome . *Ribbed dome* will be used to describe a dome with ribs that rotate around its vertical axis .

2 . Geometry of Ribbed Domes

When arches are rotated around a dome's vertical axis , the intersection point at the apex of the dome becomes more congested as the number of arches increases (fig . 2 column a) . This problem was avoided by Arab Muslim builders by using a pair of arches instead of only one , and leaving an open space in apex where the node of intersecting ribs used to be (fig . 2 column b) . Increasing the number of rotated arches to 3 ,4 , 5 or more arches creates more complex patterns , but causes two effects which were not satisfactory to Arab builders : the first is a physical one , where the resulting arches have different radii because of their location on the dome surface (fig . 3a) this meant that more varied and extensive forms are required for building. A more important effect , however , is a visual one , where the arches intersect in ways that did not appeal to Arab Muslim tastes . Comparing diagrams " b " and " C" in figure 3 clearly shows the difference in the visual character of accepted and rejected forms .

2 . Many examples can be found in Paccar , Andre (1981) : *Traditional Crafts in Morocco* France . pp . 202 , 270 , 266 , 346 , and 359 .

Geometry of Ribbed Domes in Spain and North Africa

Ma'moun Sakkal *

1 . Introduction

Domes have been used to cover structures since ancient times . Roman legions discovered the dome more than 2000 years ago in Syria and Palestine and brought the concept back to Rome . Domes played an important role in Roman architecture , and continued in Byzantine architecture as well . Arab and Muslim builders adopted the use of domes in their buildings , and introduced several innovations of their own . One such innovation can be found in Muslim Spain beginning from the 10 th century . It is the construction of *ribbed domes* . where a pair of parallel arches are rotated to intersect and produce a star pattern. Although the arches have a three - dimensional quality , being on the surface of a spherical dome , one recognizes a star pattern when looking at them from below .

The most important characteristic of ribbed domes is having a pattern as an essential part of the dome structure , and specifically the star pattern . The star pattern reinforces the old notion of the dome as the sky , not only in Islamic architecture , but in other cultures as well . This quality became more evident with later developments of the ribbed domes design , where not only one , but tens , sometimes hundreds , of stars seem to fill the surface of the sky .

Ribbed domes developed around the same time , and possibly independently , in Spain , Persia and Armenia . The course of development took different routes in these regions . While the use of the ribs continued in Spain and North Africa limited to the dome itself , in Persia it was transferred to the zone of transition between the dome and the supporting structure , and unique configurations were utilized to solve the transition conditions.

Ribbed domes influenced the medieval builders of Gothic architecture in Spain as in Burgos Cathedral , and in Europe as in Prague Cathedral , and continued to be an inspiration for western architects such as Leonardo de Vinci who sketched several ribbed star domes for church designs , and Guarino Guarini who designed and built the Church of San Lorenzo in Turin , Italy . This fascination with ribbed domes is evident in our own time in projects such as Lindsfarne Chapel in Colorado (fig . 1) , and Baha'i House of Worship in New Delhi [1].

* University of Washington . Paper given at the Fifth International Symposium for the History of Arabic Science , GRANADA , 30 March - 4 April , 1992 .

1. Mimar 29 , *Architecture in development* , September 1988 . p . 40 .

Bibliography

Ehrenkreutz 1964 . Andrew S . *Ehrenkreutz* . " The taṣrīf and tasʿīr Calculations in Mediaeval Mesopotamian Fiscal Operations " . *Journal of Economic and Social History of the Orient* 7 , 46 56 .

Levey and *Petruck* 1965 . Martin *Levey* and Marvin *Petruck* . *kūshyār ibn Labbān principles of Hindu Reckoning* . Madison and Milwaukee : University of Wisconsin Press .

Hermelink 1975 Heinrich *Hermelink* . " The earliest reckoning books existing in the Persian Language " . *Historia Mathematica* 2 , 299 - 303 .

HØyrup 1988 . Jens *HØyrup* . " On Parts of Parts and Ascending Continued Fractions " . (Preprint : Inst of Ed. Research , *Media Studies and Theory of Science* , Roskilde Univ . Centre , Denmark .)

Saidan 1974 . *A . S. Saidan . Arabic Arithmetic . The Arithmetic of Abu al - Wafa' al - Buzajani* . (In Arabic) . Amman , Jordan : Jamᶜiyyat ᶜUmmāl al- Maṭābiᶜ

Saidan 1974 . A. S. *Saidan* . " The Arithmetic of Abū'l - Wafā' . *Isis* 65228 , 367 75 .

Saidan 1978 . *The Arithmetic of Al Uqlīdisī* . Dordrecht / Boston : D . Reidel .

Saidan 1985 . A . S . *Saidan . Al Takmila fi'l Hisab (The Completion of Arithmetic) With a tract on Mensuration by Abu Mansur Abd 'l Qahir ibn Tahir al Baghdadi* (In Arabic) . Kuwait : Institute of Arab Manuscripts .

Woepcke 1858 - 59 . Franz *Woepcke* . "Traduction du traité arithmétique d'Aboūl Haçan Ali Ben Mohammed Alkalçādī " . *Atti dell' Accademia Pontificia de Nuovi Lincei* 12 , 230 75 .

Rosen 1831 . Frederic *Rosen* . *The Algebra of Mohammed ben Musa* London : The Oriental Translation Fund . (Reprinted by Georg Olms Verlag , 1981 .)

Suter 1901 . Heinrich *Suter* . " Das Rechendbuch des Abū Zakarījā al Ḥaṣṣār " . *Biblioteca Mathematica* . Series 3 , Vol . 2 , 12 - 40 .

$$a / b = c / C + d / (C . D) + ... + g / (C . D ... G) = \frac{c\ d\ ...\ g}{C\ D\ ...\ G}$$

Yet, however esoteric such a problem might seem, it in fact arises naturally when one considers the dilemma of a person who must add two ascending continued Fractions. Given two expressions of the form of a fraction plus a fraction of a fraction it is not immediately clear how to add them and then express the result in the same form. Of course, one way to add two fractions is to express both as fractions relative to a common denominator. And although the use of the least common multiple of the denominators of the two fractions, or simply the product of the two denominators, was well known, it could be more convenient when dealing with monetary problems, where the dirhām was expressed as 60 *fulus*, to write each fraction as so many sixtieths.

And indeed, not only did Abu' l Wafā' include a section on converting fractions to the denominator 60 (calling the technique the "method of the scribes") but Muḥammad b. Ayyūb Ṭabarī in his Persian arithmetic included a table to aid in the reverse process, that of converting the results of the addition in the sexagesimal system back into the system of unit fractions [18]. However, I have not seen such a table elsewhere, and it was more common to rely on the fact that 60 = 4.3.5 and then proceed as follows, taking the example of $\frac{26}{60} = \frac{1}{4} + \frac{2}{4.3} + \frac{1}{4.3.5} = \frac{1\,2\,1}{4\,3\,5}$ in the standard Maghribi notation. In other words Ibn Yasamin's problem arises as the general statement of the problem of converting into the system of ascending continued fractions a hindi fraction a / b where b is the product of C, D, ..., G. [19]

In discussing Muslim contributions to the history of mathematics during the medieval period the bulk of scholarly attention has been directed to the Islamic development of the hindi and sexagesimal systems, and that is as it should be, for it was these systems which provided the basis for the technical achievements in the exact sciences that earned Islam pride of place in the sciences among the medieval civilizations. However, although a civilization's mathematical achievement may be more than the arithmetic that underlies the organization of its society, it at least includes that arithmetic. What I have done today is to provide some portrait of what that basic arithmetic was in the case of medieval Islam and to indicate some of the ways in which that arithmetic system was made to furnish an adequate means for supporting a complex society.

18. See *Hermelink* 1975, p. 301.

19. *HØyrup* 1988, p. 9. refers to the fact that the conversion of sexagesimal fractions into other metrological units is exactly the context in which such fractions occur in the Babylonian tablets.

into the value of grain of another value class expressed in a different system of measurement , examples being

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{10} \text{ for } 2/15 \text{ and } \frac{1}{8} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \text{ for } 3/16 .$$ [14]

As in the case of the simpler , composite , fractions one finds here too that it was in the treatises written in the Maghreb where there occurs an elegant extension of the Maghribi notation for fractions , namely the notation

$$\frac{ac}{bd} \text{ [15] for } \frac{a}{b} + \frac{c}{b \cdot d'} \text{ similarly ,}$$

$$\frac{a\,c\,e}{b\,d\,f} \text{ for } \frac{a}{b} + \frac{c}{b \cdot d} + \frac{e}{b \cdot d \cdot f}$$ [16].

For example , exactly the fraction 11/ 12 , which we met with above (at least implicitly) in al Baghdādī , we meet in the arithmetic of al Ḥaṣṣār expressed as $\frac{51}{62} = \frac{5}{6} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6}$ And if we recall that a *dāniq* is one sixth of a dirhām then this last expression can be read directly as five *dāniqs* and a half. And this is exactly the expression we find in al Baghdādī .

Indeed , so firmly associated did certain fractions become with certain metrological units (whether of weight , volume or currency) that the names for these latter became simply alternate names for certain common fractions , according to a system of fractions which Abu'l -Wafā discusses at some length and are called " like named " (*muntasib*) [17] . Since these metrological units were dependent on time and place considerable confusion could result when names referring to certain fractions were read out of context and interpreted as referring to others .

Writers like Saidan who have investigated the different systems of arithmetic in medieval Islam have emphasized of the manual system that it eventually became absorbed into the hindi arithmetic , contributing shortcuts for multiplication and division and with the ascending continued fractions . They even inspired some nice arithmetic problems . For example Ibn Yāsamīn poses the problem of finding , for a given fraction a / b and a set of integers C , D , ... , G another set of integers c , d , ... , g so that

14. *Ehrenkreutz* 1964 , 51 .
15. The order of the symbols in the Arabic text is reversed , corresponding to the Arabic direction of writing . And one does not find alphabetic symbols used in the symbolic expression of a fraction with a separating bar . It is always specific numerals , even though one will occasionally find the verbal expression " Let there be given a fraction with numerator a and denominator b "
16. For example see *Suter* 1901 , 19 ff .
17. *Saidan* 1971 , 174 ff .

operational status as the fraction one seventh[10] and the reckoner would have multiplied the profit from the sale , seven dirhams , by the share contributed , namely five , and divided the resulting 35 by the total of all shares , namely twelve , expressing the result as two dirhams and eleven twelfths . But the operations I have specified here are just the operations al - Baghdādī specifies in his first method , and I suggest that the two methods , presented as simple alternatives , in fact represent the solution of the same problem in two different arithmetic traditions : the hindi and the manual .

In the Maghrib and Al Andalus where the development of notation for arithmetic and algebra was taken further than it was in the east there developed our notation $\frac{a}{b}$ for the hindi fractions [11], and this notation was transmitted to the west by Leonardo of Pisa . Eastern writers took from the Indians the custom of writing fractions with the numerator above the denominator but without any separating bar [12]. (In fact the eastern notation for fractions appears to be less a notation than a record of what would be left on the dust board after a division . Thus , after calculating 35+ 12 (to take the case arising from our example) one would be left on the dust board with " 2 " on the top . " 11 " below that and " 12 " below that , recording the answer 2 11 / 12 .

Of course in the everyday problems of medieval Islamic society the metrological conversions referred to above , the calculation of alms taxes or of shares of inheritances one would constantly be running into fractions not expressible as one of the three first types (principal , composite and fractions of fractions) . In general one would want sums of these . And among such sums one type occurred so often that a special notation was developed for it . These are fractions like the expression for two thirds as one half and a half of a third - known today as ascending continued Fractions . In general one would allow a composite fraction (a / b) to be addes to one bth of some other composite fraction (c / d) . This would result in $\frac{a}{b} + \frac{1}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{a}{b} + \frac{c}{b \cdot d}$

Such fractional expressions occur repeatedly in inheritance problems in al Khwārizmī's *Algebra* , composed in the early ninth century , where the fraction three fourteenths is expressed as one sixth and two - sevenths of one sixth [13] . They are also found 150 years later in Abu'l Wafā 's chapter on conversion of the value of grain of one value class expressed in one system of measurement

10 . Although , of course , because of the nature of Arabic the former fraction (as we would call it) would have to be expressed in the languag of " five parts of twelve parts " .

11 . See for example the work of al - Ḥaṣṣār in *Suter* 1901 , pp.19 - 20 .

12 . Thus for example *Kūshyār* b . *Labbān* in *Levey* and *Petruck* 1965.

13. See *Rosen* 1831 , 132. We are not , of course , suggesting that these Fractions originated with *al - Khwārizmī* . Jens *Høyrup* 1988 calls attention to A . Sach's discovery of such expressions in Old Babylonian cuneiform tablets .

above *and* another *and* another ' .

Examples of this system at work in medieval Islam may be found in Abu'l- Wafā's chapter on the conversion of different versions of the *Kurr* measure current in the eastern califate into one another [6]. Thus he gives the perscription for converting the standard *kurr* , the *Kurr mu*ᶜ*addal* into the *kurr sulaymānī* as " take one sixth plus one tenth of it " , instead of take 4/ 15 of it. And when the great Būyid ruler ᶜAḍud al-Dawlah attempted to standardize the system in the province of Fārs with a measure called the *Jarīb*,which was 24 *kurr mu*ᶜ*addal*,the latter was not 1/24 of the *jarīb* but one fourth of one eighth of it.

This classification of fractions is evidently based not on mathematical but on linguistic criteria , as one might expect in a system adapted to speech rather than to written notation . Thus , the principal fractions stopped at one tenth since Arabic lacks words for one eleventh , one twelfth , etc . Although for one- twelfth one could (and did) use one half of one sixth , no such option was available in the case of one - eleventh or one thirteenth , so circumlocutions were necessary , as in the expression " three parts of eleven parts " . It is thus fairly obvious why , in an arithmetic done entirely mentally and in which every number must be expressed verbally , Abu'l Wafā ' would say that businessmen and government officials prefer principal fractions to either composite fractions [7] or fractions of fractions , and why they would prefer any of these to the inexpressible fractions , which (he says) they dislike so much that they prefer to approximate them and be satisfied with inexact results rather than to use them and get exact results .

As an example of this approximation Abu'l Wafā' gives[8] the approximation of three elevenths as one-fourth and a fifth of a ninth , i.e. 2722 ... as opposed to . 2727 ... (a difference of only 5 ten - thousandths) .

And one can see the application of these kinds of fractions in the details of the solution according to the " other method " which al - Baghdādī mentions in our opening problem , especially in the case of the share of him who contributed five dirhams , where his share is expressed as the sum of the two principal fractions one fourth and one sixth .

If one thinks how this share would be calculated in a hindi system of arithmetic the difference between the hindi and the hand system becomes apparent ; for , in the hindi system , there is a fully developed concept of common fractions [9] .Therefore the fraction five twelfths has the same

6 . Summarized in Ehrenkreutz 1964 .

7 . Indeed , so much is this the case that in Part 5 of his work he seems to use unit fractions entirely , preferring , for example , to write 3 / 8 (a perfectly good composite fraction) as 1/ 4 and 1 / 8 .

8 . *Saidan* 1971 , p . 72 .

9 . See for example *al - Uqlīdisī 's* Book of *Chapters* translated in *Saidan* 1978 .

-Wafā' called *Arithmetic Necessary for Scribes, Officials and Others*, (written around 970) and that of al Karajī, called *The Sufficient Book of Arithmetic*[3].
In this system :

1 - Numbers were expressed verbally according to a strictly decimal system, i. e. so many units, so many hundreds, so many thousands, etc. As you see above, twelve is expressed as ' twelve ' (in Arabic ' two ten ') and not in the ciphered form ' 12 '. (In the practice of this system, of course, numbers were spoken and not written)

2 - All calculations with numbers were done according to a set of rules learned by heart and performed without any writing materials or even mechanical aids to calculation, such as an abacus. The only non mental feature of calculation was the use of the hands for storing the results of intermediate calculations, according to the way the fingers were held. The figure shows the main features of the system, in which different hands were used for different powers of ten.

The rules for the calculations were based in theory on a knowledge of the multiplication table for the numbers from 1 to 9 and knowledge of rules such as " tens times hundreds is thousands ". such was called the " extended " method. In the " abridged " method however the operations were done by what we today would call shortcuts, but were in fact the backbone of the system and were developed at great length. At their root lay the idea that two easy calculations to do were to add a number to itself (i. e. to double it) and to multiply it by 10. (This latter, in the hindi system, was done by writing a zero to the right of the number, but, in mental arithmetic, is done by making the units tens, the tens hundreds, etc.) All else was expressed in terms of these two simple operations. For example one multiplied a number by eight according to

$$8 \times n = (10 - 2) \times n = 10 \times n - 2 \times n$$

And to multiply by 15 one used the rule expressed by the formula :

$$15 \times n = 10 \times [n + n \div 2]$$

In this latter case, when $n + n \div 2$ involves the fraction one half, one added in 5. (It is curious to see algorithms for the multiplication of two whole numbers having recourse to fractions !)[4]. Fractions in this system were classified into four kinds, as Abu'l Wafā' al-Buzajānī explains[5].They were the *principal* fractions, namely one - half through one tenth, the *composite* fractions, such as three - fifths or four ninths, the *fractions of fractions* such as one half of a sixth or a third of a fifth and finally the fractions *not expressible* as ' one of the

3. The first of these works and the part of the second devoted to algebra are edited in *Saidan* 1971. An easily accessible English summary of the contents of *Abu'l -Wafā's* treatise is in *Saidan* 1974.

4. Several such rules are presented in the translation of *al - Qalaṣādī*'s arithmetic, *The raising of the veil in Woepcke* 1858 - 59, pp. 246 - 47.

5. Saidan 1971, 71 - 72.

Numbers at Work in Medieval Islam

J . L . Berggren *

Among the important writers on arithmetic in the early 11 th century was a native of Baghdad named ᶜAbdalqāhir al Baghdādī . Near the end of his *Completion of Arithmetic*[1] occurs the following problem (P . 268) of a successful joint business enterprise : " Three men buy a commodity for twelve dirhāms , one of them contributing three dirhāms towards its cost , the second four and the third five . Then they sell it for a profit of seven dirhāms . How much is the share of the profits of each one ? Then multiply each one's share of the capital by seven and divide the result by twelve , which is the sum of the shares. And what results is the share of the profits due to the shareholder .

" And there is another method , which is that the third gives one - fourth of the capital , so one fourth of the profit is due to him, i . e . a dirhām and three fourths . And the owner of the four gave one third of the capital , so to him is due a third of the profits , namely two and a third dirhāms . And the owner of the five possesses one - fourth and a sixth of the capital . So to him is due a fourth and a sixth of the profit , namely two dirhāms , five daniqs and a half (of a dāniq) .

We shall return to these solutions shortly , and I shall argue that these represent not simply different solutions but in fact different systems of arithmetic . But to convince you of that I must explain what these different systems were .

Prior to discussing his applications of arithmetic al -Bagdādī has explained a variety of arithmetic systems , and indeed his *K . al - Takmila* is the first book to give a separate exposition of each of the systems current in the medieval Islamic world . These include the hindi system [2] , that is the Islamic development of the system acquired from India , and the basesixty , sexagesimal system , originating in ancient Mesopotamia , that you heard about earlier today , but they include as well an arithmetic system which , in order to emphasize that it used no writing materials to effect the calculations , was known either as *airy or manual* arithmetic . It was explained , in the latter half of the tenth century in two treatises devoted especially to it , that of Abu'l

* Simon Fraser University . Paper given at the Fifth International Symposium for the History of Arabic Science , GRANADA , 30 March - 4 April , 1992 .

1 . *Al - takmila fi 'l - ḥisāb* edited in Saidan 1985 .

2 . We adopt this term from *Saidan* 1978 , where it refers to the Islamic modification of the system acquired from the Indians .

comparées [45], l' imagination , qui conserve les formes verifiécs [46] et la mémoire qui sert à évoquer le souvenir des formes déjà connues [47].

Sans doute Ibn al-Haytham était un grand savant . Il a inventé camera obscura et il a motivé la théorie intromissive de la vision . Witelo était un simple commentateur de la traduction latine de *Kitāb al Manāẓir* du grand Arabe . Mais il a reçu ses idées sans réserve en ajoutant de sa part quelques observations et quelques idées nouvelles .

45. *Witelo , Perspectiva* , lib III . prop . 59 : Sicut enim sentiens comprehendit in perventu formae lucis primae solam lucem , sic in perventu formae coloris comprehendit lucem coloratam . Ergo haec duo comprehenduntur solo sensu visus sine aliis animae potentiis et operationibus , quod non accidit in aliquo aliorum visibilium , quoniam illa quasi plurima a pluribus sensibus sentiuntur . Et si aliqua ipsorum solo sensu visus sentiantur et non aliis sensibus particularibus hoc accidit vel ex istorum aliqua participatione , vel istorum privatione , sicut est in diaphanitate et opacitate , tenebris et umbra, in quibus necessaria est ratio conferens hinc inde , quae non est necessaria in comprehensione lucis et coloris . Op . cit . , prop . 60 : Non fit ergo similitudinis comprehensio per solum visum , sed ex potentia animae quam dicimus rationem , per actum ratiocinationis diversas formas visas ad invicem comparantem . *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 10 , p . 30 : Comprehensio autem eius , quod illud , quod est a posteriori corporis diaphani , est diversum ab illo corpore, non est comprehensio solo sensu , sed est comprehensio per rationem . Et cum diaphanitas non comprehendatur nisi per signationem , ergo non comprehendetur nisi distinctione et ratione.
46. *Witelo , perspectiva* lib . III . prop . 58 : Cum enim visus comprehendit aliquam rem visam et fuerit certificata forma eius apud sentientem , tunc forma illius rei visae remanet in anima et figuratur in imaginatione ipsius videntis , ut in Naturalibus animae passionibus declaratum est . *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap. 3 , sectio 65, p . 68 : Virtus distinctiva comprehendit ... ex distinctione omnium istarum distinctionum ad ea , quae cognoscuntur ex similibus earum , formam compositam ex omnibus et sic signatur in imaginatione forma composita ex omnibus istis intentionibus .
47. *Witelo , Perspectiva* , lib . III . prop 63 : Est enim cognitio comprehensio consimilitudinis duarum formarum , scilicet formae , quam comprehendit visus apud cognitionem , quando sentit se cognoscere rem quam videt et formae quiescentis in anima prius comprehensae . Unde non fit visualis cognitio nisi per rememorationem , quoniam si nulla forma talis fuerit quiescens apud animam et praesens memoriae , non cognoscet visus rem visam . Conf. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 10 , p . 10 : Et cum cognitio non fit nisi per rememorationem , cognitio non est comprehensio solo sensu .

examinée [42] . La forme vraie de la chose vue est saisie après l'examen de tous les détails de la chose [43].

Ibn al- Haytham et Witelo estiment que la puissance visuelle de l'homme a besoin de l'aide des puissances sensitives intrinsèques de l'âme humaine . Entre elles ils discernent la puissance distinctive qui distingue les choses et leurs propriétés [44] , la raison existant et agissant afin de faire les remarques sur la participation ou les manques de détails chez les choses

42. *Witelo Perspectiva* lib . III , prop . 48 : Cum enim omnia puncta ipsius communiter per omnes tres axes vel saltem per duos , visuales motu oculi transcursa fuerint , tunc solum aequaliter est totum visum , quoniam tunc forma cuiuslibet sui puncti infigetur puncto medio concavitatis medii et erit semper nova dispositio totius formae circa punctum illud . Magis ergo aequaliter perpendetur tunc partium aequalitas ad invicem in omnibus dispositionibus suis , tunc ergo tota res aequaliter videbitur .
43. *Witelo , Perspectiva* lib . III , prop . 57 : Visus enim non comprehendit veram formam rei visae nisi per comprehensionem omnium intentionum particularium que sunt in illa forma .
44. *Witelo perspectiva* lib . III , prop . 60 : Et etiam quando visus vidit duos colores albos, quorum unus est albior alio , comprehendet amborum albedinem et quod alterum est fortioris albedinis . Comprehendet ergo similitudinem illorum duorum alborum in albedine et diversitatem illorum in fortitudine et debilitate . Distinctio vero inter illas duas albedines non est ipse sensus albedinis , quoniam sensus albedinis est ex dealbatione superficiei visus quae fit ab utraque albedine . Distinctio autem illarum albedinum fit propter diversitatem actionis illarum duarum albedinum in ipsum visum . Non est ergo illa distinctio a solo sensu, sed est ab alia virtute animae , quam dicimus distinctivam . Et similiter est de comparatione et distinctione aliarum sensibilium formarum . Nichil enim illorum accipitur solo visu , sed ratione et virtute distinctiva coadiuvantitbus . Visus enim per se non habet virtutem distinguendi , sed virtus distinctiva animae distinguit omnia illa mediante visu . *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* liber II , cap . 1 , sectio 10 , p . 31 : Non ergo omne , quod comprehenditur a visu , comprehenditur solo sensu , sed multae intentiones visibiles comprehenduntur per rationem et distinctionem cum sensu formae Visae . Visus autem non habet virtutem distinguendi , sed virtus distinctiva distinguit istas res . Attamen distinctio virtutis distinctivae in istis rebus visibilibus non est nisi mediante sensu .

chose vue et toutes les autres formes des choses vues . Witelo retire aussi l'attention du lecteur pour faire apercevoir que le nerf commun , dit de même nerf optique , est situé de façon identique par rapport à l'un et l'autre oeil [40] .' Il complète ce renseignement en disant que les formes des points sont saisies dans le nerf commun d'un point déterminé sur la surface de la chose vue . Il appelle ce point *punctus coniunctionis* [41]. Il se trouve sur cette surface et sur l'axe commun, mené droit du nerf commun à ce point de jonction des axes de l' un et de l'autre oeil . Ces trois axes servent à la puissance de l'homme afin de changer les angles de la vision pour voir clairement les détails de la chose

40. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . I , cap . 5 , sectio 26 , p . 16 : Visus autem non est nisi quoddam instrumentum istius virtutis , quoniam visus recipit formas rerum visarum et reddit eas sentienti ultimo et sentiens ultimum comprehendit istas formas et comprehendit ex eis res visibiles , quae sunt in eis . Et illa forma in superficie glacialis extenditur in corpore glacialis , deinde in corpus subtile , quod est in concavo nervi quo usque perveniat ad nervum communem et apud perventum formae apud nervum communem completur et ex forma veniente in nervum communem comprehendet ultimum sentiens formas rerum visarum *Witelo . Perspectiva* , lib . III , prop . 28 : forma recepta in superficie glacialis pertransit corpus glacialis , deinde extenditur per corpus subtile , quod est in nervo optico et venit ad anterius cerebri in quo est sentiens ultimum , quod est virtus sensitiva , comprehendens sensibilia , cuius virtutis oculus est instrumentum , recipiens formas rerum et reddens eas ultimo sentienti , sic quod apud nervum communem ambobus oculis , cuius nervi situs a duobus oculis est situs consimilis , demum completur visio , licet ergo duae formae perveniant in duobus oculis ab una re visa . illae tamen formae ambae , quando perveniunt ad nervum communem , concurrunt et fiunt una forma et per unionem harum formarum comprehen dit ultimum sentiens formam rei visae et sic unius rei tantum unam formam accidit videri .

41. *Witelo Perspectiva* , lib . III , prop . 37 : Omnes ergo formae punctorum rei Visae aequaliter circumstantium puncta , quae superficiebus visuum incidunt secundum axes radiales ad puncta aequaliter circumstantia medium punctum nervi communis consimiliter pertingunt . Et seruatur figura et dispositio totius superficiei rei visae , in parti bus suis et in remotione a puncto quod est in axe , secundum modum distantiae et declinatione punctorum , quorum formae illic recipiuntur *a puncto coniunctionis* in superficie rei visae secundum dispositionem angulorum refractionis in superficie vitreae . Et duae formae , quae infiguntur in duobus punctis consimilis positionis apud superficies duorum visuum perveniunt ad illum eundem punctum concavitatis nervi communis et superponuntur sibi in illo puncto et erunt una forma .

esprits visuels entre l'oeil et la partie antérieure du cerveau [37]

Selon la conception d'Ibn al-Haytham , tous les points de la forme qui venaient tout droit à la surface de *sphaera vitrea* se brisaient sur cette surface , excepté le point de l'axe, sur les lignes coupantes les lignes radiales, et ensuite couraient également tout droit jusqu'au lieu de détour du nerf concave [38] .

L'un et l'autre adoptent l'opinion que sur le détour de ce nerf les lignes radiales avec l'axe au centre , tournent sur les centres des orifices des nerfs concaves en conservant toujours l'image simple de la chose vue . Mais ici leur position se différencie : Ibn al Haitham attire l'attention du lecteur sur les propriétés des esprits visuels qui peuvent garder l'image simple de la chose vue même après le détour du nerf . Et Witelo , de sa part , accentue que les axes radiales des yeux font ses détours sous un angle [39] .

Enfin , dans le nerf commun pour le couple des yeux , se réalise la plénitude de la puissance visuelle : les images des yeux s'unissent et l'ultimatum sentent de cette puissance , saisit complètement la forme de la

37. *Witelo Perspectiva* , lib . III , 22 / editio Unguriana , p . 319 / : Sed et corpus subtile , quod est in concavitate nervi inter humorem vitreum et nervum communem , quod corpus nominatur spiritus visibilis quoniam in ipso primo discurrunt spiritus visibiles , necesse est diaphanum esse , quoniam formae rerum visibilium , quando perveniunt in corpus humoris vitrei , extenditur sensus ab illo in corpus sentiens extensum in concavo nervi continuati inter visum et anterius cerebri et secundum extensionem sensus extenduntur formae ordinatae secundum suam dispositionem . Patet ergo quod ordinatio partium corporis sentientis formas et ordinatio virtutis sentientis aequaliter est necessario in corpore vitreo et in omni corpore subtili extenso in concavo nervi . Cum enim forma pervenit ad aliquod punctum superficiei vitreae , extenditur directe et non alteratur eius situs in concavitate nervi in quo extenditur corpus sentiens et erunt formae omnium punctorum consimilis ordinationis ad invicem .

38. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 8, p . 29 Deinde extenduntur formae ab ista superficie secundum rectitudinem linearum radialium etiam quo usque perveniant ad superficiem vitrei , deinde punctum axis extendetur ab ista superficie secundum rectitudinem axis , quousque perveniat ad locum gyrationis concavi nervi , et omnia puncta residua refringuntur super lineas secantes lineas radiales et consimilis ordinationis quo usque ad locum concavi nervi .

39. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 6 , p . 26 : Et erunt omnes istae verticationes gyrantes apud gyrationem nervi . Et erunt apud gyrationem nervi ordinatae secundum suam ordinationem ante gyrationem et post propter qualitatem sensus istius corporis . Et sic perveniet forma ad nervum communem secundum suam disposition nem . *Witelo , Perspectiva* , lib . III , prop . 31 : Uno puncto rei visae superficiebus amborum visuum perendiculariter incidente , necesse est axes radiales in centris foraminum gyrationis nervorum concavorum angulariter refringi .

Dans le texte latin du traité d ' Ibn al - Haytham *De aspectibus* , la direction de la réfraction devant le centre de l ' oeil n ' est pas établie [33] . Pour obtenir la direction propre au faisceau parallèle , dirigée vers le chiasme optique il faudrait accepter que la *sphaera vitrea* est moins transparente que la *sphaera glacialis* et qu ' ainsi les rayons devraient se briser vers la normale . Mais Witelo se trompa d' une façon étonnante en prétendant que la *sphera vitrea* est plus transparente que la *sphaera glacialis* [34]. Dans ce cas, cependant , les rayons s ' écartent de la normale en se coupant devant le centre de l' oeil et contre l ' opinion commune de deux opticiens dont les thèses sont ici discutées- se produit l ' inversion de l ' image simple [35].

dans la proposition 47 du second livre de *Perspectiva* , Witelo a préparé bien l'unet : l'autre variante de la réfraction des rayons devant le centre de l'oeil[36] . On ne saurait pas pourquoi il en a choisi non pas la vraie, mais la fausse.

Toutefois Witelo gardait son intention de sauver l'image simple de la chose vue et pensait que chaque forme quittant un certain point de la *sphaera vitrea* courait tout droit en conservant son image simple et que cette situation continuait à se produire dans la concavité du nerf optique , qui transmettait les

33. Op . cit . , p . 244 , note 106 .
34. *Witelo Perspectiva* , lib . III prop . 21 : Forma vero non potest extendi a superficie glacialis ad concavum nervi communis secundum extensionem linearum rectarum et conservare situs suarum partium secundum suum esse , nisi natura alterius diaphani clarioris sibi occurrat antequam perveniat ad centrum oculi , quoniam si non sit medium alterius diaphani , omnes istae lineae concurrent apud centrum oculi et efficeitur quasi unum punctum .
Witelo Perspectiva , lib . III , prop . 22 in fine : Et quoniam in hiis ambobus corporibus fit progressio formarum ultra centrum oculi , patet quod *illa refractio facta est a perpendiculari erecta a puncto refractionis super superficiem glacialis* .
35. *Witelona Perspektywy Księga* II i III . Przekład na język polski ze wstępem i Komentarzami . Wstep , przekład i komentarze : Lech Bieganowski , Andrzej Bielski , Roman S . Dygdala , Witold Wróblewski , Wrocław 1991 , p . 71 - 76 .
36. *Witelo Perspectiva* lib . II , prop . 47 . Radio perpendiculari omne corpus diaphanum penetrante , radius oblique incidens in medio secundi diaphani *densioris* refringitur *ad perpendicularem* ductam a puncto incidentiae super secundi diaphani superficiem et in medio secundi diaphani *rarioris* refringitur *ab eadem* .

Cette chose doit cependant avoir une certaine quantité à l' égard de la surface de l' oeil [28].

Mais de ce cône visuel , issu du centre de l'oeil et conçu comme le point de départ des lignes droites venues de la chose vue avec les formes y discernées par la *glacialis* , Ibn al - Haytham parle seulement au VIIe livre du *De aspectibus* . Au deuxième liver du même traité il annonçait la réfraction des formes devant ce centre [29]. Witelo s'accordait avec lui [30] . Cette réfraction devait rendre , selon leur avis , l ' image simple et irréversible de la chose vue [31] . Pour faire changer ce jugement opiniâtre , il fallait attendre les arguments de Jean Kepler , exprimés dans le traité publié en 1604 *Ad Vitellionem paralipomena , quibus astronomiae pars optica traditur* [32] .

28. *Witelo , Perspectiva* , lib III prop . 19 , in fine : Solae itaque res sunt sensibiles actu , quarum pyramides inter visum et centrum visus distinguunt ex superficie glacialis partem aliquam sensibilis quantitatis respectu totius superficiei glacialis . Illae ergo res oportet , ut sint alicuius quantiatatis respectu superficiei visus .
29. Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis lib . II , cap . 2 , sectio 3 , p . 25 26 : Et omnes formae pervenientes in superficie glacialis , extenduntur in corpore glacialis secundum rectitudinem linearum radialium , quo usque pervenient ad istam superficiem , et cum pervenerint ad superficiem istam , refringuntur apud ipsam secundum lineas consimilis ordinationis secantes lineas radiales .
30. *Witelo , Perspectiva* , lib III , prop . 23 : Est ergo illa superficies si fuerit pars sphaerae , necessario excentrica oculo . ... Omnes ergo formae pervenientes in superficiem glacialis extenduntur per corpus glacialis secundum rectitudinem linearum radialium quo usque perveniant ad istam superficiem . Tunc reflectuntur apud ipsam secundum lineas consimilis ordinationis secantes lineas radiales .
31. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . II , cap . 1 , sectio 5 , p . 26 : formae ergo perveniunt ad vitreum ordinatae secundum ordinationem earum in superficie visi . *Witelo , perspectiva* . lib . III . prop . 21 : patet per 91 primi huius , quod si illae lineae ultra centrum oculi debeant extendi . necessario erit linearum illarum intersectio in centro , et post centrum creabitur nova pyramis , cuius lineae longitudinis secundum positionem et situm priori pyramidi modo contrario se habebunt . Convertetur ergo totus situs figurae rei visae , quoniam habet in superficie rei visae et in superficie glacialis taliter ut illud quod est in superficie glacialis dextrum fiat sinistrum apud sensum et contrario , et superius fiat inferius et e contrario . Nec perveniet aliquid formae directe ad nervum communem , nisi solum unum punctum . quod est in extremitate axis pyramidis . Omnis ergo res secundum modum suo naturali situi contrarium videatur, quod est contra suppositionem et manifeste contra id , quod accidit in sensu . Patet ergo . qoud necessarium est , quod isti humores sint diversae diaphanitatis .
32. D . C . *Lindberg* . op . cit . , p . 193 - 208 .

rayons obliques [24], mais ils sont saisis par la vue selon les droites issues du centre de l'oeil [25]. Chez Witelo les formes obliques, qui sont en dehors du cône visuel, sont brisées par les tuniques de l'oeil et on y voit, par elles, indistinctivement [26]. Ibn al - Haytham parle ici, expressément, de la surface de l' oeil comme du lieu de la réfraction des rayons obliques et Witelo en termes généraux. de tuniques de l'oeil, qui précèdent la lenticule / glacialis /.

Ainsi donc, Ibn al Haytham a constaté la réfraction des rayons sur la surface de l'oeil et Witelo, qui a lu attentivement le traité *De sensu et sensato* d'Aristote, en savait de l' existence de la première image cornéenne de laquelle aussi Démocrite a exprimé son opinion originale.

Par l' intermédiaire des lignes droites du cône visuel, situé - selon Ibn al Haytham au centre de l'oeil, la *sphaera glacialis* de l'homme, qui pour le savant arabe était le premier membre de l' oeil visuellement sensible, sent les choses vues qui se trouvent sur la base du cône, parce que de là viennent les formes en points distincts [27]. Witelo ajoutte que seules ces choses deviennent sensibles pour la surface de *glacialis*, dont les cônes visuels discernent dans cette surface une parcelle de quantité sensible par rapport à toute cette surface.

24. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib. I, cap. 5, sectio 18, p. 9 : Et formae omnium punctorum reliquorum refringuntur apud illud punctum superficiei visus et transeunt per diaphanitatem tunicarum visus secundum linaes declinantes ad superficiem visus.
25. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib. VII, cap. 6, sectio 37, p. 269 : Ergo formae refractae in tunicis visus non comprehenduntur a visu, nisi in perpendicularibus exeuntibus a visibilibus super superficies tunicarum visus. Et hae perpendiculares lineae sunt exeurtes a centro visus. Formae ergo omnes refractae in tunicis visus comprehenduntur a visu in rectitudine linearum exeuntium a centro visus.
26. *Witelo, Perspectiva* lib. III prop. 17 : Formae vero visibilium, quae sunt extra hanc pyramidem numquam incidunt per aliquam illorum linearum perpendicularium, sed forte accidit ipsas extendi per lineas rectas, quae sunt inter ipsas et superficiem visus oppositam foramini uveae. Et illae formae refringuntur a diaphanitate tunicarum visus, et non perveniunt ordinate ad virtutem visivam. Unde non fit distincta visio secundum illas. Verum tamen illas formas refractas aliqualiter accidit videri ; sed indistincte, in concursu scilicet ipsarum cum lineis perpendicularibus a centro oculi extra pyramidem radialem productis.
27. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib. VII, cap. 6, sectio 37, p. 269 : Formae ergo omnium visibilium, quae opponuntur parti superficiei visus, quae opponitur foramini, et existunt in hac parte superficiei visus, refringuntur in diaphanitate tunicarum visus et perveniunt ad membrum sensibile, quod est humor glacialis, et comprehenduntur a virtute sensibili per lineas rectas, quae continuant centrum visus cum ipsis visibilibus. [...] Et virtus sensibilis comprehendit omnia, quae perveniunt ad glacialem ex forma visus puncti super unam lineam continuantem centrum visus cum illo puncto. Hoc ergo modo comprehendit visus omnia visibilia.

propagent en ligne droite [20]. Mais physiologiquement la première réception de la lumière , de la couleur et de la grandeur angulaire de la chose vue ne saurait avoir lieu que par les droites perpendiculaires du cône visuel . Cette reception accomplie sur la *sphaera glacialis* / la lenticule / permettait d' éliminer toute la superfluité de rayons obliques et la clarté de la vision , pendant laquelle un point de la chose vue répond toujours à un point de la *sphaera glacialis* [21]. Justement non sur la surface cornéenne de l'oeil , mais sur la surface antérieure de la sphaera glacialis voit Ibn al Haitham , et Witelo après lui , le commencement physiologique , sensitif , de la vision [22]. Cela s' accomplit dans cet endroit par l'action de la puissance visive ou sensitive [23]. Les rayons qui tombent obliquement sur la surface de l'oeil succombent , selon Ibn al - Haytham , à la réfraction et passent par les tuniques de l'oeil comme

20. *Opticae* Thesaurus *Alhazeni Arabis* ... , lib I , cap . 5 , sec . 17 , P . 9 Lux extenditur per corpus diaphanum secundum lineas rectas *Witelo , Perspectiva* , lib . II , prop . 1 : Radii quorumcumque luminum et multiplicationes formarum secundum lineas rectas protenduntur .

21. Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis , lib . I , cap . 5 , sec . 18 , p . 9 : Si ergo glacialis sentit ex uno puncto omnes formas venientes ad ipsum ex omnibus verticationibus , sentiet ex omni puncto formas admixtas ex multis formis diversis et coloribus multis visibilium oppositorum visui in illo tempore , et sic nihil distinguetur ab eo ex punctis , quae sunt in superficiebus visiblium , neque ordinabuntur formae punctorum venientes ad illud punctum . At si glacialis senserit ex uno sui puncto illud , quod venit ad ipsum ex una verticatione tantum , distinguentur ab eo puncta , quae sunt in superficiebus visibilium . Witelo Perspectiva , lib . III prop . 17 : Sed si glacialis secundum lineas perpendiculares tantum sentiet , tunc distinguentur in ea puncta que sunt in superficiebus visibilium , nec erit differentia situs et ordinationis formarum visibilium in superficie glacialis et in rebus visibilibus quae sunt extra .

22. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib. II , cap. / 1 , sectio 3 , p . 25 : Lineae ergo radiales non iuvant ad ordinationem formarum visibilium nisi apud glacialem tantum , quoniam apud membrum istud est principium sensus . Ibidem , lib . I , cap . 5 , sectio 16 , P. 8 : Et dicamus prius , quod visio non est nisi per glacialem sive fiat visio per formas venientes ex re visa ad visum sive secundum alium modum . Visio autem non est per unam aliarum tunicarum antecedentium se , quoniam illae tunicae non sunt nisi instrumentum visus . *Witelo perspectiva* lib . III , prop . 4 : Primus itaque humorum istorum dicitur crystallinus vel glacialis , qui proprie est organum virtutis visivae .. .

23. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis* lib . I , caput 5 , sectio 25 , p . 15 : Et etiam glacialis est praeparatus ad recipiendum istas formas et ad sentiendum ipsas . Formae ergo pertranseunt in eo propter virtutem sensibilem percipientem . *Witelo Perspectiva* lib . III , prop4 : glacialis , qui proprie est organum virtutis visivae ...

d' Ibn al Haytham [15].

Nous apprenons que Witelo est un élève d' Ibn al Haytham , quand il rejette sans hésitation la fausse théorie de rayons visuels[16] confessée par Platon, Euclide , Héron, Ptolemée et Al Kinidi [17] . Au XIIIe siècle, les opticiens contemporains de Witelo , Roger Bacon et Jean Pecham , cherchaient toujours à réconcilier les deux théories contraires de la vision , la théorie intromissive d'Ibn al - Haytham et celle des extramissionnistes ci dessus nommés . Selon Roger les *species rerum* devaient être ennoblis par le *species oculi* et selon Jean la lumière naturelle est nécessaire à l' oeil , mais elle doit être accommodée par la lumière de l'oeil à la reception par la puissance visive [18].

Ibn al - Haytham et Witelo sont d'accord que la vision ne peut s'accomplir que dans la circonstance de l'opposition des yeux et de la chose vue, illuminée [19]. Cela est une conséquence des rayons de la lumière qui se

15. Jerzy *Burchardt* , " Kosmologia i psychologia Witelona " , *Studia Copernicana* , vol . XXX , Wrocław 1991 , P. 49- 55 , en particulier p . 53 .
16. Witelonis perspective liber III prop . 5 . Impossibile est visum rebus visis applicari per radios ab oculis egressos / editio Unguriana , p . 299 .
17. D . *Lindberg* , op . cit . , p . 11 17 , 18 - 32 .
18. Roger *Bacon* , *The Opus maius* . Edited with introduction and analytical table by John Henry *Bridges* , vol . 2 , Oxford 1897 , pars I , dist . VII , cap . 4 , p . 52 : Et ideo oportet , quod visus faciat operationem videndi per suam virtutem . Sed operatio videndi est certa cognitio visibilis distantis , et ideo visus cognoscit visibile per suam virtutem multiplicatam ad ipsum . Praeterea species rerum mundi non sunt natae statim de agere ad plenam actionem in visu propter eius nobilitatem . Unde oportet quod iuventur et excitentur per speciem oculi , quae incedat in loco Pyramidis visualis , et alteret medium ac nobilitet , ut omnino sit conformis et proportionalis nobilitati corporis animati , quod est oculus . *John Pecham and the Science of Optics* , Perspectiva *communis* , edited with an introduction , English translation , and critical notes by David C . *Lindberg* , Madison , Wisconsin 1970 , p . 128, prop . 46 , 844 - 849 : Lumen oculi naturale radiositate sua visui conferre . Oculus enim , ut dicit Aristoteles , non solum patitur , sed agit quemadmodum splendida . Lumen igitur naturale necessarium est oculo ad al terandum species visibiles et efficiendum proportionatas virtuti visivae . quoniam ex luce solari diffunduntur , sed ex lumine oculi connaturali oculo contemperantur .
19. *Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis libri septem* , nunc primum editi ... a Federico *Risnero* , Basleae 1572 , lib . I , cap . 5 , sec . 14 , p . 7 : Cum ergo visus opponitur alicui rei visae et fuerit res illa illuminata cum quolibet lumine , ex lumine rei visae veniet lumen ad superficiem visus . Et declaratum fuit , quod ex proprietate lucis est operari in visum et quod natura visus est pati ex luce . Dignum est ergo , ut non sentiat visus lumen rei visae , nisi ex lumine veniente ex ea ad visum . Witelo Perspectiva , lib . III , prop. 6 : Cum itaque visus opponitur alicui rei illuminata coloratae , tunc multiplicatur lumen vel per se , vel cum illo colore rei oppositae visui et perveniens ad visus superficiem , et agit in visum , et visus patitur ab illo .

écrivait en Italie , à Viterbe , son vaste traité en dix livres - *Perspectiva* [11] . Ce traité , les livres : premier et partiellement dixième exceptés pourrait être considéré comme un commentaire du livre *De aspectibus* d' Ibn al Haytham , dans lequel le commentateur utilise les versets de sa source en les mettant en un nouvel ordre , en les exposant et les complétant .

Mais dans la proposition 73 de *Perspectiva* , Witelo dit . que le sens de la vue comprend naturellement sur la surface de l'oeil , la forme de la chose vue, lorsqu'il distingue . au centre de l' oeil , la lumière la couleur et , par la suite , la grandeur angulaire de la chose [12] .

Cette image sur la surface de l'oeil , connue déjà par Démocrite et par Aristote [13] , s'appelle depuis la dissertation de Jean E . Purkinje , *Commentatio de examine physiologico organi visus* , Vratislaviae 1823 , la première image cornéenne de Purkinje [14]. Il faut remarquer ici , que le grand opticien arabe , Ibn al - Haytham , dans le traité *De aspectibus* ne discute pas le role de cette image . Voici pourquoi la théorie de la vision de Witelo , son commentateur , se distingue dans sa source par la prise en considération de cette image sur la surface de l'oeil . Witelo proclame alors la théorie cornéenne de la vision . Mais il la complète ensuite par la théorie lenticulaire- chiasmatique du *De aspectibus*

11. Vide notam 2 . Il y a aussi d' éditions , publiées par livres dans la série *Studia Copernicana* : " Witelonis Perspectivae liber primus " An English translation with introduction and commentary and latin edition of the mathematical book of Witelo's Perspectiva , XV , Wrocław 1977 . Witelonis Perspectivae liber secundus et liber tertius . A critical latin edition and English translation with Introduction , notes and commentaries by Sabetai *Unguru* , *Studia Copernicana* Vol. XX VIII ,Wrocław 1991 . Witelonis Perspectivae liber quintus . An English translation with Introduction and Commentary and Latin edition of the first catoptrical book of Witelo 's Perspectiva by A. Mark *Smith* , *Studia Copernicana* , vol . XX III , Wrocław 1983 .
12. Witelonis Perspectivae liber tertius , prop . 73 / ed . S . Unguru , p . 372 - 373 : virtus sensitiva ex comprehensione partis superficiei visus in qua figuratur forma rei vise comprehendit a posteriori via sensibus competente quantitatem anguli , quem in centro visus respicit superficies prefata . Sensus enim visus naturaliter comprehendit illam superficiem in qua figuratur forma rei vise per distinctionem lucis et coloris qui per se accidunt in illa parte ab alijs superficiebus visus distincta . Et quando comprehendet quantitatem illiu partis , tunc imaginatur angulos quos respiciunt ille partes et comprehendit quantitatem eorum apud centrum visus secundum quantitatem partium superficiei visus illis angulis subtensorum ...
13. Vide notam 9 .
14. J . E . *Purkinje* , *Commentatio de examine physiologico organi visus* , Vratislaviae 1823 , p. 21 et 5 gravures après la p . 58 .

/ 1968 /[5]. Cette traduction onomastique est enracinée dans une oeuvre inconnue arabe , beaucoup plus vieille que Ḥaggī Ḫalifa , mort en 1658 et sans doute antérieure aux manuscrits latins d' Ibn al Haytham , où ses Vestiges sont toujours à chercher . Ibn Abī Uṣaybiʿa , mort en 1270 , nous transmet les formes nominales : Abū ʿAlī Muḥammad ibn al - Ḥasan ibn al Haytham[6] . Le professeur Abdalhamid Sabra a établi cependant son nom comme Abū ʿAlī al Ḥasan ibn al Ḥasan ibn al - Haytham[7]. Cette forme semble aujourd ' hui être la meilleure et est à retenir , car il provient d' un texte arabe soigneux .

À Padoue Witelo lisait non seulement Ibn al - Haytham , mais aussi De *sensu et sensato* d'Aristote et pensait que la vision s' accomplit par une réflexion de la forme venue de la chose avec la lumière sur la surface de l' oeil. Cette forme vue est ensuite interprétée et identifiée par le sens commun de l'âme[8] . Selon Aristote la vision ne s' accomplit pas sur l' oeil , mais dans l'homme qui voit[9] .

Vers 1270 , après une étude approfondie d'Euclide , d'Archimède , d'Eutokios ,d'Apollonios ,d'Héron , de ptolémee[10] et d'Ibn al - Haytham , Witelo

5 . Clemens *Baeumker* , Witelo . Ein Philosoph und Naturforscher des XIII . Jahrhunderts , *Beiträge zur Geschichte der philosophie und Theologie des Mittelalters* . Band 3 , Heft 2 , Münster 1908 reprint : Aschendorff Münster 1991 , p . 227 .

6 . Ibidem .

7 . A. I . *Sabra* , " *Ibn al - Haytham* " Abu Ali al - Hasan ibn al - Hasan , called al - Basri , al - Misri ; also known as Alhazen , *Dictionary of Scientific Biography* / editor Gillispie / , t . VI , New York 1972 , p . 189 . Kamal al - Din Abu'l Hasan al - Farisi , mort vers 1320 , dans son résumé au premier chapitre de Kitab al - Manazir rapporte les formes nominales établies par le professeur Sabra . Eilhard Wiedemann , Zu Ibn al Haitams Optik , *Archiv für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik* , vol . 3 , 1910 - 1911 , p . 18 .

8 . Witelonis De causa primaria ... , *Studia Copernicana* , vol . XIX , p . 171 : non fit visio in oculo , nisi ut in speculo habente reflexionem , sed in sensu communi , ut in iudicante , completur visio .

9 . Aristotelis Parva naturalia 436 a , De sensu et sensibilibus , recognovit Guilllelmus Biehl , Lipsiae 1898 . Aristoteles De sensu et sensato , in : *Aristotelis Opera omnia* , Venetiis 1483 , f . 1^{v} col . a : Democritus autem quoniam quidem aquam dixit , bene dixit , quia autem putavit ipsum videre esse illam apparitionem ; non bene . Hoc enim accidit , quoniam oculus levis est , et est non illo , sed in vidente . Jerzy *Burchardt* , " Kosmologia i psychologia Witelona " , *Studia Copernicana* , vol . XXX , Wrocław 1991 , p . 77 , nota 24 .

10 . Aleksander Birkenmajer , " Etudes sur Witelo " , IIIe partie , *Studia Copernicana* , vol . IV , *Etudes d' Histoire des Sciences en Pologne* , Wrocław 1972 , p . 388 .

Les différences et les ressemblances d'Ibn al -Haytham De aspectibus et Witelo Perspectiva dans la théorie de la vision

Jerzy Burchardt*

Par une traduction toujours anonyme faite vers la fin de XII siècle ou au début de XIIIe siècle de l'ère dite chrétienne l' Europe latine a pris connaissance du grand traité d' Ibn al Haytham *Kitāb al Manāẓir* , un fait qui devait constituer un tournant dans la théorie de la vision dans le monde entier[1]. Le premier utilisateur de cette translation arabo latine était Jordanus de Nemore dans son traité *Liber de triangulis* [2] . Roger Bacon , un Latin de provenance anglaise , et l'auteur d'un grand ensemble des traités , écrits tôt dans les années soixante du XIIIe siècle , appelés en tout *Opus maius* , cite expressément *Kitāb al - Manāẓir* et son auteur comme *Alhazen* , *auctor perspectivae vulgatae* [3]

Chez Witelo , un Latin aussi , mais habitant de Pologne , et maître - ès - art lecturant à l'Université de Padoue vers 1262 1268 , dans sa lettre Philosophique *De causa primaria paenitentiae in hominibus et de natura daemonum* , Ibn al - Haytham est nommé : *Haycen filius Hucayn filii Haycen* et son oeuvre s' appelle *De aspectibus*[4] Une appellation assez semblable al Ḥasan ben al-Ḥosain ben al Haiṯam se trouve aussi dans le traité *Maqāla fī al - Ḍaw*[5], traduit en allemand par J. Baarmann / 1882 / et en français par R. Rashed

* Institut de l'Histoire des Sciences , Académi Polonaise de la Science . Ulica Budziszynska 14 am . 3 ; 54 - 434 Wroclaw . polska , POLOGNE .

1 . David C. *Lindberg* , *Theories of vision from Al Kindi to Kepler* . Chicago and London 1976, p . 71 .

2 . Idem , Introduction to the reprint edition Opticae Thesaurus Alhazeni Arabis libri septem , nunc primum editi . Eiusdem liber de crepusculis et nubium ascensionibus . Item Vitellonis Thuringopoloni libri X, instaurati , figuris novis illustrati atque aucti infinitisque erroribus, quibus antea scatebant , expurgati a Federico Risnero , Basileae 1572 , Johnson Reprint Corporation New York London 1972 , p . VI - VII .

3 . Roger Bacon De multiplicatione specierum , The Opus maius of Roger Bacon , edited with introduction and analytical table by John Henry Bridges , Vol . II , oxford 1897 . p. 410 .

4 . Witelonis De causa primaria paenitentiae in hominibus et de natura daemonum edidit Georgius Burchardt , in : Jerzy *Burchardt* , " *List Witelona do Ludwika we* LwÓwku Śląskim. Problematyka teoriopoznawcza , kosmologiczna i medyczna " , *Studia Copernicana* , vol . XIX , Wrocław 1979 , p . 172 ,497 - 498 .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97: Vol 11 : PP . 33 - 44 .

Un autre livre , traduit du nabatéen par Ibn waḥšiyya , intitulé *Tîqânâ* (*Ṭabaqânâ* ou *Ṭabaqâtâ*) est aussi mentionné . C'est un écrit astrologique utilisé par Alphonse X . De même , dans ses trois traités , Enrique de Villena , parle d'Ibn Waḥšiyya , qu'il nomme tantôt Abenxia tantôt Abenohaxia , auquel il attribue le livre de la *Philaha ciaptia Mayer* et *Philahaptia* (= *Agri cultura caldea*)[29].

Ġâyat al - ḥakîm emprunte à l' *Agr.nab* . l'essentiel d'un long développement sur la confection des talismans [30] , où les vertus des trois règnes de la nature sont longuement décrites . Cette partie a eu beaucoup de succès auprès des magiciens du Moyen âge , en orient comme en Occident .

Charriant les survivances de la magie hellénistique , *Ġâyat al - ḥakîm* , dont l'auteur dit avoir utilisé 224 ouvrages [31] , puise dans l' *Agr . nab* . les restes de l'hellénisme astrolâtre , tel qu 'il a survécu tardivement dans des cités mésopotamiennes comme Ḥarrân .

Disons , pour finir , que l'*Agr . nab* . a été une des sources fondamentales, en Andalousie , non seulement dans le domaine de l'agriculture et de la botanique , mais aussi dans le domaine de l'activité intellectuelle et de la philosophie , à tel point qu'un philosophe et théologien comme Maîmonide (m. 1204) n'hésite pas à s'y référer à plusieurs reprises dans son *Guide des égarés* [32] . Que dire d'Ibn Haldûn qui , dans sa *Muqaddima* , considère l' *Agr . nab* . comme un ouvrage grec traduit en arabe , et lui consacre plusieurs paragraphes [33] ? Une recherche approfondie dans les écrits de l'époque devrait permettre de confirmer l'impact exercé par cet ouvrage sur les intellectuels andalous à partir du XI^{e} siècle .

29. Cf . *Tres tratados* , éd . J. Soler , in *Revue Hispanique* , 41 / 1917 , pp . 137 - 185 , 204 sq .
30. Cf . texte arabe , pp . 350 - 396 ; trad allemande , pp. 366 - 402 .
31. M. Plessner , *Die Stellung des Picatrix* , *loc . cit* , p . 322 .
32. Ed . et trad . française de Salomon Munk , Paris 1856 - 66 ; cf . III , 220 ; 231 sqq . ; 281 ; 291 sq . ; 294 . il n'y voit qu'un livre d'idolâtrie et de magie et met en garde ses lecteurs contre la fascination des " fables des Sabiens " et des " folies des Casdéens et des Caldéens ". En somme , il l'a vue à travers *Ġâyat al - ḥakîm* d'al - Mağrîṭî .
33. Ed . de Slane , III , 120, trad . Rosenthal , III , 151 (Agriculture) ; III , 12 - 156 (Sorcellerie et talismans) ; III , 191 / 226 (Sciences des Lettres) .

propriété littéraire n' existant pas à l'époque , il serait inexact de fonder son jugement sur l'absence de référence . Ce qui est indiscutable , c'est que l' *Agr . nab* . était devenue , pour l'époque , une source incontournable.

Signalons , enfin , que la fréquence des emprunts faits à l' *Agr . nab* . tient au fait que celle ci représente une tradition botanique différente de celle suivie par Dioscoride . Il est vrai qu ' Ibn al Bayṭâr la classe parmi les écrits botaniques récents (*muḥdaṯûn*) , au même niveau que ceux d' ar Râzî , Ibn Sînâ , al Gâfiqî , Abû Ḥanîfa d - Dînawarî , Mâsarǧawayh et d'autres botanistes et médecins . Le caractère littéral des citations, d'une part , et la reproduction de certains traitements à caractère magique , expurgé par Ibn ar Raqqâm , laisseraient entendre qu'il avait entre les mains un exemplaire complet de l'*Agr. nab* . Cependant , on trouve souvent des citations comme celle ci : al - Ġâfiqî : " L ' auteur d' *al Filâḥa* dit ... " (cf . s *.âḏariyûn*) . A noter qu' on trouve soit *al - Filâḥa* soit *al - Filâḥa n - nabaṭiyya* . on peut , alors , se demander si les citations ne sont pas prises aux auteurs dont les écrits sont dépouillés par lui.

C) Dans le domaine de la magie , c'est principalement dans *Ġâyat al ḥakîm* d'Abû Maslama Muḥammad al - Maǧrîṭî (milieu du V^e^ / XI^e^ s .)[23] qu ' apparut l' influence d' Ibn Waḥšiyya , où son nom est cité 14 fois et l'*Agr . nab.* 6 fois . Cet ouvrage , édité par Hellmut Ritter dans les *Studien der Bibliothek Warburg* [24] et traduit en allemand par H. Ritter et Martin Plessner , sous le titre : " *Picatrix* " . *Das Ziel des veisen von Pseudo Maǧrîṭî* [25], a exercé une forte influence dans la culture de l' Espagne médiévale . Martin Plessner l'a bien démontré dans une contribution au IX^e^ Congrès International d'Histoire des Sciences , à Barcelone en 1959 [26]

Avant lui , George O. S. Darby . dans un article intitulé : *Ibn Waḥšiyya in mediaeval Spanish literatur* [27], avait signalé la présence de l' *Agr . nab* . dans un *Lapidarium* composé sur l' ordre du roi Alphonse X de Castille [28] . où il est question du sage Cehrit (= Ṣaġriṯ) et de son livre " l'Agriculture chaldéenne " .

23. et non Abû l- Qâsim Maslama b . Aḥmad al - Maǧrîṭî cf . notre contribution au vol . I des *Ciencias de la Naturaliza en el - Andalus* , sous le titre : " Sciences naturelles et magie dans *Ġâyat al - ḥakîm* du Pseudo - Maǧrîṭî " éd . E . García Sanchez , Grenade 1990 , 11 sqq .
24. Leipzig - Berlin , Teubner , 1933 .
25. Londres , The Warburg Institute , 1962 . *Picatrix* est le titre de la traduction latine de la *Ġâya*, faite sur l' ordre d' Alphonse de Castille en 1256 .
26. *Die Stellung des Picatrix innerhalb des spanischen Kultur* ; in *Actes du IX^e^ Congrès International d ' Histoire des Sciences* , Barcelone - Madrid , 1959 , pp . 312 - 24 .
27. *Isis* , 33 / 1941 , pp . 433 - 38 .
28. Ed . par J. M. Montaña , Madrid 1881 ; cf *fol* . 1^b^ . Sur ce *Lapidaire* , cf . M . Ullmann . *Die Natur , op . cit .* , *124 sq* .

élagua l'*Agr . nab* . en faisant tomber tout ce qui ne relevait pas de l'agriculture, dans un ouvrage intitulé : *Ḫulâṣat al iḫtiṣâṣ fî ma ᶜrifat al ᶜiwâ wa- l ḫawâṣṣ* , et cela sur l'ordre de l'un des émirs naṣrides de Grenade , vraisemblablement Abû l Ǧuyûs Naṣr ,qui régna de 708 à 713 / 1309 1314 , lequel demanda que l'on débarassât l'ouvrage de tout ce qui était d'origine païenne[22].

Cet abrégé commence par une table des matières référant au corps du texte . L'auteur réunit , dans quinze *bâbs* , sous forme d'introduction , les connaissances générales en matière d'agriculture : l'eau , les changements atmosphériques , les travaux et les saisons , les vents , les pluies , les sols , les fumiers , les mauvaises herbes , les semailles , les greffes , les végétaux obtenus sans graines ni plants , l'émondation des arbres , la " masculinisation " (*tadkîr*) des arbres , les végétaux sympathiques et antipathiques (*mutawâfiqa wa mutanâfira*) , la conservation des grains , des fruits et des légumes . Suivent les noms des plantes dans l'ordre des *bâbs* de l'*Agr . nab*., pour la première partie (selon la division du ms . de Leyde) , et, dans le désordre , pour la seconde partie , et surtout avec de nombreuses omissions, particulièrement parmi les noms étrangers translittérés .

on ignor quel impact a pu exercer cette *Ḫulâṣa* qui semble clôturer la fertile époque que connut la littérature géoponique en Espagne .

b) Dans le domaine de la botanique , du fait que l'*Agr . nab* . traite de toutes sortes de plantes florales , maraîchères , alimentaires , médicinales (environ 160) , et de toutes sortes d'arbres (environ 80) , sans compter les plantes et arbres agrestes , il était difficile de ne pas y recourir . L'auteur qui s' en est le plus servi en Andalousie , c'est Ibn al Bayṭâr (m . 646 / 1248) , notamment dans son *K . al - Ǧâmi ᶜ li mufradât al adwya wa l aġdya* , où plus de 260 sources ont été dépouillées . Parmi ces sources , l'*Agr . nab* . occupe une bonne place . Toutes les plantes ayant une vertu médicinale et alimentaire sont reproduites , sauf celles déjà mentionnées dans Disocoride et Galien , lesquels sont les premières sources d'Ibn al Bayṭâr (cf . I , 1) . Cependant , parfois , la donnée d' *al Filâḥa* figure en tête de l'article ; c' est le cas , par exemple , du *ǧarǧîr* (cresson) (I , 160) . Il arrive souvent que les donnnées de l'*Agr . nab* . soit prises sans indication de source ; c'est le cas, par exemple , de *ḥayy al - ᶜâlam* (II , 43) , où , après la mention du nom grec d'après Dioscoride , est fournie une description empruntée à *al Filâḥa n nabaṭiyya* , sans référence . Ce cas doit être fréquent ; on pourra en apporter la preuve après la parution de l'édition en cours. Ibn Waḥšiyya est nomm èchaque fois que la donnée fournie appartient au domaine de la magie . La notion de

22 . J'ai consulté le ms . de l'Université de Cambridge 342 (Qq . 54[2]) , 125 *fol* . , beau *nasḫî*, 23 11 . ., s . d.

d'al - Ḥâǧǧ al - Ġarnâṭî [19].

Le traité qui couronne cette riche production littéraire agronomique andalouse , est celui d'Abû Zakariyyâ Yaḥyā Muḥammad b . al - ᶜAwwâm al-Išbîlī qui vécut à la fin du VI^e / XII^e s. et au début du VII^e / XIII^e s. Ce traité comprend trente cinq chapitres; il présente 585 plantes , dont 55 arbres fruitiers . C'est une vaste compilation , où l'*Agr . nab* . est citée 298 fois , à tel point qu' Ibn Ḫaldûn considère cet ouvrage comme un abrégé de l'*Agr . nab* [20]. Il cite un grand nombre d' auteurs de l'Antiquité , ainsi que ses prédécesseurs hispaniques . C'est à la fin du chapitre qu'il enregistre quelques observations personnelles . L 'édition et la traduction en castillan de J. A . Banqueri . parues à Madrid en 1802 , et la traduction française de J. J. Clément Mullet , parue à Paris entre 1864 et 1867 , l'ont fait largement connaître en Occident [21]. Il a été traduit en turc (Ms . Bayezit , Veliyuddîn 2534) et en ordu (I II / 1926 32).

Avec Ibn al - ᶜAwwâm , on se rend bien compte de l'impact exercé par l'*Agr. nab* . sur l'agriculture andaluse dans son ensemble . Une étude analytique comparative permettra d' en apporter la preuve ; cela ne sera possible qu' après l'établissement des index et la publication du texte . En attendant , l' analyse que fait J. J. Clément - Mullet du *K. al filḥâ* d'Ibn al- ᶜAwwâm démontre l'ampleur de cet impact (I , 18 sqq).

Au début du siècle suivant , Abû Muḥammad b . Ibrâhîm al Awsî , connu sous le nom d'Ibn ar - Raqqâm (m. le 21 *ṣafar* 715 / 27 . 5 .1315) ,

19 . Ms . Paris 4764 , *fol* 64 161 , décrit par J.M. Millás Vallicrosa in *al - Andalus* 20 / 1955, 103 sq . La matière de son livre a servi à Ibn Luyûn at - Tuǧîbî (m . 750 / 1349 pour son *urǧûza* sur l'agriculture intitulée : *K. Ibdāʾ al - malâḥa wa - inhâʾar - raǧâḥa fî* uṣûl ṣinâᶜat al filâḥa (voir à ce sujet H . L. Fleischer , *Uber Ibn Loyon's Lehrgedicht vom spanisch - arabischen Land - und Gartenbau* , in *Kleinere Schriften* ; III , Leipzig 1888 . pp 187 - 198) .

20 . Cf . éd . de Slane , III , 166 (*faṣl* VI , n° 90) ; trad . Rosenthal , III , 151 . J. Vallvé , in *al - Qanṭara* , III / 1982 , p. 264 , lui attribue également *al Filâḥa n - nabaṭiyya* ! Le chiffre de 298 citations est donnée par Clément - Mullet , I , 79 .

21 . Cf . E. Meyer , *Geschichte der Botanik* , III , II , 215 - 52 . C . C . Moncada publia et traduisit le *bâb* sur l'émondation de la vigne , in *Actes du VIII^e Congrès International des orientalistes* , Stockholm 1889, vol . II , Leyde , 1893 , pp . 215 - 257 . L'Abbé Grégoire , " Essai historique sur l'état de l'agriculture en Europe au XVI^e s. " , *ap* . Olivier de Serres, *Théatre d' agriculture et mesnage des champs* , nov . éd . , Paris 1804 , I , P . XCV , parle d'une traduction de l'*Agricultura del Cucemi* (Quṭâmā, le troisième auteur de l'*Agr . nab* .) du castillan en espagnol en 1626 . Sur les sources cités par Ibn al - ᶜAwwâm , cf. M . Ullmann , *Die Nature - und Geheimwissenchaften im Islam* , *Handbuch der Orientalistik* , I . Abt . , Er , VI , 2 . Abschnitt . Leyde - Cologne , 1972 ,P. 447 sq .

Son disciple Ibn Wâfid (m. 460 / 1068) compila un Mağmû^c sur l'agriculture , traduit en castillan et publié par José Maria Millás Vallicrosa [14], où des auteurs anciens qu 'on retrouve dans les écrits suivants sont cités . Six ans plus tard (en 466 / 1073) , Ibn al Ḥağğâğ al - Išbîlî écrivit son livre intitulé *al- Muqni^c fî l- filâḥa* , édité à ^cAmmân en 1982 [15], où réapparaissent les noms cités par Ibn Wâfid. Trente noms étrangers sont cités comme étant ses sources , parmi lesquels ne figure pas celui d'Ibn waḥšiyya . La raison me semble être le fait qu'il utilise essentiellement le *De re rustica* de Lucius Junius Moderatus Columelle , comme j'ai tenté de le démontrer dans l'article cité précédemment (n. 12) .

Un autre Sévillan , Abu l- Ḫayr al - Išbîlî , qui vivait probablement à la même époque , a laissé un *K. al - Filâḥa* [16], dont le contenu est assez semblable à celui d'Ibn al - Ḥağğâğ . Comme ses prédécesseurs il cite des noms d'auteurs grecs et la matière est souvent empruntée aux *Géoponiques* et à *l'Agr. nab* .

Ibn Baṣṣâl (m . 499 / 1105) , auteur d'un *Dîwân al Filâḥa* , abrégé par lui sous le titre de *K. al Qaṣd wa - l - bayân* , traduit en castillan et édité par José Maria Millás Vallicrosa et Muḥammad ^cAzîmân [17], ne cite pas ses prédécesseurs . Il se contente de fournir les fruits de ses expériences personnelles . Un de ses contemporains , Muḥammad b Mâlik aṭ Ṭignarî [18] , qui fit plusieurs séjours à Séville , profita des expériences d'Ibn Baṣṣâl qui y vivait après la prise de Tolède par Alphonse VI de Castille , en 478 / 1085 , et composa un traité d'agriculture en douze livres , intitulé *Zahrat al - Bustân wa - nuzhat al - âḏân* ; il est fréquemment cité par Ibn al - ^cAwwâm sous le nom

14 . Cf . *al - Andalus* 8 / , pp . 281 - 332 ; *Tamûda*, 2/1954 , 87 - 96 ; 339 - 344 .
Il fut édité à Fès en 1358 / 1939 , sous le titre de *K . fî l- Filâḥa li - abî Ḫayr* al - Andalusî , par Sîdî al - Tihâmî et Muḥammad ar - Rasmûkî (cf . , à ce sujet , Garcia Gomez , in *al-Andalus* 10 / 1945 , pp. 127 - 133) .

15 . éd . Ṣolâḥ Gérard et Ğâsir Abû Ṣafiyya , Publ . de l'Académie de la Langue Arabe de Jordanie , 1402/ 1982

16 . Ms . Paris 4764 , *fol* . 64 161 . Extraits traduits par A. Cherbonnau et éclaircis par H. Pérès, in *Bibliothèque arabe - française* , 5 , Alger 1946 ; H . Pérès , art . Abû l - Khayr al - Ishbîlî , in EI^2 , I , 139 sq . ; J . M . Millás Vallicrosa , in *al - Andalus* , 19 / 1954 , pp. 137-42 ; 20 / 1955, pp. 101 105 .

17. Tétouan 1955 . Cf . , au sujet de cet ouvrage . les études de J. M . Millás Vallicrosa , in *Tamûda* I/ 1953 , 37 - 58 et 131 - 152 .

18 . Sur son lieu d'origine , voir E. García , in *al - Qanṭara* IX / 1988 , 1 - 11 .

d'Adam ": son histoire, sa supériorité sur les autres végétaux, ses nombreuses propriétés, ses variétés, ses multiples utilités. L'ouvrage s'achève par une rétrospective qui confère à son contenu une certaine homogénéité.

Voilà, donc, succinctement les grandes sections de cet ouvrage. Je signale que l'édition critique que j'ai préparée, est sous presse à Damas, à l'Institut Français d'Etudes Arabes. Le vol. I sortira à la fin de l'été et les vol. II et III suivront.

Passons maintenant à l'influence exercée par l'*Agr. nab.* sur la littérature géoponique, botanique et magique en Andalousie.

Signalons, d'abord, qu'en Orient, l'*Agr. nab.* n'a connu de concurrent, depuis sa traduction, que très tard. En effet, il faut attendre le VIII^e^ / XIV^e^ s. pour rencontrer une oeuvre originale sur l'agriculture, à savoir la IV^e^ partie (*fann*) du *k. Mabâhiǧ al fikar* de Gamâl ad - Dîn Maḥammad b. Yaḥyä al-Waṭwâṭ al - Kutubî (m. 718 / 1318), où, d'ailleurs, l'*Agr. nab.* est largement utilisées, suivie de *Buġyat al fallâḥîn* du sultan yéménite al Malik al Afḍal al - ᶜAbbâs b. ᶜAlî, qui régna de 764 à 778 /1363 1376 ; R. B. Serjeant en prépare l'édition. Le troisième traité oriental qui mérite mention, est *ᶜAlam al- malâḥa fî ᶜilm al - falâḥa*, une compilation de caractère pratique, faite en 1137 / 1715 par ᶜAbd al - Ġanî n Nâbulsî, à partir d'un grand traité qui avait été composé par Raḍî d - Dîn al ᶜÂmirî (m. 935 / 1529).

A noter que les écrits géoponiques traduits du syriaque, du grec ou du pehlevi, tels la *Synagogé* de Vindanios Anatolios de Berytos, le *K. al Filâḥa* attribué à Apollonios de Tyane, les *Geoponica* de Cassianus Bassos Scholasticus, sont restés d'un usage très limité, en égard au petit nombre de manuscrits qui en ont subsité [12].

Par contre, en Andalousie, *al Filâḥa n - nabaṭiyya* eut très tôt de nombreux concurrents, dont la plupart l'ont bien connue et largement utilisée. Elle a servi dans trois domaines scientifiques importants : l' agriculture, la botanique et les sciences occultes.

a) Dans le domaine de l'agriculture, déjà Abû l- Qâsim az - Zahrâwî (m. vers 400/1009) composa un *Muḫtaṣar kitâb al- filâḥa* [13]. Quel livre a t- il abrégé ? Le seul traité arabe existant à l'époque était *l'Agr. nab.* ; serait elle ce livre abrégé ? Seule une étude du manuscrit permettrait une réponse à cette question.

12. Sur ces traductions, voir notre article intitulé : " Traductions en arabe d'écrits géoponiques ", s. presse à Grenade.

13. Ms. Paris 5754, *fol.* 152 - 186 ; Alger : 1550, 2, *fol.* 154 - 180.

exploitation agricole d'après l'Agriculture nabaṭéenne " "

VI Plantes légumineuses et graminées : 29 céréales , 5 oléagineuses, 5 autres plantes à grains sont étudiées .

VIII - Un traité de phytobiologie et morphologie des plantes , où sont particulièrement étudiées : la genèse des plantes , la cause des odeurs . saveurs et couleurs [10] , la morphologie structurale et la biologie végétale.C'est un traité qui présente beaucoup d'affinités avec l'*Histoire des plantes* de Théophraste .

IX Les légumes:il s'agit ici des légumes à feuilles et fruits comestibles, la section VII ayant étudié les légumes à oignons , rhizomes , grains, etc . 71 plantes y sont étudiées .

X - La vigne . Un grand traité en six chapitres .

XI Les arbres . Cette section comprend quatre parties: a) généralités sur les arbres et les plantes agrestes ,b) les arbres fruitiers (41 variétés sont exposées) . c) les arbres forestiers (36 variétés sont étudiées) . d) La greffe des arbres .

XII - L'*Ars Magna* (*al Fâ'ida l-kubrā*) : dans cette section sont étudiées les causes des plantes , leur genèse , l'imitation par l'homme de l'oeuvre de la nature (*tawlīdāt*) , la génération artificielle , la formation de l'*homonculus* . L'accent est mis sur les possibilités de transmutation entre les trois règnes de la nature , particulièrement entre l'animal et le végétal . Ce chapitre contient de nombreux éléments qu'on retrouve dans le corpus jâbirien [11]. Ce qui me confirme dans l'idée que la traduction de l'*Agr . nab* . a dû se faire dans le cadre de l'Ecole alchimique fondée par Jâbir b. Ḥayyân .

XIII - Un long traité consacré au palmier - dattier , appelé " soeur

9 . 32 / 1970 , 109 - 128 (Memorial Schacht) . A ce traité j'ai consacré une étude parue dans les *Recueils de la Société Jean Bodin* (Congrès de Varsovie) , vol . XLI , sous le titre : La communauté rurale dans *l'Agr. nab* " . , Paris 1983 , pp. 475 - 504 . Le calendrier des travaux agricoles , qui fait partie de cette section , a été présenté dans les Mélanges du P . Pareja *(Orientalia Hispanica* , I , pp . 245 - 272) .

10 . J'ai consacré trois études sur les odeurs , saveurs et couleurs:

a) " Genèse et cause des odeurs d'après l'*Agr. nab* . " , in *Mélanges d'Islamologie dédiés à la mémoire d'A. Abel* , II, Bruxelles 1976 , pp. 183 198 (*Correspondance d' Orient* , n° 13) .

b) " Genèse et cause des saveurs d'après l'*Agr . nab* . , in *Revue de l'Occident Musulman et de la Méditerranée* . 13 - 14 /1973 , pp . 319 - 329 .

c) " Genèse et cause des couleurs d'après *l'Agr nab*". , in *Islamwissen- schaftliche Abhandlungen* (Mélanges Fritz Meier) , Wiesbaden , F. Steiner , 1974 , pp. 78- 95 .

11 . Cf. , à ce sujet , l'oeuvre magistrale de Paul Kraus : *Jâbir b ḥayyân Contribution à l' histoire des idées scientifiques dans l' Islam , I- II, Le Caire 1943 (Mémoires présentés à l'Institut d'Egypte* , t . 44 - 45) .

un ensemble de caractère essentiellement agronomique et technologique . Ces excursus ne représentent qu'une partie infime de l'ensemble (à peine 5 %) . Malgré cela , c'est eux qui ont fait classer l'ouvrage tantôt parmi les écrits païens magiques et théosophiques , tantôt parmi les ouvrages de *filâḥa* , *nabât* ou *ṭibb*.

Mis à part ces quelques excursus qui ont pour mérite , d'une part , de nous conserver les échos de querelles sectaires , ayant eu lieu à une époque de l'histoire de la Babylonie très mal connue de nous , et nous permettant , d'autre part , de situer historiquement et géographiquement le contexte dans lequel cette compilation géoponique a été formée , le contenu de l'ouvrage est essentiellement agronomique , botanique et médical .

Voilà , donc , pour la partie historique , sans laquelle il nous aurait été difficile d'apprécier , à sa juste valeur , l'apport de l'*Agr. nab* . Cet apport est essentiellement scientifique . Je l'ai présenté en détail dans ma contribution au *Handbuch der Orientalistik* , citée précédemment . Je me contente , ici , de rappeler schématiquement les 13 rubriques sous lesquelles j'ai classé la matière.

Le titre exact de l'ouvrage est : *Kitâb iflâḥ al arḍ wa iṣlâḥ az - zar^c wa-š- šaǧar wa ṯ ṯimâr wa - daf^c al - âfât ^{c}anhâ* , " Livre du labourage de la terre , des soins à apporter aux graines , aux plantes et aux récoltes , et de leur prophylaxie " .

Dans un avant - propos très instructif , le traducteur explique comment il a pu acquérir les écrits nabatéeens qu'il a traduits . Parlant de l'*Agr . nab* . , il dit l'avoir " traduite intégralement pour l'avoir bien appréciée et saisi le grand intérêt qu'elle présente ". C'est , à ses yeux , un vade - mecum de l'agriculteur.

I L'ouvrage commence par un long chapitre sur l'olivier qui appartient à Saturne , dieu de l'agriculture .

II - Suit un traité d'hydrologie en huit *bâbs* , traité que j'ai longuement analysé dans une contribution aux *Memorie de l'Accademia Nazionale dei Lincei* [7].

III - Les plantes florales odoriférantes : 10 plantes sont étudiées [8].

IV Arbres et arbrisseaux : 23 arbres à essence et arbres forestiers sont étudiés .

V Le vade-mecum de l'agriculteur.il s'agit d'un long traité que j'ai analysé dansles *Studia Islamica* ,sous le titre de : " Conduite d'une

7 . *Un traité des eaux dans al Filâḥa n- nabaṭiyya* (Hydrologie . Hydraulique agricole . Hydrologie) . in *La Persia nel Medioaevo* , Roma , Accademia Nazional dei Lincei , 1971 . 277 - 326 .

8 . dont la violette , chapitre étudié par E. Bergdolt , *in Berichte der Deutschen Botanische Gesellschaft* , 50 / 2932 . 21- 336 .

profondément certains d'entre eux, en particulier les astrolâtres de ḥarrân, vieille cité araméenne, connue à très haute époque. Néo platonisme et néo pythagorisme y ont fleuri, grâce aux écrits d'auteurs comme Porphyre, Jamblique, Proclus. Théurgie et magie font concurrence à la philosophie ; mystères, oracles et révélations forment ce qu'on peut appeler la " théosophie chaldéenne ",où l'union à la divinité devient la principale source de la connaissance.

L'*Agr. nab.* est présentée comme une " révélation " de Saturne, dieu de l'agriculture, par l'intermédiaire de la Lune, dont l'idole a parlé à plusieurs générations d'agriculteurs qui se nomment Kasdéens ou Chaldéens, astrolâtres, théurges et mystatagogues. C'est le fruit d'innombrables expériences, patiemment réunies, vérifiées, acceptées ou refusées, enseignées dans un langage plutôt parlé qu' écrit, avec des touches d'un naturel qui ne souffre pas de trucherie, avec des observations, annotations, justifications qui présentent un certain caractère historique, se rapportant manifestement à une histoire qui nous est restée jusqu'ici totalement inconnue.

De l'exposé schématique qui précède, et des nombreux critères internes analysés dans une longue contribution parue dans le *Handbuch der orientalistik*[5], on peut conclure qu'il s'agit d'une communauté araméenne de Babylonie, dont l'ouvrage, élargi à deux époques éloignées l'une de l'autre, permet d'en connaître les doctrines, les pratiques et les techniques, sur une période allant *grosso modo* du II^e^ au V^e^ siècle de notre ère. La traduction arabe, elle, est datée de 291 / 903.

La communauté rurale dont il est question dans l'*Agr. nab.*, avait pour centre la ville de sûrâ, centre agricole et commercial, non loin de Babylone. Aussi, les membres de cette communauté sont - ils appelés les Sûrâniyyûn. Sur le plan religieux et doctrinal, les Sûrâniyyûn se divisaient en plusieurs sectes, dont deux se heurtent fréquemment sur les pages de cet ouvrage : il s'agit des Qûqéens et des Séthiens, tous deux connus des auteurs syriaques et des spécialistes du gnosticisme[6].

Pourtant, entre Qûqéen et Séthiens, les divergences n'étaient pas profondes:en effet, l'enseignement des deux sectes reposait essentiellement sur les " livres d' Adam". Ils se séparaient fondamentalement sur l'origine, la nature et la modalité de l'inspiration (waḥî) d'Adam. Car, c'est le concept de "révélation " qui prédomine dans la pensée théosophique de ces sectes.

De telles données de caractère historique, sociologique et religieux proviennent d'excursus, placés au hasard ou amenés par concatenation, dans

5. I. Abt., VI. Band, 6. Abschnitt, Teil I, Leyde, Brill, 1977, pp. 276 - 377.
6. Cf. J. Doresse, " La gnose ", in *Histoire des Religions*, II, Encyclopédie de la Pléiade, Paris, Gallimard, 1972, 337 sqq.

par des versions pehlevies et syriaques [3].

Ma familiarité avec le texte , depuis plus de quinze ans, dont j'ai préparé l'édition critique , actuellement sous presse , me permet de conclure que c'est le syriaque qui a servi , là , de véhicule à des éléments scientifiques et pseudo scientifiques grecs , pehlevis et hindous . Nous avons manifestement affaire à un texte traduit - le style et la langue l'attestent amplement - et la traduction du syriaque est la plus vraisemblable , vu l' affirmation du traducteur Ibn Waḥšiyya, dans l'avant - propos , et vu l'empreinte linguistique et stylistique elle- même, particulièrement dans le type d'oraisons contenues dans l'ouvrage .

Le traducteur dont l'existence est mise en doute Ibn an - Nadîm va jusqu'à dire qu'il était de la descendance de Sennachérib (705- 681 av. J. C.): *Wa hwa min wild- Sinḥârib* - devait être un chaldéen (ou Kasdéen) de conversion récente , d'après sa généalogie , originaire de Qussīn , dans la région de Kûfa. Il dit avoir traduit " de la langue des Kasdéens en arabe" et dicté la traduction à Abû Ṭâlib az Zayyât ,qui se donne pour son disciple et son sécrétaire. Nöldeke fait de ce dernier le véritable compositeur de l'écrit, Massignon voit en lui " un šîᶜite , membre d'une famille vizirale " (m.vers 340 / 951) ; il vivait au temps d'Ibn an Nadîm et serait l'arrière arrière - petit - fils d'Abū Ǧaᶜfar Muhammad b . ᶜAbd al Malik az Zayyât, vizir d'al-Muᶜtaṣim (218/ 833 - 227 / 842) et d'al - wâṭiq (227 / 842 - 232 / 847).

Voilà pour l'oeuvre et pour son traducteur . Il nous reste à préciser le milieu d'où provient cet écrit .

Renan parle d'"école nabaṭéenne" . "Cette école , précise - t - il , représente pour nous la dernière phase de la littérature babylonienne, celle qui s'étend des premiers siècles de notre ère , ou si l'on veut , de l'époque séleucide ou arsacide jusqu'à l'invasion musulmane " [4].

En effet , il faut entendre par " nabaṭéens " les groupes ethniques de langue et de culture araméennes , héritiers du grand empire néo - babylonien conquis par Cyrus le Grand en 539 av.J.- C. , puis par Alexandre le Grand en 332 . Sous les Séleucides , il y eut une renaissance de l'araméen d'empire , qui allait contribuer au renforcement du groupe ethnique chaldéen et à la formation d'une culture syriaque qui connaîtra plus tard une période d'une grande effervescence scientifique et littéraire , particulièrement avec les écoles d'Edesse, de Nisibe et de Gondeshapour .
Ces groupes ethniques ont subi , à toutes les époques de leur longue histoire , l'influence des cultures dominantes . La culture hellénistique a marqué

3 . *Bemerkungen über die nabatäishen Schriften und eine beabsichtegte Herausgabe derselben* , in *Göttinger Nachrichten* , 1857 , p . 141 sqq . ; id . . *Zur weiteren Würdigungen der Nabatäischen Schriften* , *loc . cit* . , 1861 , p . 89 sqq .

4 . *Revue germanique* , 10 / 1860 , p . 162 sq .

L ' Agriculture nabaṭéenne en Andalousie .

T. Fahd *

L' un des écrits les plus contestés du patrimoine scientifique arabe , c'est *al- Filāḥa n - nabaṭiyya* . De Quatremère (1835) qui y voyait la traduction d'un ouvrage chaldéen de l'époque de Nabuchodonosor II (605 562 av.j. - c.), à David Chwolson (1859) qui la faisait remonter au plus tard au début du XIV^{e} s. avant J. - C.,à Ernest Meyer (1856) qui la plaçait au I^{er} siècle après J. - C. , à Ernest Renan (1860) qui la situait aux III^{e} IV^{e} s. de l'ère chrétienne, en milieu sabéen et plus précisément mandéen ,à Alfred von Gutschmid (1861) qui affirmait avec force arguments que les écrits nabaṭéens n'étaient qu' une forgerie de l'époque musulmane (début du IX^{e} s. , en tout cas pas avant 700),à Theodor Nöldeke (1875) qui apporte de nouvelles preuves en faveur de la thèse de von Gutschmid , situant cette forgerie au début du IV^{e} / X^{e} s. , cette compilation suscita de nombreuses interrogations [1]. Du coup que lui assénèrent von Gutschmid et Nöldeke , elle ne s' est pas encore relevée; car , jusqu'à aujourd ' hui , certains orientalistes allemands , en particulier M. Ullmann , s'en tiennent à leur position . Tandis que d'autres orientalistes , comme Eilhard Wiedmann (1922) , Martin Plessner (1928) , E . Bergdolt (1932) . G. O. S. Darby (1936) plaident pour une réhabilitation d' *al - Filāḥa n - nabaṭiyya* [2].

Je ne voudrais pas m'attarder sur cette question pour ne pas m'éloigner du sujet de cette contribution ; je me contente seulement de vous préciser ma position sur ce sujet , afin que la suite soit bien comprise .

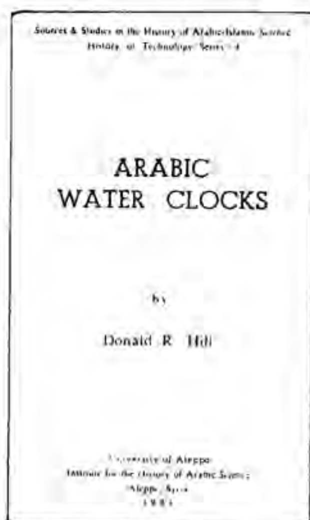
Je me rallie à la thèse d' E. Renan , situant l'original de cet ouvrage aux III^{e} - IV^{e} s. de l'ére chrétienne , thèse explicitée par G. H. EWALD , en 1861 , qui écrivait que les écrits attribués à Ibn Waḥšiyya (au nombre de 5) devaient être considérés comme le résultat de remaniements et de retouches successives de matériaux scientifiques et pseudo - scientifiques antiques , conservés , amplifiés et modifiés par l'hellénisme syrien et alexandrin et véhiculé jusqu'à l'époque des traducteurs de *Bayt al - Ḥikma* , soit par des documents grecs , soit

* Université des Sciences Humaines Strasbourg . paper given at the Fifth International Symposium for the History of Arabic Science , GRANADA , 30 March - 4 April , 1992 .

1 . Sur cette querelle autour de l' *Agr. nab* ., voir les détails dans notre art . sur Ibn Waḥšiyya dans la nouvelle *Encyclopédie de l' Islam* III , PP . 988 - 90 .

2 . Cf . références *loc . cit* .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : Vol 11 : PP . 21 - 31 .



Publications Dealing with Technology At the «I.H.A.S.»

- **Al - Hassan, Ahmad Y.**	A compendium of the Theory and Practice of the Mechanical Arts, by Abu al-ᶜIzz al -Razzaz al-Jazarī. US $ 48.00 .
- **Al - Hassan, Ahmad Y.**	Al - Ḥiyal, by Banū Mūsā (Mechanical Ingenious Devices). US $ 36.00 .
- **Al - Hassan, Ahmad Y.**	Taqī al - Dīn and Arabic Mechanical Engineering (Second Edition) . US $ 24.00
- **Hill, Donald**	Arabic Water Clocks (In English) US $ 12.00
- **Al - Hindī, Iḥsān**	Al - Anīq fi'l – Manājinīq, by Ibn Arunbagha al - Zaradkāsh. US $ 12.00
- **Watson, Andrew-Translated by Al- Ashqar, A.**	Agricultural Innovation in the Early Islamic World. US $ 18.00

could be converted from an undershot into an overshot wheel [49]. The passage reads as follows: [50]

> when the water which moves it is scarce they take a thick log of some ten palms in circumference by seven cubits long. They saw it into two halves and hollow out each half from one end up to half a cubit before reaching the other. Both pieces are joined and in the solid end they make a hole as wide as a donkey's hoof . They erect it over the canal so that the end which has the hole rests on the wheel[51]; the water exits forcefully (*bi'l quwwa*) through the hole in the log , strikes the teeth (*amshāṭ*) of the wheel , and mill begins to turn .

The Passage is interesting because it demonstrates that vertical mills were perceived as more efficient than horizontal ones and that local millers knew the technology . In any area like the Balearic Islands where the noria was widely implanted , all local carpenters knew how to make *dawlab / s* .

49 . Al - Qazwini , *Kosmographie* , ed . Wustenfeld , II , 381 . See comments on this mill by E . Weidemann , " Uber ein arabisches , eigentümliches Wasserrad und eine Kohlenwasserhaltige Höhle auf Mallorca nach al- Qazwini , " Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften , 15 (1916) , 368 - 370 (drawing on P . 369) ; R . J . Forbes , *Studies in Ancient Technology* , vol .II (Leiden , 1965) , p . 92 ; and Terry Reynolds ,*Stronger than a Hundred Men : A History of the Vertical Water Wheel* (Baltimore , 1983) , P . 119 .

50 . Here I follow the translation of José Alemany Bolufer , *La geografia de la Peninsula* Ibérica *en los escritos arabes* (Granada , 1921) , p . 135 , emending it from the Arabic text where the context requires .

51. Bolufer translates *rodete* which would indicate a horizontal wheel ; but the Arabic text has *dawlab* which surely indicates a vertical wheel with a horizontal axis , and that is how wiedemann draws it . Both Reynolds and Forbes give the impression that this was a standard horizontal mill convertible into a vertical overshot mill .

Repartiment of Valencia , for example , lists several hundred mills , including forty three in the huerta of Valencia alone [45]. The problem is that there is no way to tell what kind of mills these were . In the present state of knowledge , all are presumed to have been horizontal mills because there is no clear documented instance of a vertical mill , nor any archeological remains of one in the Valencia Community . The Arabs surely introduced the vertical mill in al- Andalus both for the milling of grain and for industrial uses . The vertical mill diffused northward into Castile , with the name of *aceña* (from Arabic , *sāniya*) which always denotes verticality in medieval Castilian documentation . Not only were *aceñas* semantically differentiated from horizontal mills *(molinos de rodezno)* but their geographical distribution followed a characteristic pattern , with *aceñas* located on large rivers and horizontal mills on smaller streams . owing to the different hydraulic requirements of each [46].

There is a question , therefore , of why vertical mills were apparently unknown in medieval Valencia and what was the nature of the industrial mills (for fulling , mainly) which are documented there [47]. In the huerta of Valencia , where all mills were built on irrigation canals which supplied water to them with optimal head , under controlled velocity , the solution to the need for more power was simply to add additional millstones in the same mill house ; therefore some mills had three , four or up to eight horizontal millstones all grinding at the same time , doing the work that a large vertical mill could do, but without the cost of building and maintaining gearing mechanisms . Still , although it is possible to run a trip - hammer off a horizontal wheel , the gearing is complex enough to discourage this method .

Undershot vertical mills run well on irrigation canals , but none are documented There is an interesting literary reference to an undershot mill in Waluta (probably *Adrà*) , Mallorca , another area where all of the documented medieval mills (162 of which are mentioned in the *Repartiment*) appear to have been horizontal [48]. The interest of this mill , described by al Qazwini , quoting a now lost passage from *al - Udhri* , is that when water was scarce it

45 . Vincenç , M. Rosssello , " Els molins d' aigua de l' Horta de València , "in *Los paisajes del agua* (Valencia / Alicante , 1989) , PP . 317 - 345 , on P . 319 .

46 . Luis Miguel Villar Garcia , *La Extremadura castellano - leonesa : Guerreros , clérigos y campesinos (711 - 1252)* (Valladolid , 1986) , P . 335 , note 123 .

47 . I have discussed this problem in " Molins d' aigua a l' Horta medieval de València , " *Afers* , 9 (1990) , 9 - 22 .

48 . On traditional horizontal mills in medieval Mallorca , see Miquel Barcelo " Els molins de Mayurqa , " in *Les Illes Orientals d' Al - Andalus* (Palma de Mallorca , 1987) , PP . 253 - 262 , a study of the mills mentioned in the *Repartiment* ; he does not mention *Qazwini's* mill . See also , Helena Kirchner , et al ., " Molins d' origen musulma a Banyalbufar , " *Estudis Balearics* , IV , no . 21 (June 1986) , 77 - 86 .

Table 6
Distribution of norias , Old Castile

1.	Valladolid	842
2.	Burgos	133
3.	Palencia	108
4.	Logroño	67
5.	Segovia	57
6.	Soria	52
		TOTAL 1. 259

Table 7
Distribution of norias , Andalusia

1.	Almeria	668
2.	Cordoba	647
3.	Jaén	452
4.	Granada	43
		TOTAL 1. 810

What generalizations can be drawn from these figures? *First* , there is a relationship between the relatively high density of Muslim settlement in new Castile (particularly La Mancha) , the Levant , and the Balearic islands and the incidence of norias there . *Second* , certain regions such as Catalonia and old Castile received the technique by diffusion and not via continuity with Muslim sites [43]. *Third* , the intensity of noria use in La Mancha is no doubt owing more to its peculiar hydrological circumstances (shallow and high yielding water tables) than to the density of Muslim settlement per se . Nevertheless , from archeological evidence we know that in this area the Muslims replaced a Roman canal based irrigation system with another one based entirely on wells and norias [44].

(b) Mills . In contradistinction to the case of norias , mills are heavily documented in the *Libros de repartimiento ;* because of their value to the state as taxable monopolies , none escaped the notice of the king's surveyors . The

43 . Guichard notes as an open question the significance of the diffusion of the noria well beyond areas of dense and long lived Muslim settlement ; *Les Musulmans de Valence* (note 13 , above) , I , 16 - 17 .

44 . Almudena Orejas Saco del Valle y F. Javier Sanchez Palencia " Obras hidraulicas romanas y explotacion del territorio de la provincia de Toledo , " in *El agua en zonas aridas* (note 15 above) , I , 43 - 67 , on P . 59 .

Table 3
Distribution of norias , Levant

1.	Castellon		4 ,083
2.	Valencia		2 . 000
3.	Alicante		566
4.	Murcia		503
		TOTAL	7 . 152

Table 4
Distribution of norias , Catalonia / Baleares

1.	Baleares		3 . 540
2.	Gerona		505
3.	Tarragona		387
		TOTAL	4. 432

It is interesting to note that Leon (Table 5) with 2195 norias counted ranks far ahead of the Islamic heartland of Andalusia (Table 7) , with only 1810 norias , although this total is undoubtedly too low because only figures for four provinces are provided in the survey . Even Old Castile (Table 6 ; 1259 norias) compares favorably with Andalusia , and the province of Valladolid (842 norias) ranks higher than any Andalusian province . In Leon, more than seventy per cent of all norias were located in the province of Zamora,which was a kind of transit point for the diffusion of Islamic techniques northward to the Christian heartland . The city was famed for its *aceñas (sāniya / s)* , vertical water mills located in the city of Zamora on the Duero river . It may well be that the region of Tortosa which accounts for nearly half (176) of Tarragona' s 387 norias , played a similar role in the diffusion of Islamic techniques to Catalonia .

Table 5
Distribution of norias , Leon

1.	zamora		1 . 552
2.	Leon		338
3.	Salamanca		305
		TOTAL	2 . 195

Table 1
Distribution of norias , 1918
(Rank order by Province)

1.	Ciudad Real	21.006
2.	Castellon	4 . 083
3.	Baleares	3 . 540
4.	Toledo	2 . 750
5.	Valencia	2 . 000*
6.	Zamora	1 . 552
7.	Madrid	1 . 432
8.	Caceres	1 . 010
9.	Valladolid	842
10.	Almeria	668
11.	Cordoba	647
12.	Alicante	566
13.	Gerona	505
14.	Murcia	503
15.	Jaén	452

* Estimate of reporter .

Source : Ministerio de Fomento , *Medios que se utilizan para suministrar el riego* . 2 vols . (Madrid , 1918)

Nevertheless the gross figures reveal some interesting patterns . First , the provinces of New Castile (Table 2 : Ciudad Real , Toledo , Madrid , Cuenca and Guadalajara) had by far the greatest concentration of norias , 22 , 553 , with the Levant provinces of Castellon , Valencia , Alicante and Murcia in second place with 7152 (Table3) [42]. The Levant ,of course , is a place more characterized by gravity flow irrigation in canals,whereas in La Mancha (Ciudad Real and Toledo) the preponderance of all irrigation was by noria . The third-ranked region includes Catalonia and the Balearic islands (4453;Table4).

Table 2
Distribution of norias , New Castile

1.	Ciudad Real		21 . 006
2.	Toledo		2 . 750
3.	Madrid		1 . 432
4.	Cuenca		336
5.	Guadalajara		29
		TOTAL	22 . 553

42 . The figure for Murcia seems unusually low

5 . Hydraulic Technology : Some Observations

I have written elsewhere about recent developments in the history of hydraulic technology in al-Andalus [40]. Here I wish to refer only to two techniques , the noria and the water-driven mill , in order to focus on problems of analysis and interpretation of very disparate evidence .

(a) Geographical distribution of norias . The animal powered noria was virtually ubiquitous in Spain until the completion of rural electrification in the 1940S and 50 S . Since that time , it has virtually disappeared and all that can be studied in the field are the physical characteristics and distributions of the wells to which they were attached . The noria was a technique closely identified with the Arab conquests as a medium of diffusion . In its most common form , a hydraulic wheel moved by animal traction which lifts water from a wheel by an endless chain of pots , it was probably developed in late antiquity in Egypt . The Arabs then diffused it east to Spain and west to northern India in the course of their conquests and colonization . Thus the distribution and incidence of noria sites might well be expected to correlate with density and longevity of Muslim settlement .

Therefore geographical distribution is an important consideration , inasmuch as wherever and whenever the noria was introduced on a large scale it enabled single family farming units to make the transition from subsistence to market agriculture , creating thereby a series of a small agricultural revolutions along the path of its diffusion . The *Libros de repartimiento* are disappointing when it comes to norias ; relatively few are mentioned , possibly because of their very universality . Therefore , we have no notion of the distribution of norias at the beginning of Christian settlement .

In 1918 the Ministerio de Fomento surveyed water resources throughout Spain , as a result of which norias were actually counted [41]. It is clear that the methods of counting varied from province to province and that one cannot , in each case , be sure whether all norias were counted or whether traditional (*norias arabes*) were aggregated with iron or electrified norias . Where possible I have counted animal traction norias , whether made of wood or iron. Table 1 is a rank ordering of the fifteen provinces recording the greatest number of norias . For some provinces or judicial districts (*partidos judiciales)* no figures at all are supplied for norias . Therefore when comparing provinces or regions of the peninsula it is difficult to know what exactly is being compared .

40 . Thomas F . Glick , " Regadio y técnicas hidraulicas en al - Andalus : Sú difusion segun un eje Este - Oeste , " in *La caña de azucar en tiempos de los grandes descubrimientos , 1450 - 1550* (Motril , 1989) , PP . 83- 98 .

41 . *Medios que se* utilizan *para suministrar el riego* . 2 vols . (Madrid , 1918) .

practice reflected in many north African and Spanish irrigation systems [37].

4 . Two administrative models .

The Christian successor irrigation systems of the later middle ages display two models of administration , one tribal , the other municipal . The tribal model is documented directly in the case of irrigation systems in Mudejar communities where councils of elders *(shyūkh)* are depicted as making administrative decisions . In canals established by Muslims but settled wholly or mainly by Christian settlers a different administrative model had to be substituted for norms of tribal governance , because the christians , of course, lacked such structures . Thus autonomous irrigation communities were organized like craft guilds with similar officers holding authority delegated by the entire community , enforced by a structure of monetary fines , a system which was surprisingly successful at replicating tribal social solidarity and a consensual , customary system of social control in the limited domain of water allocation . The second model is found in municipally - controlled canals : typically a small town with one main canal (acequia madre) whose administration is in the authority of the town council . It is clear here that the irrigation officials are modeled after their Islamic predecessors : namely the *ṣāḥib al sāqiya (Çavacequia)* in medieval Aragon and Valencia) , the *amīn al - mā ' (alami* of Elche and Novelda) or , in Andalusia , the *qāḍi al ma (alcalde de las aguas* , in Castilian) [38].

In Christian medieval practice , the models tended to become blurred and the *séquiers acequieros* in autonomous and municipally controlled systems had very similar attributes : they had (like all dependencies of the *qaḍā')* unipersonal jurisdictions and could impose fines summarily for all but major offenses . To return to Muẓaffar and Mubārak , they could not have split a jurisdiction in the huerta of Valencia ; each must have been ṣāḥib of one *sāqiya* . The alternative , some kind of centralized irrigation bureau set up ephemerally by the Amirids , would have been extremely atypical , for as we have noted , control of irrigation in al - Andalus was local . Although the evidence we have for irrigation in al Andalus is mostly of an inferential nature , archeological evidence supports this picture and no documentary evidence contradicts it . The nature of post - conquest Christian institutions has direct bearing on its Islamic predecessor because of the ultra - stable nature of this kind of institution . Post - conquest evidence can therefore be used as if it were an archeological artifact [39].

37 . *Ibid* . , P . 80 .

38 . Glick , *Irrigation and Society in Medieval Valencia* , PP . 198 - 206 .

39 . Glick , " Sentido arqueologico " (note 26 , above) .

rather give " norm and form " to local custom . Thus Muhammad's stricture that the right to water is not unlimited for any individual but extends only to the watering of a field to the depth of the irrigator's ankles no doubt reflects a customary norm and not his *ad hoc* invention [31]; this *ankle rule* , incidentally , is current in customary irrigation in southern Spain , an inheritance of Islamic custom , in this case . Likewise , the fact that Umar, when establishing land values for the *Kharāj* used different criteria for rating lands and crops in parts of Syria and Iraq , may reflect not only his own fiscal concepts but , more likely , preexisting legal structures , reflecting provincial law in the Byzantine and Sassanid empires [32]. Mawardi states that Umar took into consideration four ways in which crops received water . But tax codes in antiquity had not only taken such distinctions into account but used them in order to encourage irrigation , as in the laws of Diocletian (fourth century A.D.) which some authors have portrayed as a stimulus to the diffusion of norias [33] .

Some further particulars may be gleaned from the *Nawāzil* of al Wansharisi , a collection of *fatwas* by a fifteenth-century Algerian jurisprudent , reflecting Andalusi practice [34]. Two of the *fatwas* deal with the issue of priorities of water right and in each case al - Wansharisi invokes the very widespread and ancient principle or Roman (and other) law that antiquity (of possession) creates the right (the *first in time , first in right* principle of *prior appropriation*) . In one case , hadith is cited , but no doubt this is an instance of a Muslim sanction applied to an old and universal principle [35]. Another decision relates to whether a *waqf* may sell rights to excess water that it does not need . Wansharisi says it may [36]. This decision may well have as its referent the particular hydrological situation of certain areas of North Africa and Spain where the alienation of water is customary (wherever water is distributed by unit of time) ; such a principle could not be applied generally because in systems (which I have called *Syrian* on the model of the allocation principle of the Barada river in the Ghuta of Damascus) where water is distributed with no measure of time , even usufruct cannot be alienated . A final example deals with the form of irrigation turns . Here Wansharisi in fact invokes customary , not Islamic , law when he observes that by consensus *(ijmā'a)* irrigation turns proceed from top to bottom , that is , from the head of the canal to the tail , a

31 . Al - Mawardi , *Les statuts gouvernementaux (Ahkam al - Sultaniyya)* , E . Fagnan , trans . (Algiers , 1915) , P . 158 .

32 . *Ibid* . , PP . 312 - 315 .

33 . John Peter Oleson , *Greek and Roman Mechanical Water - Lifting Devices : The History of a Technology* (Toronto , 1984) , P . 379 .

34 . Lucie Bolens , " L'irrigation en al - Andalus : Une société en mutation , analyse des sources juridiques (Les ' Nawazil ' d ' al - Wansharisi) , in *El agua en zonas aridas* (note 15 , above), I , 71 - 94 .

35 . *Ibid* . , PP . 80 , 84 .

36 . *Ibid* . , P . 79 .

measurement units (e.g .,Valencian *fila* ; Arabic *Khaiṭ*) [27]. To map them would make possible not only comparative study but also the reconstruction of systems for which there is no Islamic period documentation . The creation of such a linguistic atlas would not be difficult because questionnaires could be circulated through the irrigation bureaus of ministries of agriculture in the various countries in question .

3 . Water Law .

The formal law of water , whether Roman , Islamic or any other , encodes widespread traditional norms and practices which were fairly standard , common to all civilizations of antiquity and widely diffused throughout the Mediterranean basin.Specific practices in Islamic Spain and North Africa , however , may be presumed to represent not norms of Islamic law but rather those of Late Roman Provincial Law which in Crone's conception refers to non-Roman law or , rather Roman law with inflections or modifications reflecting the customary practices of the indigenous communities of the Roman empire [28]. Problems of interpretation here are massive , inasmuch as such regional variations are thinly documented . Two examples of this kind of problem will suffice . First is the much commented Latin inscription at Lamasba (Ain Merwana , Algeria) , which records an irrigation turn at a military colony which most likely embodies the practice of local Berber irrigators , with some patina of Roman law on top of it (but that patina might just have consisted in the formalization of in writing of a customary practice [29]. Second , is the ethnographic study of traditional Berber irrigation systems in the Atlas and anti-Atlas which establishes the priority of upstream irrigators over those downstream which contravenes the norms both of Roman riparian law *and* of Islamic water law [30]. Here is an appropriate example of the persistence of provincial custom which differs considerably from the wider systems of legal norms in which they were implanted .

It seems quite clear that certain provisions of *ḥadīth* or *shari'a* relating to water law reflect not the momentary whim of the Prophet or a Caliph , but

27. On Arabisms in Spanish irrigation terminology , see Glick , *Irrigation and Society in Medieval Valencia* , PP. 217 - 229 .

28 . Patricia Crone , *Roman , Provincial and Islamic Law : The Origins of the Islamic Patronate* (Cambridge , 1987) , especially PP . 1 , 15 .

29 . Brent D. Shaw , " Lamasba : An Ancient Irrigation Community , " *Antiquités Africaines* , 18 (1982) , 61 - 103 ; Miquel Barcelo , " La questio de l'hidraulisme andalusi , " in *Les aigues cercades* (note 16 , above) , PP. 9 - 36 , on P . 16 ; and Thomas F. Glick , " Las técnicas hidraulicas antes y después de la conquista , " in *En torno al 750 aniversario : Antecedentes y consecuencias de la conguista de Valencia* , 2 vols . (Valencia , 1989) , I . 53 - 71 , on PP. 62 - 63 .

30 . Glick , " Sentido arqueologico " (note 26 , above) , P . 167 .

of the settlement of a water dispute on the Palancia river in 1223 [22]. There are also quite a few documents from late medieval Granada which survive in Spanish translations made directly after the conquest of 1492 [23]. Some additional material of a notarial nature survives in Arabic documents of late medieval Mudejars [24]. Historical , geographical and even literary sources provide diffuse materials , some of which is surprisingly interesting and most of which is difficult to interpret because we are dealing mainly with anecdotes whose technical context is not provided . For example , Ibn Bassam claims to quote *a philosopher* (possibly *Aristotle* , according to Vernet) on the biophysics of the testicles which , the philosopher says , function like to counterweights helping to keep the body in equilibrium , just like *the weights which hang from the gates placed in irrigation canals , which open when there is a lot of water and close if there is only a little ; if one cleaves too much , more weight is placed on the other* [25]. The hydraulicist seeking to interpret this passage has little to go on , except that , in a general sense , all manner of devices were used to ensure that currents of irrigation water maintain their traditionally-established proportionality . These homespun devices of traditional technology rarely appear in formal treatises .

8 . Geographical distribution of technical terms . Elsewhere I have remarked that the creation of a linguistic Atlas of irrigation terms in the Islamic world (after the fashion of the Linguistic Atlas of Andalusia) would be a powerful tool in the interpretation of irrigation history [26]. Certain terms , widely distributed throughout the Islamic world . establish the historical filiation of the practices represented as well as suggesting the routes of their diffusion . In particular , the terms for irrigation turn , which in Spain are all Arabisms (e. g , *dula* , Arabic *dawla* ; *ador* , Arabic *daur* ; *martava* , Arabic , *martaba*), record specific families of operating procedures . The same is true of

22 . See Glick *Jrrigation and Society in Medieval Valencia* , pp . 198 - 199 .

23 . As examples , see the sixteenth century spanish translations of fourteenth century Arabic documents relating to the division of the Abrucena river reproduced by Manuel Espinar Moreno , " Reparto de las aguas del rio Abrucena (1273? 1420 . " *Revista del Centro de Estudios Historicos de Granada y su Reino* , 2nd epoch ,1 (1987) . 69 - 94 , on pp 89 - 94 .

24 . For example ,Angel Gonalez Palencia , " Notas sobre el regimen de aguas en la region de Veruela en los siglos XII y XII , " *Al - Andalus* , 10 (1945) , 79- 88 .

25 . Cited by Juan Vernet , " Perdigon : Los conocimientos de un hombre culto en la Zaragoza del siglo XI " (typescript) .

26 . Thomas F. Glick , "El sentido arqueologico de las instituciones hidraulicas.Regadio bereber y regadio español , " in *II Jornadas de Cultura Islamica* (note 18 , above) , pp . 165 171, on p. 170 .

does not tell us anything about the fine structure of the social organization of water . For this we must have access to documentation about the *operating procedures* whereby water was distributed to irrigators . In the methodology which I follow , it is understood that such procedures embody the social values and economic priorities of the irrigators (and , more broadly , of societies and cultures) . Some groups will choose a very efficient manner of distributing water , while others prefer distribution that , while not as efficient as possible , will ensure equity or justice in apportionment . In general terms , equity loses out to efficiency as climates become more arid and water is scarcer [19]. Certain kinds of documents permit this kind of analysis :

4 . *Inquests* . There is some documentation in which Muslim irrigators are asked by christian officials for details concerning the nature of water allocation arrangements . The most detailed is that of Gandia (1244) in which allocation of river water among various settlements is specified [20].

5 . *Litigation* . In court cases from the fourteenth and fifteenth centuries (in the kingdom of Valencia , for example) , irrigators gave testimony as to the nature of operating procedures of their communities and canals . The testimony of Muslim irrigators was , in certain areas , particularly valued because it was felt that they had access to the oldest (and therefore the most legally valid) information [21].

6 . *Ordinances of irrigation communities or procedures of the municipally administered canals (as recorded in municipal ordinances)* . such medieval ordinances may or may not faithfully reflect practice in Islamic times . Although ordinances provide detailed information about operating procedures, the administrative model underwent a significant change , as I will discuss below .

7 . *Arabic sources* . very few survive . One of the most useful is the record

19 . Noted by many students of irrigation , beginning with Jean Brunhes'classic comparative study of irrigation systems in southern Spain and North Africa (*L'Irrigation , ses conditions géographiques , ses modes et son organisation dans la péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord* , Paris . 1902) .

20 . Roque Chabas , *Distribucion de las aguas en 1244 Y donaciones del término de Gandia por D. Jaime I* (Valencia , 1898) .

21 . On the use of litigation documents to reconstruct the operating procedures of irrigation systems , see Glick , *Irrigation and Society in Medieval Valencia* , passim . on the testimony of Mudejar irrigators , Glick . "Hidraulica i politica hidraulica a la Gandia de Joanot " , in press .

the *Libros de Habices* which provide some information on the distribution of irrigation water [15].

2 . Archeological inspection of irrigation systems (mainly abandoned ones) . Archeological research is of obvious importance for the study of the physical properties of hydraulic systems , not only when physical structures such as qanats [16]. canals and mills are concerned , but also in evaluating the role of irrigation in a given community judged by the layout of the system of dams, canals and fields . Based on the methods of " *extensive archeology* " , for example , Barcelo has formulated interesting hypotheses comparing hydraulic layouts in feudal catalunya with those in Islamic Almeria [17].

3 . place names may sometimes furnish important information regarding the social allocation of water . Therefore the distribution of water through secondary feeders to settlements with Beni - names in places like Murcia and Gandia have been taken as evidence for a tribal model of water allocation[18].

Archeological and toponymic evidence , however , just like the land registers .

15 . Certain properties are specified as having so many hours or minutes an irrigation turn , or *dula*, although how such turns were actually organized can not be guessed on the basis of this documentation . See Manuel Espinar Moreno , Thomas F.Glick and Juan Martinez Ruiz, " El término arabe *dawla* " turno de riego " , en una alqueria de las tahas de Berja y Dalias : Ambroz (Almeria) , in *El agua en zonas aridas* , 2 vols . (Almeria ,1989) , I , 123 - 141 .

16 . On *qanats* , see *Les aigües cercades (Els qanat (s) de l'Illa de Mallorca* (palma , 1986) ; and Miquel Barcelo *et al* . , " Arqueologia : La Font Antiga de Crevillent : Ensayode descripcion arqueologica , " *Areas : Revista de Ciencias Sociales* (Murcia) , 9 (1988) , 217 - 231 .

17 . The mill is located at the heads of waterworks in catalunya , with the irrigation canals coming as a kind of afterthought; while in Almeria, the irrigation of fields comes first , and the mill is the last served . See Miquel Barcelo , " La arqueologia extensiva y el estudio de la creacion del espacio rural " in Barcelo , ed . , *Arqueologia medieval : En las afueras del " medievalismo "* (Barcelona , 1988) pp . 195 - 274 , on pp . 236 - 242 . According to Barcelo , the layout reflects the preeminence of communitarian values in al - Andalus and of feudal values in Catalonia . The hypothesis is interesting , but it occurs to me that such arrangements might well have hydraulic rationales as well : in arid regimes like those of Almeria , characterized by irregular flow and torrential rains , an exposed mill would run the risk of physical damage ; by locating at the end of a canal system , risk of damage is minimized and the controlled flow of water that millers prize is more assured .

18 . The phenomenon was first noted by Pedro Diaz Cassou , *La huerta de Murcia* (Murcia,1887), pp . 157 158 . The research was repeated by Julio Caro Baroja , " Regadios y agnaciones . " in *II Jornadas de Cultura Islamica . Teruel 1988* (Madrid , 1990) , pp . 161 164 , a curiously dated article which cites no recent work on spanish irrigation systems . On Murcia , André Bazzana and Pierre Guichard , " Irrigation et Société dans l'Espagne orientale au moyen age" , in *L'Homme et l'eau en Méditerranée et au Proche Orient* , J Metral and p. Sanlaville , eds . (Lyon , 1981) , pp. 115 140 , on PP. 128 - 130 .

with the labour force of fellahin who were necessary to keep them in good order [12]. In contrast, Guichard marshals evidence in support of quite a different picture: that of decentralized communal irrigation systems which hardly supports a Wittfogelian interpretation, as I have mentioned above [13].

Wittfogel is important not so much because of his global theories of political organization but rather because, first, he provides a ready made framework for comparative analysis, even places *within* the Islamic world which includes irrigated regions representing different kinds of climatic situations from arid, to semi - arid, to temperate. Secondly, Wittfogel focuses the problem of irrigation on its social and political requirements and organization. It takes ecological adaptation (which involves necessarily the application of technology) as the starting point both for the elaboration of a typology of social organization and as a means to explain cultural and social change [14]. It legitimizes in a very broad context the historical study of irrigation and hydraulic technology.

2. Evidence for the study of irrigation in Islamic spain

In general, because of the lack of pertinent documentation, irrigation systems of al - Andalus can only be studied either from documents of the christian middle ages, after the conquest, which may record institutional or technical features inherited from the Muslims, or by archeological study of irrigated sites. One set of evidence pertains mainly to the gross economic structure of irrigated areas and of agricultural society in general, but has little to say regarding the social distribution of water although certain hypotheses may be generated. This includes :

1. Land registers. The *Libros de repartimiento* (Catalan, *repartiment*), which were registers of grants to christian settlers of properties formerly owned by Muslims, provide a glimpse of the structure of property holdings on the eve of the christian conquest, the division between irrigated and unirrigated lands, and the presence (or absence) of hydraulic devices, in particular mills. In the case of Nasrid Granada, there are inventories of *waqf* properties, called

12. Fernand Braudel, *The Mediterranean and the Mediterranean World in the Age of Philip II*, 2 vols. (New York, 1972 - 73), I, 75.

13. *Pierre Guichard, Les musulmans de valence et la Reconquête (XIe - XIIIe siècles)*, 2 vols. (Damascus, 1990 - 91), I, 228 - 232, commenting on Goody, *Evolution of the Family and Marriage in Europe*.

14. See Jacinta palerm Viqueira, "Sistemas hidraulicos y organizacion social, "Symposium on Hydraulic Systems, Modernization of Agriculture and Migration ,Toluca (Mexico), 1991 (typescript). Palerm points out (p. 8) that Wittfogel distinguishes between " unicentric" complex societies, such as those of pre - classical antiquity, where irrigation generated despotic forms of government and pluricentric societies where a variety of political and social structures were generated.

first kings of that Taifa state . But we have no notion whatever of what that jurisdiction entailed , although I will hazard a guess below [8].

When the christians conquered al Andalus , according to Wittfogel , the institutional divide was crossed again , returning the country to the modes of governance typical of pastoral social organization . Again , some of the gross features of post reconquest Spanish polity and economy fit wittfogel's preconceptions , for example the predominance of the Mesta or sheepherders guild , a symbol of the *replacement of labor intensive irrigation farming by labor - extensive cattle breeding*[9] .

Here Wittfogel's sources , practically limited to Julius Klein's study of the Mesta[10] and the outdated nineteenth - century accounts of Laborde and Prescott, are not the best . We now know , for example , that irrigated areas such as the Campo de Cartagena were in fact converted to dry farming and herding and canals actually filled in . But such evidence is in fact atypical .The Christians began their occupation of al-Andalus by compiling huge land registers , the *Repartimientos* a typical agro managerial instrument[11]; and even though the fragmentation of jurisdictions so characteristic of feudal governance made coordination in hydraulic matters extremely difficult , the royal authority in the kingdom of Valencia was able to mount in the Acequia real del Jucar an irrigation system far more extensive than any canal system surviving from Islamic times . Therefore , it is possible to make a case for crossing the institutional divide but with Wittfogel's terms reversed , whereby a decentralized society with a tradition of fairly independent local rural economic units was replaced by a feudal society , but one with strong tendencies towards centralization of power in the monarchy which , in the crown of Aragon in particular , was stimulated by the revival of Roman law .

Recently Wittfogel's view has reoccurred in a polemic over the social organization of rural al - Andalus , in this case , the Valencian region , or sharq al- Andalus generally . The anthropologist Jack Goody , applying a Wittfogel style model to Islamic Spain assumes the servile condition of peasantry in irrigated areas , a construction that Pierre Guichard associates with Braudel's dogmatic notion that *In Spain the traveller passing from the secanos to the regadios –from the dry to the irrigated zones- left behind a relatively free peasant to find a peasant slave. Spain had inherited all the great irrigation networks from the Moslems after the Reconquest , taking them over intact along*

8 . See Glick , *Irrigation and Society in Medieval Valencia* , p . 198 .

9 *Oriental Despotism* , p . 218 .

10 . Julius Klein , *The Mesta : A study in Spanish Economic History , 1273 - 1836* (1920) (Port Washington , Ny , 1964) .

11 . Wittfogel notes the importance of agromanagerial instruments such as the Domesday Book , the great land register of Norman England (*oriental Despotism* , pp . 213 - 214) , without noting the parallelism between it and the *Libros de Repartimiento* .

Aprotoscientific system of irrigation and gardening was supplemented by an extraordinary advance in the typically hydraulic sciences of astronomy and mathematics. Contemporary feudal Europe could boast of no comparable development[5].

Wittfogel's sources were quite old but worthy for the times . For general information he depended in great measure on Dozy , although he had more appropriate sources for the finer points : on appointed officials and mercenary army , Andalusi chronicles reproduced in Spanish translation by Sanchez Albornoz , as well as the discussion of Lévi provençal ; on Andalusi agronomy , astronomy and mathematics , Aldo Mieli's *La science arabe* (1938). Nor has this picture substantially changed : if anything , Crone's view of tribal militias replaced rather early , and precociously in al Andalus with respect to the Islamic East , by a non tribally - based military organization , lend credence to Wittfogel's view of state organization typical of *oriental despotism* [6]. Historians of science , of course , have further develobed the extraordinary history of the exact sciences in al - Andalus , especially astronomy , which is the hydraulic science par excellence in Wittfogel's view because of the need for calendrical calculations that bureaucrats as well as farmers require in order to maximize their scarce water resources . The Andalusi agronomical school created a highly distinctive body of literature , some of which (notably the treatise of ibn al - ʿAwwām) was oriented towards irrigation agriculture .

Nevertheless , Wittfogel's view of Andalusi society is deformed by the nature of the sources on which it rests , namely palatine chronicles and the products of high scientific culture . In fact there is no evidence of any wide scale hydraulic works directed by an agromanagerial bureaucracy . There was nothing like an Iraqi *dīwān al mā'* ñ Indeed the heartland of the caliphate, the *campiña de Cordoba* , was a wheat - growing area , unirrigated . The results of archeological studies of irrigated areas in eastern and southern Spain are consistent with Samir Amin's *tributary model* (which is in a sense agro managerial in Wittfogel's sense but then so is almost any centralized tax system) , but the irrigation systems themselves appear to have been highly localized and administered either by tribes , by autonomous communities of irrigators not necessarily tribal , or by municipal administrations , with no regional , much less imperial linkages among them [7]. The only exception to this general picture are the mysterious *ṣagāliba* , Muẓaffar and Mubārak , who ascended from the office of *wakālat al - ṣāgiya* of Valencia to become the

5 . *Ibid* . p . 215 .

6 . Patricia Crone , *Slaves on Horses : The Evolution of the Islamic polity* (Cambridge , 1980) , pp . 75 , 255 note 577 .

7 . This view of irrigation systems serving communitarian interests (even ahead of economic ones) is promoted by Guichard , Barcelo .

Despotism (1957) . His general conclusion was that through a process of environmental stimulus and institutional response , hydraulic societies developed a distinctive kind of despotic regime (a more finely defined version of Marx's model of *Asiatic society* characterized by *agro- managerial bureaucracies* , as well as by religions with complex priestly classes , the development of science , in particular astronomy and mathematics which were needed to analyze the hydrological cycle, and other characteristic social , institutional and cultural forms .

To establish a context for the present discussion , I wish to give a brief synopsis of what Wittfogel had to say , not about antiquity , but rather about Islamic civilization in historical times . Following Adam Mez , Wittfogel concentrated on the ʿAbbasid empire , noting :

> The number and variety of the great hydraulic areas that for shorter or longer periods lay within the jurisdiction of the Baghdad caliphate : Egypt , South Arabia , Babylonia , Persia (northeast and south Transoxania and Afghanistan) . All these areas posed *great irrigation problems* , and the Arab sources note both the technological means and the numerous personnel required to solve them [1].

The section of Mez that Wittfogel cites here is one that deals mainly with the organization of irrigation in ʿAbbasid Persia , in particular the *dīwān al - mā'* of Marw [2], a large bureaucratic office with ten thousand employees overseeing a huge system of dams and canals.[3]

Wittfogel also discussed Islamic Spain , in a section devoted to *agricultural civilizations crossing the institutional divide*, By this he meant various historical cases of societies that pass from one stage of human social evolution to another as when non- hydraulic pastoral societies become hydraulic societies . Spain provided Wittfogel with an excellent historical laboratory in which to test his hypothesis[4] .When Spain of the pastoral, sheep - herding Visigoths was conquered by the Muslims it became,in Wittfogel's view .

> " a genuine hydraulic society , ruled despotically by appointed officials and taxed by agromanagerial methods of acquisition . The Moorish army , which soon changed from a tribal to a *mercenary* body , was as definitely the tool of the state as were its counterparts in the Umayyad and Abbassid caliphates .

1 . Wittfogel , *oriental Despotism* (New Haven , 1957) , p . 167.

2 . Mez , *El renacimiento del Islam* (Madrid , 1936) , pp . 533 540 , especially pp. 534 535 .

3 . See also Claude Cahen , "Le service de l' irrigation en Iraq au début du XIe siècle . " *Bulletin d'Etudes Orientales* (Damascus) , 13 (1949 50) , 117 143. For similar institutional arrangements , Ann K . S. Lambton , " The Regulation of the waters of the zayande Rud , " *Bulletin of the School of oriental studies* , 9 (19xx) , 663 - 674

4 . *Oriental Despotism* , pp . 214 - 219 .

Irrigation and Hydraulic Technology in Islamic Spain : Methodological Considerations

Thomas F. Glick*

While a discussion of the history of irrigation systems may seem at first glance tangential to the concerns of a meeting on the history of science and technology , I will argue here that irrigation agriculture taken as a whole has obvious technological ramifications . Obviously the development and diffusion of the physical appurtenances of irrigation systems , such as dams , canals, aqueducts , *Qanats* , siphons and so forth fall within the domain of technological history as do lifting devices from the Archimedes screw and the shaduf to the current - and animal driven norias . Noria technology is related to that of milling , which also falls within our discussion . But I would also add that the legal and institutional arrangements by which water is distributed for use in irrigation canals and for mills is no less a technology , because such arrangements have a direct impact upon the human use of a natural resource, water , and any kind of mediation between society and natural resources is , by definition , a technology . Emphasis on machinery and physical objects may cause us to forget that the history of technology is the history of technical ideas, whether those ideas are put into effect through physical objects and processes or through social and institutional mechanisms . (Thus , different modes of allocating water affect the efficiency with which water is used for agriculture.) In this broader sense , the history of technology is very close conceptually to the history of science and to the history of ideas generally .

1 . Hydraulic Societies

Irrigation and hydraulic technology may be approached at a number of levels , from the general to the particular . At it's most general , there is the old , but still pertinent (particularly in Middle Eastern history) debate over the role of irrigation in the origin of civilizations and the nature of social and political organization in so-called *hydraulic societies*. Social theorists of the past century (Hegel first , and then Marx) and anthropologists of the present (Gordon Childe and Julian Steward were the most important theorists) noted the relationship between the bureaucratic requirements of water management (both irrigation and flood control) in arid regions and the origins of the high civilizations of antiquity (Assyria , Babylonia , Egypt , the valleys of the yellow and Indus rivers and , in the new world , Mexico and Peru) . The political and social ramifications of such hydraulic civilizations were then theorized by Karl Wittfogel , a non - orthodox Marxist , in a famous book titled *oriental*

* Boston University . Paper given at the Fifth International symposium for the History of Arabic Science , GRANADA , 30 March - 4 April , 1992 .

J . H . A . S . 1995 - 96 - 97 : Vol . 11 : PP . 3 - 19 .

ISSN 0379-2927

Journal for the History of Arabic Science

Miss Shaza FUSTOUK & Mustafa SHĪKH ḤAMZAH Participated in the preparation of this issue.

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (I.H.A.S), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (I.H.A.S). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science.*

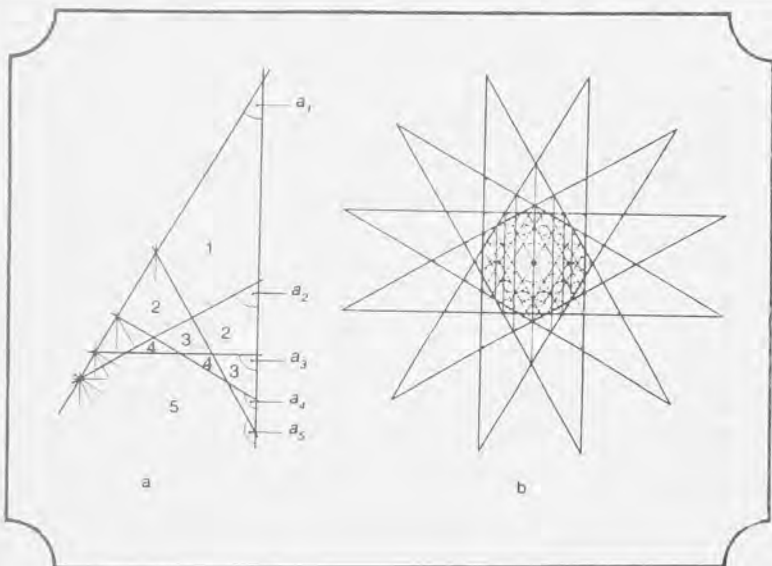
ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Vol. 1 (1977), Vol. 2 (1978), Vol. 3 (1979), Vol. 4 (1980), Vol. 5 (1981), Vol. 6 (1982)
Vol. 7 (1983), Vol. 8 (1984), Vol. 9 (1991), Vol. 10 (92 - 93 - 1994),
Vol. 11 (95 - 96 - 1997), $ 30.00 (each).

Postage expenses are not included.

Aleppo University Press
Printed in Syria

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



. 11
os.
& 2
97

مجلة تاريخ العلوم العربية

University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo, Syria

مجلة تاريخ العلوم العربية

بلد الاول
لد الاول
ر ١٩٧٧

٢٩٥

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب ـ سورية

مجلة تاريخ العلوم العربية

السنة الأولى | العدد الأول | أيار ١٩٧٧

محتويات العدد

الابحاث العربية

الأبحاث الاجنبية

مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر مجـلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العـربي مرتين كل عام (في فصـلي الربيـع والخريف) . يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقـال الى :

معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

توجه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمـور الادارية الى العنوان نفسه .

قيمة الاشتراك السنوي :

بالبريد العادي	٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أميركية
بالبريد الجوي	٤٢ ليرة سورية أو ١٠ دولارات أميركية

قيمة العدد الواحد :

بالبريد العادي	١٥ ليرة سورية أو ٤ دولارات أميركية
بالبريد الجوي	٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أميركية

افتتاحية العدد الأول

الدكتور أحمد يوسف الحسن

هذه مجلة عالمية تظهر الى الوجود مع صدور هذا العدد ، إنها مجلة الأسرة العالمية للباحثين المهتمين بتاريخ العلوم العربيــة ـ الاسلامية . وبصدور هذه المجلة يجد هؤلاء الباحثون في الشرق والغرب لأنفسهم مكاناً يلتقون فيه وينشرون فيه نتاج عملهم الدؤوب في الكشف عــن التراث العلمي في الحضارة العربية الاسلاميــة .

وهذه المجلة تصدر تنفيذاً للتوصيات والمقررات الــتي اتخذتها الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب المنعقدة في جامعة حلب بين ٥ و ١٢ ابريل (نيسان) ١٩٧٦ . لقــد حققت الندوة المذكورة نجاحاً كبيراً ووجد فيهــا مؤرخو العلوم العربية الاسلامية فرصة عظيمة للتعارف ولتوحيد الجهود . وكان أن اتخذوا عــدة مقررات هامة ، منها أن تستمر الندوة العالميــة لتاريخ العلوم عند العرب في الانعقاد بصورة دورية مرة كل ثلاث سنوات ، ومنها التوصية بصدور مجلة عالمية لتاريـــخ العلــوم عند العرب تكون لسانهم الناطق . وقد أسند المؤتمرون الى معهد التراث العلمي العربي مهمة تنفيذ هــذه التوصيات . وبذلك أنيطت بهــذا المعهد منذ تأسيسه مهمة تنسيق وتوحيد جهود مؤرخي العلوم العربية الاسلامية عــن طريق عقد الندوة العالمية بصورة مستمرة وعــن طريق إصدار مجلة تاريخ العلوم العربية .

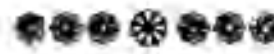
ان افتتاحية هــذا العدد التي حررها الدكتور سامي حمارنة باللغة الانكليزية تحتوي عــلى شرح واف لأهداف المجلة . ويدافع الدكتور حمارنة عن استخدام تعبير «العلوم العربية» أو «العلوم العربية الاسلامية» . وسواء أكان القارىء من أنصار هذا التعبير أم ذاك فنحن نؤكد أننا لا نقصد التمييز بــين حضارة عربية وأخرى اسلاميــة ، فالمجلة معنية بالحضارة الاسلامية أو بالحضارة العربية أو بالحضارة العربية الاسلامية . وانما استخدمنا تعبير العلوم العربية لمــا للعربية وهي لغة القرآن الكريم من فضل ومن مكانة ، فهي لغة الحضارة الاسلامية بشكل عام وبهــا كتبت معظم مخطوطات تراثنا العلمي .

وقـــد اختارت المجلة اللغات العربية والانكليزية والفرنسية لكي ينشر بها الباحثون مقالاتهم . ونلاحظ مـــن محتويات هذا العدد أن معظم الباحثين قـــد نشروا أبحاثهم باللغة الانكليزية . وهذا بديهي في هذه المرحلة المبكرة من اهتمام الجامعات العربية والاسلامية بدراسة تاريخ العلوم العربية الاسلامية . اذ لا يزال مركز الثقل في أبحاث التراث العلمي العربي الاسلامي موجوداً في الجامعات غير العربية وغير الاسلامية . والمرجو أن تثير هذه المجلة اهتمام الجامعات العربية والاسلامية حتى نرى في المستقبل مزيداً من الابحاث الجادة الصادرة عن هذه الجامعات .

انني أشكر هذه الأسرة العالمية من المحررين الاستشاريين ، وكلهم من كبار رجال العلم الذين برزوا في أبحاثهم على الصعيد العالمي ، على تعاونهم وعلى حماستهم لانجـاح هذه المجلة وعلى تطوعهم دون أي مقابل لتحريرها وامدادها بالمقالات والابحاث .

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب

الدكتور احمد يوسف الحسن



مقالة الحسن بن الحسن بن الهيثم في الأثر الظاهر في وجه القمر

تحقيق الدكتور

عبد الحميد صبرة

استاذ تاريخ العلوم
عند العرب في جامعة هارفارد

المقدمـــة :

المقالة التي ننشر نصها فيما يلي ذكرها ابن أبي أصيبعة في كتابه «عيون الأنباء في طبقات الأطباء» ضمن «القائمة الثالثة» التي أوردها لمصنفات ابن الهيثم ، وترتيب المقالة في هذه القائمة هي التاسعة والأربعون (أنظر مقالنا عن ابن الهيثم في «قاموس الأعلام العلميـــة» Dictionary of Scientific Biography ، الجزء السادس ، نيويورك ، سنة ١٩٧٢) . كذلك جاء ذكر المقالة في «أخبار الحكماء» لابن القفطي (المصنف رقم ٦٧) ــ أنظر نشرة ليبرت ، ليبتسك ١٩٠٣ ، ص ١٦٨ . وفيما نعلم لا يوجد لمقالة ابن الهيثم سوى نسخة واحدة محفوظة في مكتبة بلدية الإسكندرية تحت رقم ٢٠٩٦ د ، وأوراقه مرقومة ٤٧ــ٥٤ . ونص هذه المقالة لم يسبق نشره محققاً ، إلا أنه ترجم إلى اللغة الألمانية بقلم المستشرق الباحث في تاريخ الرياضيات العربية كارل شوي وظهرت هذه الترجمة في هانوفر سنة ١٩٢٥ ، كما نشر أرمان آبل بحثاً عن المقالة بالفرنسية سنة ١٩٣٥ ــ أنظـــر :

Carl Shoy, *Abhandlung des Shaichs... Ibn al-Haitham: Über die Natur der Spuren (Flecken), die man auf der Oberfl..che des Mondes sieht...,* Hannover, 1925.

Arman Abel, La sélénographie d'Ibn Al-Haitham (965-1039) dans ses rapports avec la science grecque. *Comptes rendus* [*du*] *IIe Congrès National des Sciences, Bruxelles,* 19-23 *Juin* 1935, pp. 76-81.

عنوان المقالة كما جاء في مخطوط الإسكندرية «مقالة الشيخ أبي علي الحسن بن الحسن بن الهيثم رحمه الله في مائية [= ماهية] الأثر الذي في وجه القمر» . والمخطوط مجلد قائم بذاته له رقمه الخاص به . ولكن يتضح من ترقيم صفحاته ومقارنة خطه بخط مقالين آخرين في مكتبة الإسكندرية (وكلها بخط نسخي واحد واضح ودقيق) ان هذه المقالات الثلاثة على الأقل كانت مؤلفة في مجلد واحد قبل الفصل بينها في مجلدات ثلاثة . ولم يبين تاريخ نسخ هذه المقالات في واحدة منها . أما المقالان الآخران فهما :

(أ) «مقالة تتضمن شكوك ابن الهيثم على بطاميوس» ، ورقمها ٢٠٥٧ د. وترقيم أوراقها ، كما يبدو من الرقم الوحيد المبين في وجه الورقة ١٢ ، هو ١–١٨ . (وقد نشرت مطبعة دار الكتب بالقاهرة نص هذه المقالة سنة ١٩٧١ مراجعاً على نسخة أخرى في أكسفورد بتحقيق عبدالحميد صبره ونبيل الشهابي) .

(ب) «مقالة ابن الهيثم في كيفية الرصد»، ورقمها ٣٦٨٨ ج . وترقيم أوراقها٣١–٤٦.

ولما كان «ترقيم الأوراق في مقالة «الأثر» يبدأ بالرقم ٤٧ فمن الواضح أن ترتيب هذه المقالة كان تالياً مباشرة لمقالة «كيفية الرصد» في المجلد الجامع الأصلي ، وأن ذلك المجلد كان يتصدره مقالة «الشكوك» . أما الفجوة بين الورقة الأخيرة في مقالة «الشكوك» (ورقم هذه الورقة ١٨) والورقة الأولى في مقالة «كيفية الرصد» (ورقمها ٣١) فلا بد أنه كان يشغلها مقالة أخرى يرجح أن تكون هي الأخرى لابن الهيثم . وبالفعل ذكر بروكلمان في «تاريخ الأدب العربي» لابن الهيثم مقالة في مكتبة الإسكندرية بعنوان «التنبيه على مواضع الغلط في كيفية الرصد» ربما كانت هي المتممة لذلك المجلد الجامع الأصلي ، ولكني لم أطلع بعد على هذه المقالة للبت في هذا الغرض .

يشير ابن الهيثم في مقالة «الأثر» إلى اثنتين من مقالاته ، هما مقالته «في ضوء القمر» (رقم ٦ في قائمة ابن أبي أصيبعة الثالثة) ومقالته «في أضواء الكواكب» (رقم ٣/٤٨)، كما يشير إلى كتابه الكبير المحتوي على سبع مقالات «في المناظر» (رقم ٣/٣) . وقد حفظت لنا هذه المصنفات الثلاثة في نسخ خطية ، وطبع منها مقالة «ضوء القمر» ومقالة «أضواء الكواكب» ضمن «مجموع رسائل ابن الهيثم» التي نشرتها دائرة المعارف العثمانية في حيدر آباد سنة ١٣٥٧ هجرية . والأولى من هاتين المقالتين ترجمت الى الألمانية بقلم كارل كول سنة ١٩٢٤ ، والثانية ترجمها إلى الإنجليزية وليد عرفات و ج. ج. ونتر سنة ١٩٧١ (أنظر بيانات هذه الترجمات في مقالنا المذكور سابقاً عن ابن الهيثم) . وإذن فمقالة «الأثر» هي من أعمال ابن الهيثم المتأخرة الناضجة التي دونها بعد اكتمال آرائه في إشراق الأضواء وبخاصة كما أوضحها في «ضوء القمر» وفي «البصريات» . وابن الهيثم في مواضع متعددة من مقالة «الأثر» يتناول بعض آرائه في المصنفين السابقين بشيء من التفصيل ويضيف اليها ما يزيدها تحديداً ، هذا فضلا عن محاولته تطبيق هذه الآراء لتفسير «الأثر» بافتراض زيادة «كثافة» الموضع الذي يظهر فيه عن سائر المواضع في سطح القمر .

لم نتناول النص بشيء من التغيير عدا تقسيمه الى فقرات وإضافة علامات الوقف ، مع الاقتصاد في هذه الإضافة ، والهمزات وبعض الشكل لإزالة ما قد يعرض من إبهام . ويجد القارىء في جهاز التحقيق في آخر النص دليلاً شاملاً لكل ما أدخلنا من تعديلات أو جئنا به من اقتراحات في قراءته ، ويتبين من هذا الجهاز أن مخطوط الإسكندرية الوحيد قد احتفظ لنا لحسن الحظ بنسخة جيدة خالية من الفجوات أو الصعوبات التي يعسر حلها .

[٤٧ و]

مقالة الشيخ أبي علي الحسن بن الحسن بن الهيثم رحمه الله في مائية الاثر الذي في وجه القمر

[٤٧ ظ]

بسم الله الرحمن الرحيم

قال أبو علي الحسن بن الحسن بن الهيثم :

قد اختلف أهل النظر في مائية الأثر الذي يظهر في وجه القمر . وهذا الأثر إذا تؤمل واعتبر وجد دائماً على صفة واحدة لا يتغير لا في شكله ولا في وضعه ولا في مقداره ولا في كيفية سواده . وقد تصرفت ظنون الناس فيه وتشتتت آراؤهم ، فرأى قوم أنه في نفس جرم القمر ، ورأى قوم أنه خارج عن جرم القمر ومتوسط بين جرم القمر وبين أبصار الناظرين اليه ، ورأى قوم أنه صورة تظهر بالانعكاس لأن سطح القمر صقيل فاذا نظر اليه الناظر انعكس شعاع بصره عن سطح القمر إلى الأرض كما ينعكس عن سطوح المرايا فيظهر له صورة الأرض أو بعضها ، وقال قوم إنه صورة البحار التي في الأرض ترى بالانعكاس ، وقال قوم إنه صورة الجبال التي في الأرض ، وقال قوم إنه صورة قطعة من الأرض التي يقع عليها الشعاع المنعكس .

فأما من قال إن الأثر هو شيء متوسط(١) بين البصر وبين جرم القمر فيعتقد أن القمر يجتذب من الأرض بخاراً ما (٢) بخاصية فيه فيرتقي البخار وينعقد ويكون أبداً تحت القمر ويكون أبداً على صفة واحدة فلذلك لا يتغير شكله ولا مقداره ولا وضعه من القمر .

فأما من قال إنه في نفس جرم القمر فانهم اختلفوا : فقالت طائفة منهم إنه شفيف يسير في جسم القمر ، فاذا نظر الناظر اليه رأى ما وراءه فيمتزج صورة الضوء الذي في موضع الشفيف بصورة السماء التي من وراء القمر فيظهر مخالفاً للّون الذي في بقية جرم القمر . وقال قوم هو خشونة في الموضع ، وجرم القمر صقيل ، فاذا أشرق عليه ضوء الشمس لم يقبل الموضع الخشن الضوء كما يقبله الصقيل . ويمكن أن يقال إن موضع الأثر خشونة بارزة وأجزاؤها شاخصة ، وإذا أشرقت عليها الشمس صارت لأجزاء الخشونة أظلال على ما يليها من سطح القمر فيظلم موضع الظل ، والأثر الذي في القمر هو أظلال أشخاص الخشونة . ويمكن أن يقال إن في جسم القمر تقعيراً ، فاذا أشرق عليه ضوء الشمس صار لمحيط التقعير ظل على

باطن التقعير ، والأثر هو ظل محيط التقعير . ويمكن أن يقال إن في السماء موضعاً أو مواضع فيها بعض الكثافة كما أن المجرة فيها بعض الكثافة ، إلا أن في المجرة ضوءاً مّا وليس في تلك المواضع ضوء ولذلك ليس يظهر ، وأن موضعاً من تلك المواضع متوسط بين الشمس والقمر ، فاذا أشرق ضوء الشمس على القمر كان لذلك الموضع ظل على سطح القمر ، والأثر هو ظل الموضع الكثيف من السماء .

وجميع هذه الآراء تبطل [٤٨ و] وتضمحل عند تحقيق النظر . ونحن نبين فساد جميع هذه الآراء ، ثم نبين بعد ذلك مائية هذا الأثر .

أما رأي من رأى أن الأثر خارج عن جرم القمر ، وأنه بخار يجتذبه القمر من الأرض ، وأنه متوسط بين البصر وبين جرم القمر ، فانه ظاهر الفساد . وذلك أنه لو كان الأمر كذلك لكان يختلف موضع الأثر من سطح القمر عند المواضع المختلفة من الأرض في وقت واحد ، لأن كل جسم متوسط بين البصر والمبصر فان له اختلاف منظر . وليس يوجد الأمر كذلك ، بل يوجد الأثر(٣) إذا نظر إليه في الليلة من أول الليل إلى آخره من المواضع المختلفة من الأرض رؤي في موضع واحد بعينه من سطح القمر . فلو كان الجسم المتوسط في نفس جسم السماء أيضاً لا في الهواء ، بعد أن يكون بينه وبين القمر بُعد مّا ، لم يكن بد من أن يتغير موضعه من سطح القمر في الرؤية إذا نظر إليه من موضعين مختلفين من الأرض ، وخاصة إن كان البعد الذي بين الموضعين بعداً متفاوتاً . فأما إذا كان المتوسط في الهواء ونظر إليه في وقت واحد من موضعين من الأرض يكون البعد الذي بينهما متفاوتاً ، وأدرك الأثر من أحد الموضعين في وسط سطح القمر ، فانه من الموضع الآخر يرى خارجاً عن جرم القمر ولا يرى في القمر شيء من الأثر ، لأن الجسم المتوسط بين البصر والمبصر كلما كان أبعد عن المبصر كان اختلاف منظره أكثر .

وأيضاً فانه إذا كان الأثر بخاراً يجتذبه القمر ، وكان وضعه أبداً من القمر وضعاً واحداً ، فانه إذا كان القمر قريباً من الأفق ونظر الناظر إليه فليس يكون ذلك البخار متوسطاً بين بصر الناظر وبين القمر . وإن كان متوسطاً بين بصره وبين القمر فليس يكون موضعه من القمر هو موضعه الذي كان يراه ذلك الناظر في وقت كون القمر في وسط السماء أو قريباً من الوسط من أجل اختلاف المنظر . فليس الأثر الذي في القمر بشيء متوسط بينه وبين القمر .

فأما رأي من رأى أنه صورة تظهر بالانعكاس فانه يبطل بما نذكره : وهو أن الانعكاس يكون على زوايا متساوية تحدث بين خطوط الشعاع وبين السطح الصقيل . وإذا كان ذلك كذلك فان القمر إذا اختلف وضعه من البصر اختلفت زوايا الانعكاس التي تحدث بين خطوط الشعاع الخارجة من البصر وبين سطحه . وكلما بعد القمر من وسط السماء اتسعت الزوايا التي تحدث بين الخطوط الأول التي تخرج من النظر إلى القمر وبين الخطوط المنعكسة عنها ، وإذا اتسعت هذه الزوايا تغيرت المواضع التي ينتهي إليها الشعاع المنعكس ، فان كانت

هذه الشعاعات تنتهي إلى سطح الأرض فانما تنتهي إلى [٤٨ ظ] مواضع مختلفة من الأرض ، وإذا كانت الشعاعات تنتهي إلى مواضع مختلفة من الأرض ، وكان الأثر إنما هو صورة البخار وصورة الجبال ، فقد كان يجب أن يختلف شكل الأثر لأن أشكال الجبال وأشكال محيطات البحار في المواضع المختلفة من الأرض مختلفة ، وليس يوجد شكل الأثر في الأوقات المختلفة مختلفاً ، وقد كان يلزم أن يعرض هذا الاختلاف في الليلة الواحدة عند البصر الواحد ، لأنه كلما بعد القمر من سمت الرأس تغيرت أوضاع الشعاعات الخارجة إليه(٤) من البصر واتسعت الزوايا التي بين الشعاعات الأول وبين الشعاعات المنعكسة .

وأيضاً فانه إذا قرب القمر من أفق المغرب ، أو كان قريباً من أفق المشرق ، فان الشعاعات التي كانت تنعكس إلى الأرض تصير خارجة عن الأرض . لأنه إذا كان القمر قريباً من الأفق تكون الشعاعات الخارجة إليه من البصر مائلة جداً عن سطحه ، فتكون الشعاعات المنعكسة عنها مائلة أيضاً عن سطحه شديدة الميل ، ويكون ميل الشعاعات المنعكسة الى ضد الجهة التي فيها الأرض فيلزم من ذلك ألا تقع الشعاعات على سطح الأرض ، فيلزم من ذلك أن يكون القمر إذا كان قريباً من الأفق أي جهة كان من جهات الأفق لا يظهر(٥) فيه شيء من الأثر إن كان الأثر هو صورة الأرض أو البحار(٦) أو الجبال أو شيء من الأرض يظهر بالانعكاس . وليس يوجد الأمر كذلك ، بل يوجد الأثر الذي في القمر أبداً في القمر في موضع بعينه من سطح القمر كان القمر في الأفق أو في وسط السماء أو فيما بين ذلك .

وأيضاً فانه إذا كان القمر على سمت الرأس ، وكثيراً ما يعرض ذلك في المواضع التي عرضها أقل من المجتمع من غاية ميل الشمس مع غاية عرض القمر ، فان شعاع البصر الذي يخرج إلى وسط سطح القمر يكون عموداً على سطح القمر فينعكس على نفسه فيرجع إلى البصر ولا يدرك به شيء من سطح الأرض ، وتكون الشعاعات الخارجة إلى بقية سطح القمر ينعكس أكثرها إلى مواضع خارجة عن الأرض ، وهي الشعاعات التي تنعكس من محيط القمر من المواضع البعيدة عن وسطه . والتي تنعكس إلى الأرض إنما تنعكس من وسط سطح القمر ومن حوالي القمر ، فتكون الصورة التي تظهر إنما تظهر في وسط سطح القمر فقط . فلو كان الأثر الذي يرى في القمر هو صورة تظهر بالانعكاس لقد كان يجب أن ترى الصورة في وقت كون القمر على سمت الرأس في وسط سطح القمر فقط . وليس يوجد الأمر كذلك ، أعني أنه ليس يوجد الأثر في وقت من الأوقات في وسط سطح القمر فقط ، فليس الأثر الذي في القمر صورة تظهر بالانعكاس .

وأما رأي من رأى أن الأثر في نفس جرم القمر ، وأنه [٤٩ و] شفيف يسير في جرم القمر ، فانه ينتقض بكسوف الشمس . وذلك أن كسوف الشمس إنما هو بتوسط القمر بين الأرض وبين جرم الشمس فتستتر الشمس بالقمر ، فان استتر جميعها انكسف جميعها ، وإن استتر بعضها انكسف ذلك البعض . وهذا المعنى يظهر بالحس ظهوراً بيناً ، لأنه إذا انكسفت الشمس ونظر

إليها ناظر فانه يجد جرم القمر في وجه الشمس . ومتى اعتبر ذلك وجد على ما ذكرنا . فان لم يستطع الناظر النظر إلى الشمس ، فانه إذا وضع طستاً في موضع منكسف الشمس وسكب فيه ماءً صافياً وصبر إلى أن يسكن الماء ، ثم نظر في الماء ، فانه يرى القمر بالانعكاس ويجده في وجه الشمس . ولأن كسوف الشمس إنما هو بالقمر صار المقدار المنكسف من الشمس يختلف عند المواضع المختلفة من الأرض من أجل اختلاف منظر القمر لأنه متوسط بين القمر وبين جرم الشمس . فلو كان الأثر الذي في القمر هو شفيف في جسم القمر لكان ما يكسف الشمس ، ولكان ضوء الشمس يظهر من وراء نور القمر في وقت الكسوف . وإذا لم يظهر ظهوراً بيناً فانه قد كان يظهر شفيف القمر إذا كان في وجه الشمس وإن كان شفيفه يسيراً . لأن كل مشف فانه يظهر ما وراءه مضيئاً ، وإذا (٧) كان شفيفه يسيراً فانه يظهر شفيفه إذا كان وراءه جسم مضيء ، وما لا يظهر ما وراءه(٨) ولا يظهر شفيفه إذا كان وراءه جسم مضيء فليس بمشف . فليس الأثر الذي في القمر بشفيف هو في جسم القمر .

وأما رأي من رأى أن الأثر هو خشونة في موضع الأثر من سطح جرم القمر ، وبقية سطح جرم القمر صقيل ، فان القمر يقبل الضوء من الشمس ، فالمواضع الصقيلة تقبل الضوء أكثر من قبول المواضع الخشنة ، فان هذا الرأي ينتقض بما بيناه في كتابنا في ضوء القمر. وذلك أنه قد تبين في ذلك الكتاب أن القمر إذا أشرقت عليه الشمس صارت ذاته مضيئة وصار الضوء الذي يشرق منه إنما يشرق كما يشرق الأضواء . فالأجسام المضيئة من ذواتها ليس يشرق الضوء منها من أجل صقالها ولا من أجل سطوحها فقط ، بل إنما يشرق الضوء من كل جزء منها ، وليس إضاءتها من أجل صقالها بل من أجل القوة النورية التي هي فيها . وهذا المعنى يظهر مثله في النار وفي أجزائها وفي أجزاء الأجسام الحاملة للنار . وأيضاً فان الخشونة تمنع انعكاس الضوء عنها لا قبول الضوء . ومع ذلك فان الخشونة أولى بقبول الضوء من الصقال ، لأن الضوء إذا أشرق [٤٩ ظ] على الجسم الخشن دخل في مسامه وغضونه ، والصقال يمنع الجسم الصقيل من قبول الضوء . والدليل على ذلك انعكاس الضوء عن الجسم الصقيل . فلو كان الصقيل(٩) أشد قبولاً من الجسم الخشن لما كان ينعكس الضوء عنه ويرجع عند مصادمته . فليست الخشونة علة مانعة لقبول الضوء وإنما هي مانعة لانعكاس الضوء . فلو كان الضوء الذي يظهر في سطح القمر إنما هو بالانعكاس . لقد كان يمكن أن يقال إن موضع الأثر إنما هو خشونة في سطح القمر تمنع من انعكاس الضوء ، وبقية سطح القمر صقيل ، فالضوء ينعكس عنه ، فلذلك (١٠) صار موضع الأثر ناقص الضوء . إلا أنه قد تبين في كتابنا في ضوء القمر معما قدمنا ذكره أن الضوء الذي يشرق من القمر والضوء الذي يدركه البصر في سطح القمر ليس شيء منه بالانعكاس . فليس يصح أن يكون نقصان الضوء في موضع الأثر من أجل خشونة في موضع الأثر .

فان قيل إن الذي يشهد به الوجود هو أن الأجسام الصقيلة إذا أشرق عليها الضوء كان الضوء الذي يظهر في سطحها قوياً ساطعاً أقوى من الضوء الذي يظهر في سطوح الأجسام

الخشنة ، وفي ذلك دليل على أن الأجسام الصقيلة تقبل الضوء قبولاً أكثر من قبول الأجسام الخشنة ، فنقول في جواب هذا القول إن القوة القابلة للضوء هي غير الضوء الذي يتأدى إلى البصر وإنما هي القوة التي تثبت الضوء في الجسم الذي يشرق عليه الضوء . والضوء الذي يتأدى إلى البصر من الأجسام التي يشرق عليها الضوء يكون على وجهين ، أحدهما بالانعكاس والآخر هو أن في طبيعة (١١) الضوء ومن خاصية الضوء إذا حصل في جسم كثيف أن يشرق من كل نقطة منه إلى كل نقطة تقابله . وقد شرحنا هذا المعنى شرحاً مسقصى في كتابنا في المناظر . والضوء الذي يشرق من كل نقطة من الضوء هو الذي نسميه ضوءاً ثانياً . والضوء الذي ينعكس على الأجسام الصقيلة هو الضوء الأول بعينه والثاني معاً : أما الأول فان الصقيل يدافعه ويعكسه إلى البصر ، وأما الضوء الثاني فان الضوء الذي يحصل في سطح الجسم الصقيل يشرق من كل نقطة منه ضوء إلى البصر المقابل له فيجتمع الضوءان في البصر ، فلذلك يكون قوياً . والضوء الذي يرد إلى البصر من سطوح الأجسام الخشنة هو الضوء الثاني فقط ، وهو الضوء الذي يشرق من كل نقطة من الضوء الذي في الجسم الخشن . فالضوء الذي يدركه البصر من سطح الجسم الصقيل ليس قوته من أجل زيادة القوة القابلة التي في الجسم [٥٠ و] الصقيل ، وإنما قوته للعلة التي ذكرناها . وضعف الضوء الذي يدركه البصر في الجسم الخشن ليس هو أيضاً من أجل ضعف القوة القابلة ، وإنما هو لنقصان قوة الضوء الثاني الذي يرد إلى البصر . وقد بينا في كتابنا في المناظر أن الضوء الثاني يكون أبداً أضعف بكثير من الضوء الأول . وقد تبين أن الضوء الذي يدركه البصر في سطح القمر ليس شيء منه بالانعكاس . فليس الضوء القوي الذي يدركه البصر في سطح القمر من أجل صقاله (١٢) ، وليس الضوء الضعيف الذي يدرك في موضع الأثر من أجل خشونته .

وأيضاً فان الضوء الذي يدركه البصر في سطح الجسم الخشن إذا كان الجسم الخشن ذا لون واحد،وكان نقي اللون ، فليس يوجد في تضاعيفه ظلمة ولا اختلاف ، بل يوجد متشابه الضوء . والأثرالذي في القمر يوجد أبداً مضيئاً دون إضاءة بقية سطح القمر . ومع ذلك يوجد فيه ظلمةمتشكلة بشكل لا يتغير وكأنه كدر في صفو . فلو كان ذلك الأثر لخشونة موضع الأثر لقد كان يكون الضوء فيه ضعيفاً فقط ولا يكون فيه ظلمة ولا لون ، والوجود بخلاف ذلك . وإذا كان ذلك كذلك فليس الأثر الذي في القمر من أجل خشونة في سطح القمر .

وأما قول من يقول إن الأثر إنما هو لخشونة بارزة أجزاؤها شاخصة ، فاذا أشرقت الشمس على سطح القمر صار للأجزاء الشاخصة أظلال على ما يليها وفيما بينها من سطح القمر ، فان هذا الرأي ينتقض بما نذكره : وهو أن القمر ليس هو ثابتاً على وضع بالقياس إلى الشمس ، لأنه كلما بعد عن الشمس تغير وضعه منها . فلو كان الأثر أظلال أشخاص خشونة بارزة . لقد كان يتغير موضعه من سطح القمر بتغير وضع القمر من الشمس ، ويتغير أيضاً شكل مجموع الأظلال . وليس يوجد شكل الأثر متغيراً في وقت من الأوقات ، بل شكله أبداً على صفة واحدة .

وأيضاً فان القمر في وقت مقابلة الشمس يكون سطحه المضيء مواجهاً للشمس . فلو كان في سطحه أشخاص بارزة لكان عند مقابلة الشمس ومواجهتها يصل ضوؤه الى الخلل الذي بين تلك الأشخاص الذي عليه كان يقع الأظلال عند كون القمر قريباً من الشمس . والوجود بخلاف ذلك ، لأن الأثر يوجد أبداً في وقت مقابلة الشمس على الصفة التي يوجد عليها قبل وقت المقابلة وبعدها على الشكل بعينه الذي هو له دائماً . فليس الأثر الذي في القمر أظلال خشونة بارزة في سطح القمر .

وأمّا رأي من يقول إن الأثر هو تقعير في جسم القمر وإن الشمس إذا أشرقت على القمر صار لمحيط التقعير ظل على باطنه فان ذلك ينتقض بمثل القول الذي تقدم في الخشونة البارزة . وذلك أن [٥٠ ظ] القمر إذا قابل الشمس وصل ضوء الشمس الى باطن التقعير ، فيبطل الظل الذي يكون من محيط التقعير عند كون القمر قريباً من الشمس . فان قيل إن القمر في وقت المقابلة للشمس ليس يكون في حقيقة المقابلة ، أعني أنهما ليس يكونان على طرفي قطر بل يكون القمر مائلا عن طرف القطر الذي يمر بمركز الشمس ، فيصلح أن يكون لمحيط التقعير ظل في وقت المقابلة ، ويلزم مثل ذلك في الخشونة البارزة أيضاً ، فالجواب عن هذا القول هو أن ميل القمر عن حقيقة المقابلة إن كان يوجب أن يكون لمحيط التقعير ظل ، فعلى تصاريف الأحوال ليس يكون ظل لمحيط التقعير عند المقابلة على مثله قبل المقابلة . لأنه قبل المقابلة ليس يصل الضوء إلى باطن التقعير كما يصل عند المقابلة . فيلزم من ذلك إن كان القول الذي ادعي ممكناً ، أعني ، إن كان في القمر تقعير ، أن يكون ظل محيطه عند المقابلة أصغر بكثير من ظله قبل المقابله . فان وضع القمر من الشمس يتغير في كل ساعة من الساعات . فيلزم أن يكون الأثر يتغير شكله ومقداره في كل ساعة من الساعات ، ويلزم هذا المعنى بعينه في أظلال الأشخاص البارزة . والوجود بخلاف ذلك ، وهو أن الوجود هو أن شكل الأثر ليس يتغير لا عند المقابلة ولا في وقت من الأوقات التي قبل المقابلة وبعدها فليس الأثر الذي في القمر ظلاً لتقعير ولا لخشونة بارزة .

وأمّا رأي من يقول إن في السماء موضعاً فيه بعض الكثافة ، وهو متوسط بين القمر والشمس ، وإن الضوء إذا أشرق على القمر كان لذلك الموضع ظل على سطح القمر ، فان ذلك يبطل بما نذكره : وهو أنه إن كان بين ذلك الموضع وبين القمر بعد مقتدر فانه يكون لـــه اختلاف منظر . فيبطل هذا الرأي كما بطل رأي من يقول إنه بخار . وإن كان البعد الذي بينه وبين القمر بعداً يسيراً وليس له اختلاف منظر من أجل قربه منه ، فان هذا الموضع هو في فلك القمر وقريباً من جرم القمر ، فالجواب هو أن هـــذا الموضع إما أن يكون في فلك التدوير أو في الفلك المحيط بفلك التدوير . فان كان في الفلك المحيط بفلك التدوير ، فان فلك التدوير إذا تحرك بحركته التي تخصه ، أعني حركته حول مركزه ، حرك القمر . فاذا حرك القمر خرج القمر عن السمت الذي صار من بعد بينه وبين الشمس ، فيبطل الأثر الذي في القمر . والوجود بخلاف ذلك، أعني أن القمر ليس يوجد في وقت من الأوقات خالياً من الأثر لجزء (١٣) كثيفاً

في الفلك المحيط بفلك التدوير . فان كان هذا الموضع الكثيف في فلك التدوير قريباً من جرم القمر ، فانه يكون في جهة واحدة بعينها [٥١ و] من جهات القمر ، لأنه ليس يتغير وضعه من فلك التدوير ، لأن كل جزء من كل جسم فليس يتغير وضعه من ذلك الجسم إلا أن يتحرك فيخرق ذلك الجسم ، وليس يجوز أن ينخرق جسم فلك التدوير . فموضع الجزء الكثيف من فلك التدوير ليس يتغير . وموضع القمر من فلك التدوير ليس يتغير (١٤) . فهذا الوضع الكثيف ليس يكون إلا في جهة واحدة بعينها من جهات القمر. والشمس أبداً إما أن تكون غربية عن القمر وإمّا شرقية : أما من أول الشهر إلى وقت الاستقبال فان الشمس تكون غربية عن القمر، وأما من وقت الاستقبال إلى آخر الشهر فانها تكون شرقية ، ومن أول الشهر إلى وقت الاستقبال يكون فلك التدوير قد حرك القمر ونقله من جهة إلى جهة . فاذا كانت الشمس والقمر والجزء الكثيف متوسط بين الشمس والقمر فليس يثبت على هذا الموضع إلا زماناً يسيراً ، ثم يحركه فلك التدوير بدور هذا الجزء الكثيف وبدور القمر ، فيخرج الكثيف عن السمت الذي بين الشمس والقمر ، فيصير تارة شمالياً عن هذا السمت وتارة جنوبياً ، [وتارة] يكون هذا الجزء الكثيف شرقياً عن جرم القمر والشمس غربية عنه ، وتارة غربياً عنه والشمس شرقية عنه ، فيصير القمر في كثير من الأوقات قاطعاً للسمت الذي بين الجزء الكثيف وبين الشمس ، فليس يكون للجزء الكثيف ظل على سطح القمر إلا أوقاتاً مخصوصة ويكون القمر أكثر الزمان خالياً من هذا الظل . فيلزم من هذا الرأي أن يكون الأثر موجوداً في القمر في بعض الأوقات ، وفي أكثر الأوقات يكون خالياً من الأثر . والوجود بخلاف ذلك ، وهو أن الأثر يوجد أبداً في سطح القمر وفي موضع مخصوص منه على شكل واحد بعينه ومقدار واحد بعينه . فليس الأثر الذي في القمر من أجل موضع كثيف في السماء .

وقد تبين من (١٥) جميع ما بيناه فساد الآراء التي قدمنا ذكرها . وقد تبين أيضاً أن الأثر هو في نفس جرم القمر ، إذ قد تبين أنه ليس هو لمعنى خارج عن جرمه ولا صورة تظهر بالانعكاس . فقد بقي أن نبين مائية هذا الأثر فنقول :

إن جوهر القمر مخالف لجوهر جميع الكواكب الباقية . والدليل على ذلك أن جميع الكواكب مضيئة من ذواتها لا من إشراق الشمس عليها ، وقد بينا هذا المعنى بياناً واضحاً في كتابنا في أضواء الكواكب . وإذ كانت الكواكب مضيئة من ذواتها من غير حاجة إلى إشراق الشمس عليها ، وكان القمر غير مضيء من ذاته إلا بعد أن تشرق عليه الشمس فجوهر القمر إذاً مخالف لجوهر جميع الكواكب . وإذا كان جوهر القمر مخالفاً لجوهر جميع الكواكب فغير ممتنع أن يكون في أجزائه اختلاف إما في جوهرها وإما في كثافتها وإما في أضوائها . وإذا كان ذلك كذلك [٥١ ظ] فانا نقول قولا جازماً إن جرم القمر غير متشابه الأحوال في جميع أجزائه . والدليل على ذلك أن جرم القمر لو كان متشابه الأجزاء في جميع أحواله لكان ضوؤه الذي يظهر في شخصه متشابهاً في جميع أجزائه ، وليس ضوؤه متشابهاً في جميع أجزائه من أجل الأثر الذي يظهر فيه . وقد تبين أن الأثر ليس هو لمعنى خارج عن جرمه ولا بالانعكاس .

وإذا لم يكن الأثر لمعنى خارج عن جرمه ولا بالانعكاس فالأثر هو في نفس جرم القمر . وإذا كان الأثر في نفس جرم القمر فليس ضوؤه متشابهاً في جميع أجزائه بل ضوء بعض أجزائه مخالف لضوء بقية أجزائه . وإذا كان ضوء أجزائه مختلفاً فليس جرمه متشابه الأحوال في جميع أجزائه . فموضع الأثر إذاً من جرم القمر مخالف لبقية جرم القمر نوعاً من الاختلاف من أجله كان ذلك الموضع مخالف الضوء لبقية جرمه .

وإذا كان القمر يقبل الضوء من الشمس قبولا مختلفاً وهو في نفسه غير مضيء فهو إذاً يقبل الضوء من الشمس قبولا مختلفاً . لأنه لو قبل الضوء قبولاً متشابهاً لكان ضوؤه متشابهاً في جميع أجزائه . وإذا كان ضوؤه ليس بمتشابه، بل موضع الأثر أقل إضاءة ونوراً من بقية جرمه ، فليس قبوله للضوء قبولاً متشابهاً . وإذا كان قبوله للضوء ليس قبولا متشابهاً فموضع الأثر ليس يقبل الضوء كقبول بقية جرم القمر . فنوع الاختلاف الذي في جرم القمر الذي به يخالف موضع الأثر منه بقية جرمه هو معنى يمنع قبول الضوء منعاً مّا . فجرم القمر إذن مختلف الأجزاء وموضع الأثر منه يخالف بقية أجزائه بمعنى يمنعه من قبول الضوء قبولا تاماً . وإذ ذلك كذلك فحقيقة مائية الأثر هو أنه ظلمة في جرم القمر سببها أن ذلك الجزء ليس يقبل الضوء قبولا تاماً . فقد بقي أن نبحث عن مائية المعنى الذي يمنع الجزء المتأثر من قبول الضوء القبول التام ، فنقول:

إن كل جسم مشف فهو قابل للضوء ومؤد للضوء وكل جسم كثيف فهو قابل للضوء غير مؤد للضوء . فأما الدليل على أن الجسم المشف قابل للضوء فهو نفوذ الضوء فيه ، فلو لم يقبل الضوء لما أمكن أن ينفذ الضوء فيه ، ونفوذ الضوء فيه بيّن ، فقبوله بيّن . وأما الدليل على أن الجسم الكثيف يقبل الضوء فهو ظهور الضوء في سطحه، وثبوته فيه ، فلو لم يقبل الضوء لما ثبت في سطحه ولا ظهر ، وأيضاً فان كل جسم فيه بعض الشفيف وفيه بعض الكثافة ، كالزجاج والماء والأحجار المشفة إذا أشرق عليها الضوء نفذ فيها بعض النفوذ وظهر فيها بعض الظهور ، فهي قابلة للضوء على الوجهين جميعاً . وأيضاً فان الأجسام الكثيفة [٥٢ و] المختلفة إذا أشرق عليها الضوء كانت صورة الضوء فيها مختلفة ، ويكون ذلك الاختلاف بحسب ألوانها وبحسب صقالها وخشونتها وبحسب قوة كثافتها وضعفها . وكذلك الأجسام المشفة المختلفة التي فيها بعض الكثافة يظهر الضوء فيها ظهوراً مختلفاً ويكون بحسب ألوانها وبحسب الكثافة التي فيها وبحسب صقالها وخشونتها والأجسام المتشابهة في جميع أحوالها إذا أشرق عليها الضوء كانت صورة الضوء التي فيها صورة متشابهة لا اختلاف فيها . والأجسام المختلفة في ألوانها وكثافتها وصقالها وخشونتها تظهر صورة الأضواء عليها ظهوراً مختلفاً . والذي يتحصل من جميع ذلك هو أن كل جسم ففيه قوة قابلة للضوء ، وأن الجسم المتشابه الأجزاء في جميع أحواله تكون القوة القابلة في جميع أجزائه متشابهة وتكون صورة الضوء التي تظهر(١٦) فيه متشابهة في جميع أجزائها ، وأن الجسم المختلف الأجزاء تكون القوة القابلة في أجزائه مختلفة فتكون صورة الضوء التي تظهر فيه مختلفة .

وإذ قد تبين ذلك فقد تبين أن في القمر قوة قابلة للضوء . لأنه قد تبين أن الضوء الذي يظهر فيه هو ضوء يقبله من الشمس . وإذا كان يقبل الضوء من الشمس وكان الضوء ثابتاً فيه وظاهراً في سطحه فان فيه قوة قابلة للضوء . وقد تبين أن القوة القابلة التي فيه هي في أجزائه مختلفة ، لأن صورة الضوء التي تظهر في القمر هي صورة مختلفة وليست متشابهة الأجزاء . وإذا كان الجسم إنما يقبل الضوء من أجل القوة القابلة التي فيه ، فان قوة الضوء وضعفه إنمـا يكون من أجل زيادة القوة القابلة ونقصها ، أو من أجـل شـدتها وضعفها (١٧) . فاختلاف الضوء الذي يظهر في القمر إنما هو لاختلاف القوة القابلة التي في أجزاء جرم القمر . وإذ جميع ذلك كذلك فمائية المعنى الذي(١٨) يمنـع(١٩) الجزء المتأثر الذي يوجد في القمر من قبول الضوء القبول التام هو ضعف القوة القابلة للضوء التي في الجزء المتأثر وقصورها عن القوة القابلة التي في بقية أجزاء القمر . وهذا المعنى هو علة الأثر ، واختلا ف هذه القوة في أجزاء جرم القمر إنما هو(٢٠) لاختلاف كيفية أجزاء جرم القمر . فقد بقي ان نبحث عن العلة التي من أجلها كانت هقوة القابلة التي في موضع الأثر أضعف من القوة القابلة التي في بقية جرم القمر ،وهذه العلة إنما الي كيفية الجزء من جرم القمر المتأثر بالأثر، فنقول :

إن كل جسم مشف فانه يقبل الضوء ويؤديه إلى ما وراءه ، وكل جسم غير مشف فليس يؤدي الضوء إلى ما وراءه [٥٢ ظ] ، فنقول إن القوة القابلة غير الشفيف . والدليل على ذلك أن الجسم المشف إذا أشرق عليه الضوء ثبت الضوء فيه ونفذ أيضاً فيه ، والثبوت غير النفوذ ، وهما متضادان ، فالمعنى الذي به يثبت الضوء في الأجسام المشفة هو غير المعنى الذي به ينفذ الضوء فيها . وقد تبين أن المعنى الذي ينفذ الضوء هو الشفيف ، فالمعنى الذي يثبت الضوء هو غير الشفيف .

فأما أن الضوء يثبت في الأجسام المشفة فقد بيناه في كتابنا في المناظر عند كلامنا في خواص الأضواء . وذلك أنا بينا هناك أن الضوء ينفذ في الهواء وفي الأجسام المشفة ومع ذلك فان كل نقطة من الجسم المشف إذا نفذ فيه الضوء فانه يشرق منها ضوء ثان إلى كل نقطة تقابلها . ولو كان الضوء ينفذ فقط في الجسم المشف ولا يثبت فيه لما كان يشرق من كل نقطة من الجسم المشف ضوء ثان يصدر عنه هذه الأضواء . وإذا كان في الجسم المشف ضوء ثابت قد قبله الجسم المشف مع نفوذ الضوء فيه ، فان القوة التي في الهواء وفي الأجسام المشفة التي يثبت الضوء فيها هي غير الشفيف وهي القوة القابلة التي في الجسم المشف ، لأن المعنى الذي به يكون الثبوت هو القبول ، فكل جسم مشف فيه قوة قابلة وقوة مؤدية وكل واحدة منهما غير الأخرى.

وكل جسم كثيف إذا لم يكن فيه شيء من الشفيف فليس يصل الضوء إلى باطنه . والدليل على ذلك أن الجسم الكثيف إذا أشرق عليه الضوء ، وثبت الضوء في سطحه ، متى قطع من الجهة المضادة لجهة الضوء لم يوجد في موضع القطع شيء من الضوء . والجسم المشف الذي فيه شيء من الشفيف إذا قطع وجد الضوء في موضع القطع . وكل جسم كثيف ففي

ظاهره قوة قابلة للضوء . وإذا كان الجسم المشف يصل الضوء الى باطنه ، وكان كل موضع من الجسم المشف يقبل الضوء ، وكان كل جسم كثيف إذا وصل الضوء إلى سطحه قبله وثبت فيه ، فكل جسم يصل إليه الضوء فانه يقبل الضوء . وإذا كان ذلك كذلك فكل جسم فيه قوة قابلة للضوء إذا وصل الضوء إليه قبله . وليس شيء يمنع من وصول الضوء الى الأجسام إلا الكثافة ، فان الكثافة ، التي في الجسم تمنع الضوء من الوصول الى باطن الجسم . وكل جسم لا يصل الضوء الى سطحه فانما ليس يصل الى سطحه لأن ساتراً كثيفاً يمنع الضوء من الوصول الى سطحه . فالكثافة التي في الساتر هي التي تمنع الضوء من الوصول إلى سطح الجسم المستتر. وإذا كان كل جسم يصل الضوء إليه ففيه قوة قابلة [٥٣ و] للضوء ، وكان كل ضوء يصل الى الأجسام يقبله الأجسام ، وكانت المواضع التي لا يصل إليها الضوء من أجل الكثافة ، فالكثافة هي إذن العلة المانعة للأجسام من قبول الضوء مع منعها الأجسام المشفة من تأدية الأضواء وتنفيذها(٢١) . وليس شيء يمنع الأجسام من قبول الضوء غير الكثافة ، لأنه ليس شيء يمنع الضوء من الوصول إليها غير الكثافة .

وأيضاً فانا نجد الأجسام تقبل الضوء قبولا مختلفاً وذلك أن الجسم الأبيض يقبل الضوء أكثر من قبول الجسم الأسود . وكذلك جميع الأجسام المتلونة تقبل الأضواء قبولا مختلفاً بحسب ألوانها. وكلما كان من الأجسام أصفى لوناً كان أشد قبولا للضوء وكان الضوء الذي يظهر فيه أقوى وكلما كان من الأجسام أظلم لوناً كان أضعف قبولا للضوء وكان الضوء أضعف (٢٢) إذا تساوت الأضواء التي تشرق على جميع الأجسام المتلونة . وإذا أشرق على الجسم المتلون ضوء قوي ظهر لونه مشرقاً رقيقاً أو فيه بعض الرقة وظهر الضوء الذي فيه قوياً . وإذا أشرق عليه ضوء ضعيف ظهر لونه قوياً وظهر الضوء الذي فيه ضعيفاً . وعلة ذلك هي أن كل ضوء يدركه البصر في جسم متلون فهو يدركه ممتزجاً باللون الذي في ذلك الجسم ، فصورة اللون تكسف(٢٣) الضوء وصورة الضوء تضعف اللون . وقد بينا هذا المعنى بياناً واضحاً في كتابنا في المناظر . واللون أبداً يتبع الكثافة التي هي ضد الشفيف ، وليس يوجد اللون إلا مع الكثافة لأن كل جسم ليس فيه شيء من الكثافة ، أعني الذي في غاية الشفيف ، فليس فيه شيء من اللون .

ولسنا نقول إن اللون هو الكثافة ، لأنه قد يكون جسم كثيف شديد الكثافة صافي اللون كالحجارة البيض ، وقد يكون جسم فيه بعض الشفيف وهو مظلم اللون كالعقيق والزمرد وما جرى مجراهما ، فصورة اللون غير صورة الكثافة . إلا أن اللون ليس يكون إلا في جسم كثيف أو فيه بعض الكثافة ، وليس يوجد اللون في جسم مشف لا كثافة فيه . فالكثافة موضع صورة اللون وصورة اللون حلية له ، فهي كالهيولي للون ، والكثافة مع اللون هما كالهيولي والصورة اللذين يوجدان أبداً معاً ولا يوجد واحد منهما بالحس منفرداً عن صاحبه . وإذا كانت الكثافة هيولى لصورة اللون فشدة الكثافة تزيد في ظلمة اللون المظلم وتنقص من صفاء

اللون الصافي . والزيادة في ظلمة اللون المظلم والنقصان من صفاء اللون الصافي يكسفان الضوء الذي يكون في الجسم المضيء . فالكثافة [٥٣ ظ] في كل جسم مضيء تكسف(٢٤) الضوء الذي في الجسم المضيء . وإذا كانت الكثافة تكسف الضوء في كل جسم مضيء فالكثافة إذن تعوق أبداً القوة القابلة للضوء وتضعفها . وإذا كان ذلك كذلك فكل كثافة فهي مانعة للأجسام من قبول الضوء مع حصول قوة القبول فيها . وإنما يثبت الضوء في الأجسام الكثيفة ويظهر فيها من أجل زيادة قوة القبول على قوة المنع . والمنع الذي توجبه الكثافة يختلف بالأشد والأضعف ، فاذا تساوت القوة القابلة للضوء في الأجسام الكثيفة واختلفت الكثافة في الأجسام الكثيفة كان المنع في الأجسام التي هي أشد كثافة أقوى ، فتكون الأضواء التي في الأجسام التي هي أشد كثافة أضعف .

وإذ قد تبين جميع ذلك فلنرجع إلى حال القمر فنقول : إن القمر يقبل الضوء من الشمس ، وليس فيه شيء من الشفيف ، ففي القمر إذن القوة القابلة للضوء وليس فيه القوة المنفذة للضوء . وقبول القمر للضوء مع عدم الشفيف فيه هو دليل واضح على أن القوة القابلة للضوء هي غير القوة المنفذة له . وفي هذا الدليل تأكيد لما قدمناه من قبل أن القوة القابلة هي غير القوة المنفذة التي في الأجسام المشفة . وقد تبين أن قبول القمر للضوء هو قبول مختلف ، وأن بعض أجزائه يقبل الضوء قبولا تاماً وبعضها ، وهو موضع الأثر ، ليس يقبل الضوء قبولا تاماً ، وأن ذلك لعائق يعوق موضع الأثر عن القبول التام . وإذا كان في جميع جرم القمر قوة قابلة للضوء وكان موضع الأثر الذي ليس يقبل الضوء قبولا تاماً لا يقبل الضوء (٢٥) لعائق يعوقه . وكان قد تبين أن الكثافة تعوق القوة القابلة للضوء ، وأنه ليس شيء يعوق القوة القابلة غير الكثافة ، وأن الكثافة كلما كانت أشد كان منعها للقوة القابلة للضوء أقوى ، فضعف القوة القابلة التي هي في موضع الأثر إنما هي بقوة الكثافة التي في ذلك الموضع ، فموضع الأثر إذن إنما ليس يقبل الضوء قبولا تاماً لأن فيه كثافة تعوقه عن القبول التام .وجميع القمر كثيف . وإذا كان ذلك كذلك فموضع الأثر من القمر فيه كثافة زائدة على الكثافة التي في جميع جرم القمر ، وهذه الزيادة هي التي تعوقه عن القبول التام . فالعلة التي من أجلها كانت القوة القابلة للضوء التي في موضع الأثر أضعف من القوة القابلة التي في بقية جرم القمر هي زيادة كثافة موضع الأثر على الكثافة التي في بقية جرم القمر . وهذا هو الذي قصدنا لتبيينه في هذا البحث .

وقد تبين أن كل جسم متلون إذا أشرق عليه ضوء قوي ظهر لونه رقيقاً أو فيه بعض الرقة وظهر [٥٤ و] الضوء الذي فيه قوياً . وإذا أشرق عليه ضوء ضعيف ظهر لونه قوياً ، أعني أشبع وأظلم من لونه إذا أشرق عليه ضوء قوي ويظهر الضوء الذي فيه ضعيفاً . وعلة ذلك هي أن كل ضوء يدركه البصر في جسم متلون فهو يدركه ممتزجاً بالضوء الذي في ذلك الجسم . وللقمر لون يخصه يظهر في وقت كسوفه وخاصة إذا انكسف جميعه ، ويظهر أيضاً في وقت كسوف الشمس وخاصة إذا انكسف جميعها أو معظمها ، وهو لون مظلم ، وهو

كأنه سواد تشوبه حمرة . وإذا اعتبر القمر في وقت كسوفه وجد لونه على ما ذكرناه . وأيضاً فان القمر في الليلة الثانية والثالثة من الشهر تظهر استدارته ويظهر محيطه مضيئاً ويظهر جرمه في وسط الاستدارة مظلماً . فلون القمر الذي يخصه هو لون مظلم ، والضوء الذي يظهر فيه في سائر الأوقات إنما هو الضوء الذي يستفيده من الشمس إذا أشرقت عليه ، والضوء الذي يحصل فيه من الشمس هو ضوء قوي ، والقوة القابلة للضوء الذي فيه هي في غاية القوة وأقوى من القوة القابلة التي في الأجسام الأرضية . فلفرط قوة الضوء الذي فيه وفرط القوة القابلة فيه خفي لونه المظلم الذي يخصه ، ومع ذلك فان لونه قد كسف[٣٦] الضوء الذي حصل فيه ، ولولا ظلمة لونه لكان ضوؤه أقوى مما هو عليه ، يدل على ذلك ما يظهر من ألوان الأجسام الأرضية إذا أشرق عليها ضوء الشمس . ولأن الضوء الذي في موضع الأثر ضعيف وليس هو في قوة الضوء الذي في بقية سطحه ، وجب أن يتلوح [٣٧] لونه الذي يخصه في هذا الموضع ممتزجاً بالضوء الذي فيه . ولأن الضوء الذي في هذا الموضع ليس هو في غاية الضعف ، وجب أن يظهر اللون خفياً . فالأثر الذي يظهر في وجه القمر هو لون القمر الذي يخصه ممتزجاً بالضوء الذي يحصل فيه . وإنما ظهر في هذا الموضع دون بقية سطح القمر لأن الضوء الذي في هذا الموضع أضعف من الضوء الذي في بقية سطح القمر . وضعف الضوء في هذا الموضع إنما هو لضعف القوة القابلة للضوء التي في هذا الموضع ، وضعف القوة القابلة التي في هذا الموضع إنما هو لزيادة كثافة هذا الموضع على كثافة بقية ما يظهر من سطح القمر . وذلك ما قصدنا لتبيينه في هذه المقالة .

تمت المقالة في الأثر الظاهر في وجه القمر ،
من قول الحسن بن الحسن بن الهيثم ،
والحمد لله ربّ العالمين وصلى الله على سيدنا محمد وآله وصحبه وسلّم .

تحقيقات

في هذه التحقيقات رمزنا لمخطوط مكتبة بلدية الإسكندرية رقم ٢٠٩٦ د بحرف «خ» ، ورمزنا لهامش هذا المخطوط بحرفي «هخ»

(١) شيء متوسط : الشيء المتوسط خ (مضروباً على الألف واللام في الكلمتين) .
(٢) ما : اما خ .
(٣) الأثر : الأمر خ .
(٤) اليه : (ناقصة من خ وأضيفت في هخ) .
(٥) لا يظهر : الا يظهر خ .
(٦) البحار : البخار خ .
(٧) وإذا : اذا خ .
(٨) وراءه : ورآ خ .
(٩) الصقيل : الجسم خ الصقيل هخ .
(١٠) فلذلك : فكذلك خ .
(١١) طبيعة : طبعه خ .
(١٢) صقاله : صقالة خ .
(١٣) لجزء : (كذا في خ) .
(١٤) وموضع القمر ... ليس يتغير : (ناقصه من خ وأضيفت في هخ) .

(١٥) من : في خ .
(١٦) تظهر : يظهر خ .
(١٧) وضعفها: أو ضعفها خ (مضروباً على الالف الأولى)
(١٨) الذي : التي خ الذي هخ .
(١٩) يمنع : تمنع خ .
(٢٠) هو : هي خ .
(٢١) وتنفيذها : وتنفيدها خ .
(٢٢) وكان الضوء أضعف : (كذا في خ ونقترح : وكان الضوء الذي يظهر فيه أضعف).
(٢٣) تكسف : تكثف خ .
(٢٤) تكسف : يكسف .
(٢٥) لا يقبل الضوء: (ناقصة من خ وأضيفت في هخ)
(٢٦) كسف : كثف خ .
(٢٧) يتلوح : (كذا في خ) .

«SUMMARY»

of Ibn al-Haytham's

"Treatise on the Marks Seen on the Surface of the Moon"

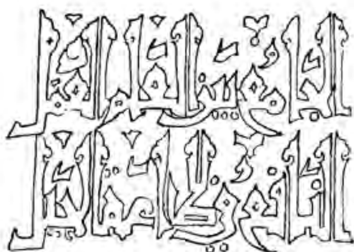
Edition of the Arabic text by
ABDALHAMID I. SABRA

A German translation of al-Haytham's "Treatise on the Marks Seen on the Surface of the Moon" *(Maqāla fil Athar al-ẓāhir fī wajh al-qamar)* was published by Carl Schoy in 1925, but the Arabic text of this *Treatise* has never been published. The present edition is based on the unique manuscript copy preserved in the City Library of Alexandria, no. 2096 D. It appears that this manuscript, now bound separately, was originally part of a volume which included three other works by Ibn al-Haytham all of which are at the Alexandria Library. This is indicated by the page numbers sometimes shown in these manuscripts and by the fact that they are all written in the same naskhi hand. No date is stated in our manuscript.

The present *Maqāla* is one of Ibn al-Haytham's later works and in it reference is made to his treatises on "The Light of the Moon" *(Fī Daw'al-qamar)*, and "The Light of the Stars" *(Fī Aḍwā' al-kawākib)* and to his most important work on *Optics (Kitāb al-Manāẓir)*. A part from the specific problem dealt with in the *Treatise on the Marks on the Surface of the Moon*, Ibn al-Haytham repeats and sometimes elaborates his ideas on the radiation of light and colour which he set out in detail in the first chapters of the first *Maqāla* of the *Optics*. Particularly interesting in this respect are his statements towards the end of the present *Treatise* regarding colour and opacity.

الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل

لبديع الزمان أبو العز الرزاز الجزري



تحقيق

الدكتور المهندس أحمد يوسف الحسن

مدير معهد التراث العلمي العربي في جامعة حلب

بالتعاون مع :

الدكتور عماد غانم ومالك ملوحي

عاش المهندس العربي بديع الزمان أبو العز اسماعيل بن الرزّاز الجزري في ديار بكر في القرن السادس الهجري (الثاني عشر الميلادي) . وقد كني بالجزري لأنه كان من أبناء الجزيرة الواقعة بين الدجلة والفرات .

وقد خلف الجزري كتاباً في الهندسة الميكانيكية (الحيَل) يعتبر بحق أروع ما كتب في القرون القديمة والوسطى عن الآلات الميكانيكية والهيدروليكية . وقد اشتهر هذا الكتاب كثيراً في العالم الغربي وترجمت فصول كثيرة منه في الربع الأول من هذا القرن الى اللغة الألمانية من قبل كل من فيديمان وهاوسر[1] اللذين قاما بأبحاث هامة جداً في تاريخ العلم والتكنولوجيا عند العرب . كما صدرت مؤخراً ترجمة كاملة باللغة الانكليزية قام بها دونالد هيل الباحث المتخصص في تاريخ التكنولوجيا العربية وصدرت هذه الترجمة على شكل كتاب جيد الطباعة والاخراج .

ويحمل كتاب الجزري عنوان «الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل» ، وهذا هو نفسه العنوان الذي تحمله النسخ القديمة والجيدة من مخطوطات الكتاب ، وهي المخطوطات الموجودة في استانبول والتي تحمل الأرقام ٣٤٧٢ و ٣٦٠٦ و ٤١٤ . بينما تحمل النسخة المتأخرة التي ترجم عنها فيديمان وهاوسر (وهي نسخة اكسفورد رقم ٢٧) والتي ترجمها هيل أيضاً العنوان «كتاب في معرفة الحيل الهندسية» .

ومن عنوان الكتاب نشعر بأن الجزري جمع بين العلوم الميكانيكية النظرية التي كانت معروفة آنذاك وبين النواحي التطبيقية العملية . فهو كتاب نظري وعملي في آنٍ واحد .

(١) كافة المراجع موجودة في القسم الانكليزي من هذا البحث .

ومن دراسة فصول الكتاب ندرك رأساً بأن الجزري كان ضليعاً في فنه وانه كان ملماً بكل الفنون الميكانيكية والهيدروليكية الماّم الخبير الحاذق .

ونفهم من مقدمة كتاب الجزري أنه ألّف كتابه بطلب من ملك ديار بكر الملك الصالح ناصرالدين أبي الفتح محمود بن محمد بن قرا ارسلان بن داود بن سكمان بن أرتق ، الذي تولى الحكم في الفترة ٥٩٧–٦١٩ هـ (١٢٠٠–١٢٢٢ م) . ويقول الجزري أنه كان قبل ذلك في خدمة والد هذا الملك وفي خدمة أخيه ، وان خدمته تلك بدأت في عام ٥٧٠ هجريـة وانه قضى خمسة وعشرين عاماً في خدمتهم . وقـد حكم والد ناصرالدين خلال الفترة ٥٧٠–٥٨١ هـ (١١٧٤/٥–١١٨٥/٦ م)، كما ان أخاه الأكبر تولى الحكم خلال الفترة ٥٨١–٥٩٧ هـ (١١٨٥/٦–١٢٠٠/١ م) (٢) .

ومن المؤسف أنه لم ينشر حتى الآن النص العربي الكامل للمخطوطة رغم ترجمتها كاملة الى اللغات الأجنبية . ومع ان الذين قاموا بالترجمة الى الألمانية أو الانكليزية إنما كانوا علماء ثقات جمعوا بين الالمام الجيد بالعلوم الهندسية وبين معرفة اللغة العربية (وهو أمر نادر بين المستشرقين) إلا ان الباحثين الذين علقوا على الترجمة الانكليزية التي قام بها دونالد هيل أشاروا الى أهمية نشر النص العربي . كما نبهوا الى النسخ الجيدة الموجودة في استانبول والتي كان من المفروض أن تتم الاستعانة بها بدلاً من نسخة اكسفورد(٣) .

لذلك كله قرّر معهد التراث العلمي العربي اصدار النص العربي الكامل لكتـاب الجزري. ونحن ننشر اليوم نموذجاً لما سوف يكون عليه الكتاب بعـد اكتمال تحقيقه . وقد اخترنا « النوع الخامس » الخاص بآلات رفع الماء .

ويهيب معهد التراث العلمي العربي بالباحثين ان يرسلوا اليه بآرائهم وتعليقاتهم على هذا الاسلوب حتى يعمد المحققون الى تفادي العثرات عند نشر النص الكامل . والى جانب النص المطبوع سوف تنشر الأشكال مرسومة بخطوطها الرئيسية وعليها الحروف الأبجدية المألوفة من أجل سهولة تتبع النص وفهمه ، في حين أن الأشكال الأصلية وعليها الرموز السرية سوف تنشر بالألوان كما وردت في المخطوطة رقم ٣٤٧٢ .

وقد استطاع المعهد ان يحصل على صور كافة مخطوطات الجزري المعروفة والموجودة في المكتبات العالمية المختلفة . وفي ملحق هذا الفصل كشف كامل بهـذه المخطوطات . وبعد دراسة مقارنة لهذه المخطوطات اتضح بأن أفضلها بشكل مطلق هي ثلاثة موجودة الآن في استانبول وهي :

١ — المخطوطة رقم : توبقابي سراي رقم ٣٤٧٢

٢ — المخطوطة رقم : أيا صوفيا رقم ٣٦٠٦

(٢) أنظر Riefstahl

(٣) أنظر King

٣ – المخطوطة رقم : توبقابي سراي رقم ٤١٤

وربما كانت المخطوطة رقم ٣٤٧٢ اقدم هذه المخطوطات وهي مكتوبة عام ٦٠٢ ﻫ او انها منقولة عن نسخة تحمل هذا التاريخ . وهي مخطوطة ممتازة بأشكالها وخطها وخلوها النسبي من الأخطاء سواء كان ذلك في النص أو في الأشكال والرسوم . وأشكالها ملونة بألوان بديعة . وقدتفضل الاستاذ الدكتور فؤاد سزكين بامداد المعهد بفيلم اسود وأبيض وبفيلم آخر ملون لهذه المخطوطة الهامة . ويعود اليه الفضل أيضاً في الحصول على موافقة السيد وزير الثقافة التركي وعلى موافقـة مدير مكتبة توبقابي سراي لنشرها .

ومن هنا فقد اعتمدنا النص الأصلي لهذه المخطوطة وعمدنا الى تصحيح أخطائه والى مقارنته بالمخطوطات الأخرى والتوصل من ذلك الى نص كامل صحيح من الوجهة الهندسية والتكنولوجية .

أما المخطوطة رقم آياصوفيا٣٦٠٦ فهي من أجمل وأدق مخطوطات الجزري . وقد انتزعت بعض لوحاتها الفنية وأصبحت موزعة في متاحف العالم أو لدى بعض الأفراد. ومعظم هذه اللوحات المنتزعة موجودة في الولايات المتحدة . ويرجع تاريخ هذه المخطوطة الى عام ٧٥٥ ﻫ (١٣٥٤ م) . وقد استخدمناها لمقارنة النص مع المخطوطة رقم ٣٤٧٢ .

والمخطوطة الثالثة التي اعتمدنا عليها هي رقم توبقابي ٤١٤، وهذه مخطوطة شبه كاملة لا تقل في جودة أشكالها ورسومها وفي قلة أخطاء النص عن المخطوطتين السابقتين. ولم تكن هذه المخطوطة معروفة الى عهد قريب . وقد استخدمت أيضاً في مقارنة النص مع المخطوطتين السابقتين . ويعود تاريخ هذه المخطوطة الى عام ٦٧٢ ﻫ (١٢٧٤م) .

وهناك مخطوطة رابعة استخدمناها في هذه الدراسة وهي مخطوطة اكسفورد رقم غريفز ٢٧ . ويعود تاريخها الى عام ٨٩١ ﻫ (١٤٨٦ م) . ومع ان هذه المخطوطة متأخرة نوعاً ما عن المخطوطات الثلاث السابقة كما انها أكثر اخطاء سواء كان ذلك في النص الأصلي أو في الأشكال بالمقارنة مع المخطوطات الثلاثة السابقة ، الا أننا استخدمناها أيضاً لأنها هي النسخة الأساسية التي اعتمد عليها دونالد هيل في ترجمة كتاب الجزري كاملاً الى اللغة الانكليزية(٤) . كما ان كلاً من فيديمان وهاوسر(٥) اعتمداها أيضاً في ترجمتهما لقسم كبير من كتاب الجزري الى اللغة الألمانية في الربع الأول من هذا القرن . ويبدو أنه لم تكن المخطوطات ٣٤٧٢ ، ٣٦٠٦ ، ٤١٤ متاحة للباحثين المشار اليهم عند قيامهم بترجماتهم . والمرجو الآن أن يساعد هذا النص العربي المدقق والمعتمد على أفضل المخطوطات المتاحة على توضيح وتصحيح كثير من المفاهيم حول نصوص الجزري التي ترجمت وجرى التعليق عليها باللغات الأجنبية .

(٤) أنظر المراجع في القسم الانكليزي.
(٥) أنظر المراجع في القسم الانكليزي .

النوع الخامس
في آلات ترفع ماء من غمرة وبير ليست بعميقة ونهر جار

الشكل الاول من النوع الخامس

(وهو آلة) (١) **ترفع ماء من غمرة الى مكان مرتفع بدابة تدير سهماً** . وأمثل صورة ذلك (وأكيّف عمله) (٢) يعمد الى غمرة ماء وعلى صورتها ههنا آ ويتخذ فيها ركنان ثابتان عليهما كـ ل ويتخذ على رأسي الركنين محور طرفاه على الركنين . وعلى وسطه دولاب ذو حلقتين على (دايريهما) (٣) عارضات بعد ما بين كل عارضتين نحواً من فتر وعليه ى وعلى هذا المحور أيضاً ذنب مغرفة من خشب عليها (٤) م سعتها ما تسع من الماء نحو ثلاثين رطلاً بالبغدادي (وزايدا) (٥) على ذلك . وطول ذنبها من المحور الى الغمرة وهو ميزاب متى ارتفعت المغرفة من الغمرة مملوة ماء حتى توازي الأفق وزايداً على ذلك يسيراً فان الماء يجري في ذنب المغرفة (ويتفرغ) (٦) من طرفها الى ساقية . وعلى المغرفة ط وعلى طرف ذنبها ح ثم يتخذ ارفع من هذا المحور محور عليه ن وطرفاه في بيتين على ما ارتفع من ركني كـ ل . وفي هذا المحور ربع دولاب ذو دندانجات بعد ما بينهن بعد ما بين عارضتين من دولاب ي وعلى هذا الربع من الدولاب س وهو يسامت دولاب ي وكل دندانجة منه بين عارضتين من دولاب ى وعلى طرف محور ن دولاب ذو دندانجات عليه ع ، وبين دندانجاته دندانجات دولاب في محور منتصب عليه ز وعلى المحور عند سهم في أعلاه معارض و وعلى السهم ج وفي طرف السهم رباط الى صدر دابة عليها هـ . وهذه صورة ذلك . فمن الواضح الجلي أنه متى دارت الدابة بالسهم فانه يدور دولاب ز ويدير دولاب ع وربع دولاب س ويدير دولاب العارضات وعليه ي ومغرفة ط مغموسة في الماء فترتفع مملوة من الماء . وعند تمام ربع دورة من المحور ترتفع كفة المغرفة (عن) (٧) موازاة الأفق فيجري ما فيها من الماء في ذنبها (ويتفرغ) (٨) من طرف ح

(١) في مخطوطة اكسفورد وردت (في آلات) .
(٢) في مخطوطة اكسفورد وردت عبارة : (فيما بعد الكلام على الشكل الآتي) .
(٣) في مخطوطتي (٣٦٠٦) و (٤١٤) وردت (دايرها) .
(٤) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (عليها) .
(٥) في مخطوطة اكسفورد وردت : (أوزايدا) .
(٦) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (ويتفرع)
(٧) في مخطوطة (٤١٤) وردت : (عند) .
(٨) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (يتفرع) .

الى ساقية هناك . ثم (تنتهي) (٩) دندانجات ربع دولاب سَ فتعود المغرفة نازلة الى الغمرة بقوة شديدة فتغوص في الماء وتبقى بحالها حتى يدور محور نَ ثلاثة أرباع من دورة (وتصير) (١٠) أول دندانجة من ربع دولاب سَ بين عارضتين من دولاب ىَ فتديره و (ترتفع) (١١) كفة المغرفة مملوءة من الماء حتى يتم دوران محور نَ ربع دورة ، وقد ارتفعت كفة المغرفة عن موازاة الأفق ويجري ما فيها في ذنبها الى الساقية وقد تم ربع الدورة وخلصت دندانجات سَ من بين عارضات دولاب ىَ فتثقل الكفة وتقع الى الغمرة وكذلك ما دامت الدابة تدور وذلك ما أردت إيضاحه جليـاً .

وأصف ما صنعته وهو هذا الشكل وزيادة مغرفة أخرى (ومغرفتين وثلاث) (١٢) :

الشكل الثاني من النوع الخامس

وهو آلة ترفع الماء من غمرة أوبير بدابة تديرها . (وأمثّل ذلك وأكيفّه) (١٣) (تعمد) (١٤) الى بير ليست بعميقة وعليها في الصورة أآ فيوضع فيها ثلاثة أركان عليها لاَ صَ قَ وركن صَ (وهو) (١٥) الأوسط أقصر من ركني لاَ قَ ثم تتخذ على ركني (لاَ صَ) (١٦) محور عليه دولاب ذو عارضات كعارضات السلالم وعليه فَ والى جانبه على المحور أيضاً طرف ذنب مغرفة (موثق به) (١٧) عليه عَ وعلى كفة المغرفة سَ ثم تتخذ على ركني صَ قَ محور عليه دولاب ذو عارضات وعليه نَ (والى جانبه) (١٨) على المحور أيضاً طرف ذنب مغرفة موثق به وعليه مَ وعلى كفة المغرفة لَ ثم تتخذ على ركني لاَ قَ محور يسامت (دولابي) (١٩) فَ نَ وتتخذ عليه ربع دولاب ذو دندانجات يسامت دولاب العارضات وعليه كَ ثم تتخذ عليه ربع دولاب ذو دندانجات يسامت دولاب العارضات وعليه يَ وهو مخالف لوضع ربع دولاب كَ ثم تتخذ على طرف هذا المحور (دولاب) (٢٠) ذو دندانجات عليه طَ وبين دندانجاته دندانجات

(٩) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (ينتهي) .
(١٠) في مخطوطة أكسفورد وردت : (يصير) / وفي مخطوطه (٤١٤) وردت : (ويصير) .
(١١) في مخطوطة اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت : (ترفع) .
(١٢) في مخطوطة (٣٤٧٢) لم ترد عبارة : (ومغرفتين وثلاث) .
(١٣) في مخطوطتي اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت العبارة : (وأمثل لذلك صورة بحيال صورة الشكل الأول وبعده ليفهم وأكيفه) .
(١٤) في مخطوطات اكسفورد و (٤١٤) و (٣٦٠٦) وردت : (يعمد) .
(١٥) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (هو) .
(١٦) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (لاَ قَ) .
(١٧) في مخطوطة (٤١٤) وردت : (موثق عليه) .
(١٨) في مخطوطتي اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت : (الى جانبه) .
(١٩) في مخطوطة اكسفورد وردت : (دولاب) .
(٢٠) في مخطوطة (٣٦٠٦) تنقص كلمة (دولاب) .

دولاب في محور منتصب وعليه حَ وفي هذا المحور سهم وَ متصل بدابة تدور (فتدير) (٢١) بالسهم دولاب حَ . فمن الواضح الجلي انه متى دارت الدابة بسهم وَ دار دولاب حَ (٢٢)[وأدار دولاب طَ ودندانجات ربع دولاب كَ بين عوارض دولاب فَ (فتديره وترتفع) (٢٣) كفة مغرفة س ويجري ما فيها ويخرج في طرف عَ وتخلص دندانجات كَ من دولاب فَ فترجع كفة سَ بثقلها وتقع في الماء فتغوص . وربع دولاب كَ بينه وبين دولاب يَ ربع دورة ومتى كملت ربع الدورة فان دندانجات يَ تنزل بين عارضات دولاب نَ فيدور ربع دورة يرفع بها مغرفة لَ حتى يخرج ما فيها من الماء في ذنبها وعليه مَ ويصب الى ساقية تجتمع بالأخرى . ثم يفارق ربع دولاب يَ ويدور محوره ربع دورة حتى تصل دندانجات ربع دولاب كَ الى بين عوارض (دولاب) (٢٤) فَ وكذلك ما دامت الدابة تدور فان مغرفة سَ ترتفع ومغرفة (لَ)(٢٥) تنخفض . ويمكن ان يعمل (هذا) (٢٦) بأربع دواليب ذوات عارضات في أربع محاور وفي كل محور مغرفة ويدير ذلك دابة واحدة بدولاب حَ وعلى محوره أربعة أرباع دواليب وكل مغرفة يرفعها ربع دولاب] وهذه الحركة ضابطة نفسها بثقل واحد لا يخف ولا يثقل عما هي عليه . والشكلان المذكوران تخف الحركة في الشكل الأول منها ثلاثة أرباع الدورة وفي الشكل الثاني تخف نصف دورة . وذلك ما أردت إيضاحه جلياً . (الشكل ١)

وأصف ما صنعته وهو آلة ترفع ماء من بركة نحو عشرة أشبار :

الشكل الثالث من النوع الخامس

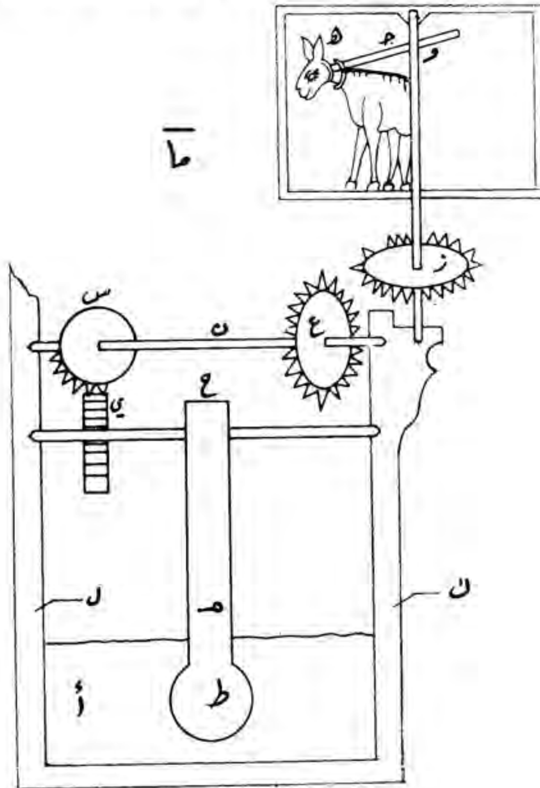
وهو بركة في (وسطها عمود مجوّف) (٢٧) عليه قرص وعلى القرص تمثال بقرة تدير دولاباً يرفع من البركة ماء (٢٨) الى فوق نحو من عشرة أشبار وينقسم الى فصلين :

الفصل الأول :

(في وصف) (٢٩) صورة البركة وما فيها : وهي بركة فيها عمود من نحاس وعلى

(٢١) في مخطوطتي اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت : (فيدور) .
(٢٢) في مخطوطة (٣٦٠٦) تنقص من : (وأدار دولاب ط) وحتى : (وهذه الحركة ضابطة نفسها بثقل واحد) ، وقد أشر عليها بالقوس [ ] ، وهي صفحة كاملة من المخطوطة .
(٢٣) في مخطوطة (٤١٤) وردت : (فتديره وترفع) / وفي مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (فيديره وترفع) .
(٢٤) في مخطوطة اكسفورد تنقص كلمة (دولاب) .
(٢٥) في مخطوطة اكسفورد ينقص الرمز (لَ) .
(٢٦) في مخطوطتي اكسفورد و (٤١٤) وردت : (هذا الشكل) .
(٢٧) في مخطوطة (٣٦٠٦) وردت : (في وسطها مجوف)
(٢٨) في مخطوطة (٣٦٠٦) وردت : (من البركة عمود عليه ماً) / في مخطوطة (٤١٤) وردت :(من البركة الى فوق) .
(٢٩) في مخطوطات اكسفورد و (٤١٤) و (٣٦٠٦) وردت : (أصف) .

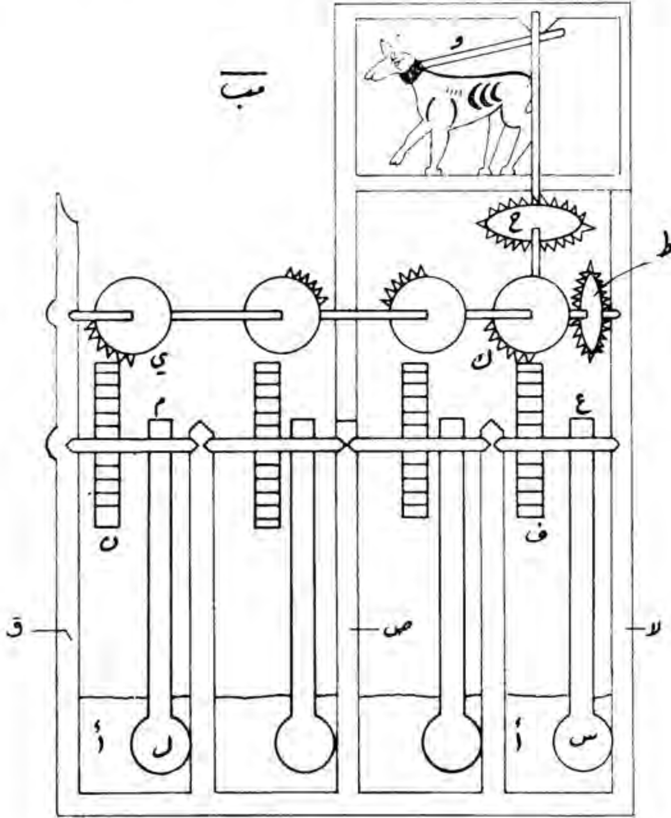
رأس العمود قرص من نحاس . وعلى القرص بقرة من خشب تدور فتدير سهماً في محور منتصب ارتفاعه (عن القرص ثمانية) (٣٠) أشبار . وفي أعلا المحور دولاب ذو دندانجات يدير دولاباً سندياً عليه حبلان فيهما كيزان . والحبلان موضوعان على ظهر الدولاب (ومنغمسان) (٣١) في الماء من البركة على ما جرت به العادة . والماء يتفرّغ من الكيزان الى ساقية داخل الدولاب ويجري منها الماء الى حيث اختير له . وقد تبين أن المحور المنتصب طوله نحو من ثمانية أشبار وفي أعلاه دولاب يدير دولاباً سندياً قطره نحو من أربعة أشبار لان هذه الآلة يجتمع فيها



الشكل رقم (١)
(حسب المخطوطة رقم أحمد الثالث ٣٤٧٢)

(٣٠) في مخطوطات اكسفورد و (٤١٤) و (٣٦٠٦) وردت : (عن القرص نحو من ثمانية) .
(٣١) في مخطوطي اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت : (منغمسان) .

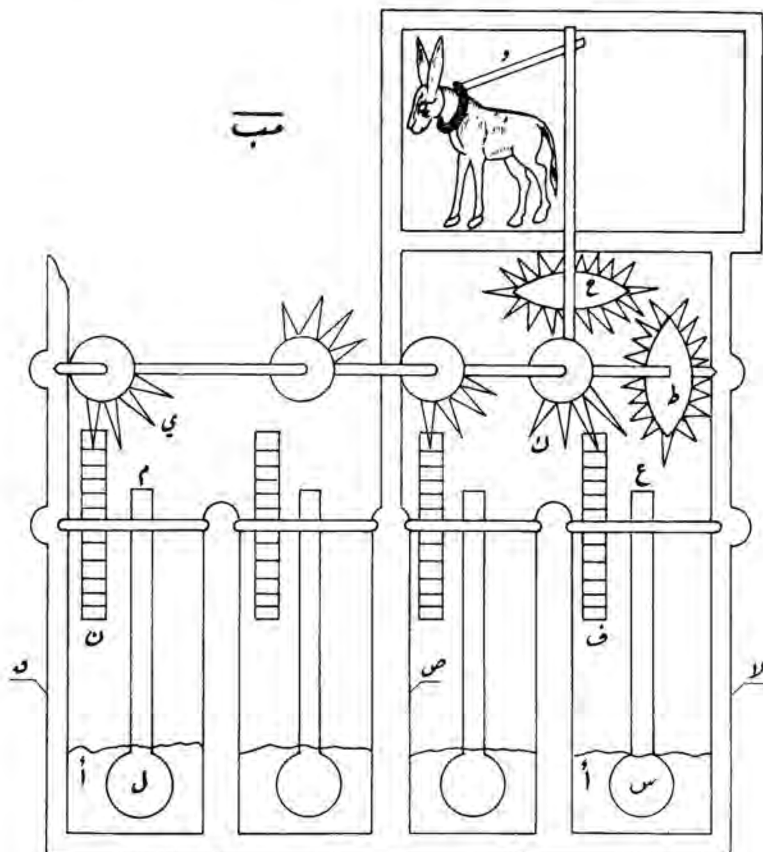
معنيان (٣٢) أحدهما رفع بعض الماء الأصلي الجاري الى البركة والانتفاع به في جهة أرفع من البركة والمعنى الآخر انها آلة مستحسنة بدواليب من نحاس فاخرة الصنعة رشيقة الأجسام



(الشكل رقم ٢ – آ)
(حسب المخطوطة أحمد الثالث ٣٤٧٢)

(٣٢) في مخطوطة (٣٦٠٦) وردت : (معيناً) .

لطيفة الوضع وحبال دقاق متخذة من حرير وكيزان لطاف مصبغات بأنواع الصباغ (٣٣) وكذلك الدواليب والبقرة والقرص .



(الشكل رقم ٢ – ب)
(حسب مخطوطة ايا صوفيا ٣٦٠٦)
واللوحة الاصلية موجودة في متحف الفن في بوسطون

(٣٣) في مخطوطات اكسفورد (و ٤١٤) (و ٣٦٠٦) وردت : (الأصباغ) .

الفصل الثاني :

في كيفية عمل ما وصفت : تتّخذ بركة لطيفة أرضها صفيحة من نحاس (وحافتها)(٣٤) من رخام ، مربعة الشكل ، وتتّخذ في وسط البركة خرق عليه عمود مجوّف من نحاس منتصب ارتفاعه ارتفاع حافة البركة وعلى طرفه قرص من نحاس قطره نحو من شبرين وهو (مخروق الوسط) (٣٥) الى تجويف العمود وليكن ما تحت أرض البركة مجوّفاً تجويفاً عمقه نحو من ثمانية أشبار (متقن الصنعة) (٣٦) . وفي أرض التجويف وهو كبيت صغير مصرف لما يقع اليه من الماء . ثم تتخذ عموداً من حديد دقيق مقوّم طوله نحو من اثنى عشر شبراً . ويدخل طرف هذا العمود في خرق وسط القرص (وفي عموده) (٣٧) الى تحت البركة (وتتخذ) (٣٨) على طرفه (دولاباً) (٣٩) قطره أربعة أشبار ذو دندانجات وتحت طرف العمود قاعدة مرتفعة عن أرض البيت . ثم تتخذ (محوراً) (٤٠) طوله ثلاثة أشبار وعلى طرفه دولاب قطره شبران ذو دندانجات موضوعة بين دندانجات دولاب طرف العمود الحديد وعلى طرفه الآخر دولاب ذو كفات كبار ما أمكن أن تتخذ في مثله وقطره نحو من سبعة أشبار. (وأمثّل لما وصفته وما أصفه صورة)(٤١) وهذه صورتهـا (الشكل رقم ٣ أ والشكل رقم ٣ ب)

(وأقول أن علامة) (٤٢) البركة سٓ وفي وسطها عمود غليظ عليه عٓ وعلى رأسه قرص عليه نٓ وفي وسطه خرق فيه العمود الحديد وعليه يٓ وعلى طرفه المنحط الى البيت المتخذ تحت البركة دولاب آ وفي البيت دولاب الكفات وعليه حٓ وعلى طرف محوره دولاب عليه طٓ والماء الجاري الى البركة يخرج منه في أنبوب في أرض البركة وعليه هٓ ويصب على كفات دولاب حٓ نحو ثلثي الماء الجاري الى البركة فيدير دولاب الكفات . ودولاب طٓ يدير دولاب آ وعمود يٓ .

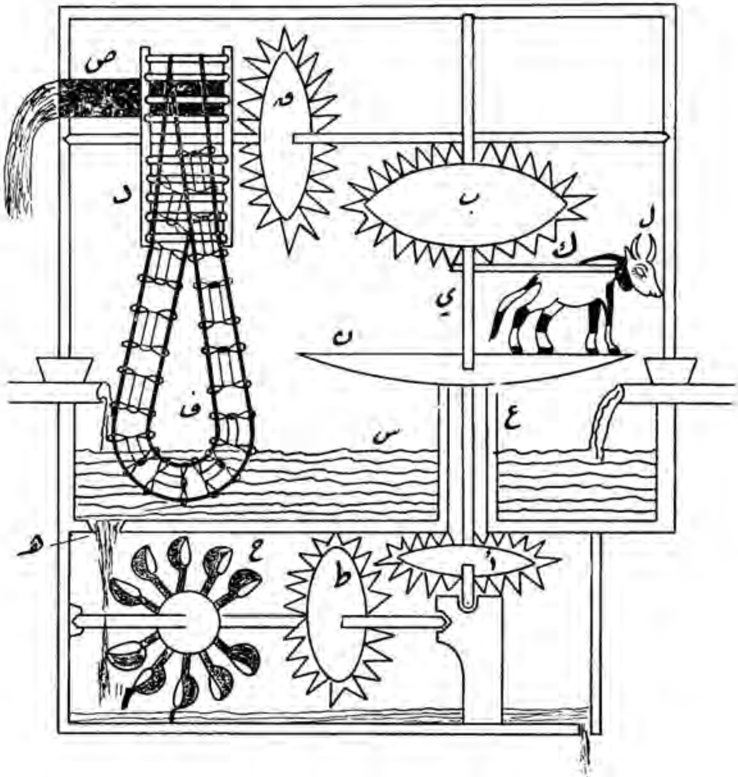
وأصف عمل البقرة فوق القرص ودولاب في رأس العمود والدولاب السندي وعليه الحبلان والكيزان : يتخذ في عمود يٓ سهم معارض (طوله نصف قطر القرص) (٤٣) وعليه كٓ ثم يتخذ بقرة لطيفة من خشب مجوّفة خفيفة ما أمكن ويوصل بين رقبة البقرة وبين

(٣٤) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (وحافتاها) .
(٣٥) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (مخروق الى الوسط) .
(٣٦) في مخطوطات اكسفورد و (٤١٤) و (٣٦٠٦) وردت : (متقن الصناعة) .
(٣٧) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (وفي العمود) / وفي المخطوطة (خ٤١٤) وردت : (في العمودة) .
(٣٨) في مخطوطة اكسفورد وردت : (ثم تتخذ) .
(٣٩) في المخطوطات اكسفورد و (٤١٤) و (٣٦٠٦) وردت : (دولاب) .
(٤٠) في المخطوطات اكسفورد و (٤١٤) و (٣٦٠٦) وردت : (محور) .
(٤١) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (وأمثل لما وصفته صورة) .
(٤٢) في المخطوطة (٤١٤) وردت : (وأقول علامة) .
(٤٣) في مخطوطتي اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت : (طوله نصف طول قطر القرص) .

(الشكل رقم ٣ آ)
(حسب المخطوطة أحمد الثالث ٣٤٧٢)

طرف سهم كَ (برباط يليق بهما) (٤٤) وليكن موثقاً غير متحرك ليحمل السهم البقرة وترتفع يداها ورجلاها عن القرص نحواً من سمك شعيرة ومتى دار العمود بالسهم فان البقرة (لا تماس) (٤٥) أظلافها القرص وعليها لَ . ثم تتخـذ في رأس العمود دولاب ذو دندانجات

(٤٤) في مخطوطة اكسفورد وردت : (برباط يوثق بها) .
(٤٥) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (لا يماس) .



الشكل رقم ٣ ـ ب
(حسب المخطوطة ايا صوفيا ٣٦٠٦)

قطره نحو من شبرين وعليه بَ ثم (تتخذ) (٤٦) دولاب سندي قطره نحو من أربعة أشبار وعليه دَ ومحوره قصير وعلى طرفه دولاب ذو دندانجات قطره نحو من ثلاثة أشبار وعليه قَ وليكن دندانجات دولاب بَ بين دندانجات دولاب قَ ثم يتخذ خيطان من الحرير طول كل خيط متى جمع بين طرفيه ووضع على دولاب دَ تدلى فاضله الى أن يكاد يماس أرض البركة .

(٤٦) في مخطوطة (٣٦٠٦) وردت : (يتخذ) .

ثم يتخذ كيزان من نحاس كل كوز منها عظمه ما يسع من الماء نحو من ثلاثين درهماً وشكله مستطيل (ورأسه وأسفله واحدة) (٤٧) وفي رأسه رزتان متقابلتان وفي أسفله رزتان يقابلانهما ويشدّ فيهن الخيطان ويوضعان على الدولاب . وعلى الكيزان في الخيطين قَ . وعند تحرير ما وصفته تصبغ الدواليب والمحاور والكيزان والسواقي وجميع ما اتخذ من النحاس وغيره بألوان الأصباغ معجونة بدهن بذر الكتان الخالص مسحوقة به على الصلايا فان الماء لا يؤثر فيه ولا يغيره إلا في زمان طويل . وأما وضع طرفي محور الدولاب السندي والساقية التي ينصب اليها الماء وعليها صَ فعلى أعواد متخذة على رؤوس أساطين أربع دقاق متخذة حول البركة لا حاجة الى تصويرها . فمن الواضح الجلي أنه متى جرى الماء الى بركة سَ فانه يخرج منه في أنبوب هَ ما يدير دولاب حَ . ودولاب طَ يدير دولاب أَ وعمود يَ وبقرة لَ . ودولاب بَ يدير دولاب قَ ودولاب دَ وعليه كيزان فَ وهي مدلاة (تكاد تماس) (٤٨) أرض البركة . وكلما دار دولاب دَ ارتفعت الكيزان مملوة (وصبّت) (٤٩) في ساقية صَ ومنها الى موضع مختار . وذلك ما أردت إيضاحه جلياً .

وأصف ما صنعته وهو آلة ترفع ماء من غمرة أوبير غير عميقة :

الشكل الرابع من النوع الخامس

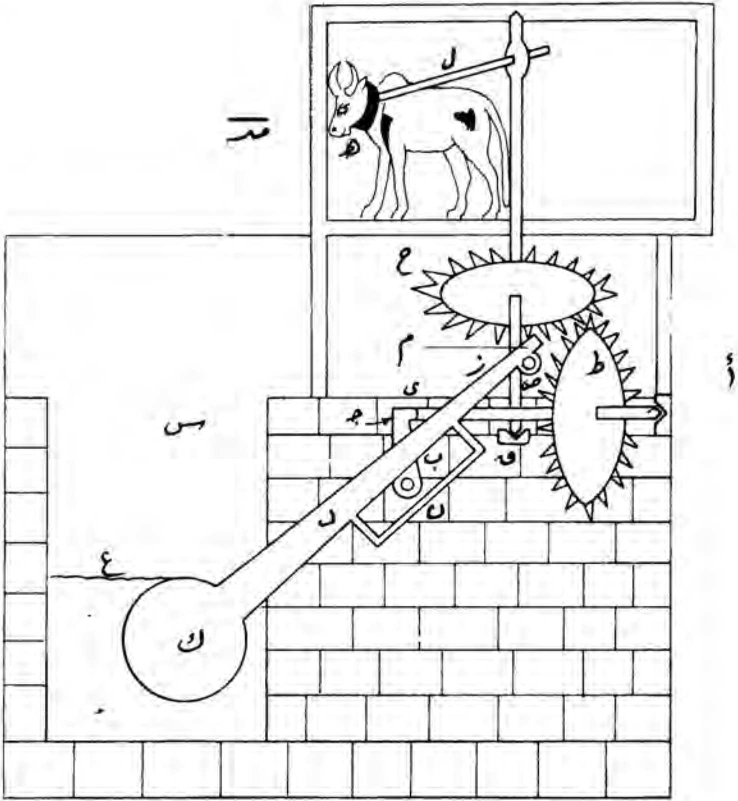
وهو آلة ترفع ماء من بير :

الفصل الأول :

وهي بير قد خرق اليها من جهة واحدة خرق من مسافة عشرة أذرع عن رأس البير على خط مستقيم الى سطح الماء من البير وأمثل صورة ذلك (الشكل رقم ٤):

وعلامة البير سَ وسطح الماء عَ (وأول الخرق) (٥٠) زَ ثم يتخذ عند أول الخرق دولاب ذو دندانجات قطره ستة (أشبار) (٥١) عليه طَ وعلى طرفي محوره وهو مبطوح أَيَ وعلى ناحية يَ سهم منتصب معطوف من رأسه على زاوية قايمة عليه جَ وعلى طرف السهم وتد عليه بَ وطرف أَ من المحور في ركن ثابت على الارض وطرف يَ زاوية قايمة وليس له طرف

(٤٧) في مخطوطة اكسفورد وردت : (ورأسه وأسفله سعة واحدة) .
(٤٨) في المخطوطتين (٣٤٧٢ و ٣٦٠٦) وردت : (يكود يماس) .
(٤٩) في المخطوطة (٣٤٧٢) وردت (وصب) .
(٥٠) في مخطوطة اكسفورد وردت : (وطول الخرق) .
(٥١) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (أشباراً) .



الشكل رقم ٤
(حسب المخطوطة أحمد الثالث ٣٤٧٢)

يدور في بيت بل دون الزاوية عند زَ يدور على قاعدة (ثابتة) (٥٢) ومانع يمنع المحور من الارتفاع عنها كالحلقة . ثم تتخذ مغرفة من خشب (لتسع كفتها نحو خمسين رطلاً) (٥٣) من الماء وطول ذنبها وهو (ميزاب) (٥٤) مقدار (ما يكون) (٥٥) من سطح الماء الى أول

(٥٢) في مخطوطة (٣٦٠٦) وردت : (ثانية) .
(٥٣) في مخطوطة اكسفورد وردت : (تسع ما نحو خمسين رطلا) .
(٥٤) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (ميزان) .
(٥٥) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (ما يمكون) / في مخطوطة (٤١٤) (ما يمكن) .

الخرق وفاضل عنه شبران وعليه دَ وعلى كفتها كَ وعلى طرف ذنبها مَ وفيه ثقب (فيه) (٥٦) محور معارض طرفاه في بيتين يدوران فيهما ولا يخرجان منهما وعلى المحور صَ و (تحت) (٥٧) ذنب المغرفة خرق مستطيل طوله ضعف طول سهم جَ ليتحرك فيه وتد رأس السهم بسهولة وعليه نَ وليكن الوتد ملبساً (بصفيحة من حديد) (٥٨) وداخل خرق نَ ملبس (بصفيحة من حديد) (٥٩) ثم يتخذ على دولاب طَ دولاب ذو دندانجات قطره ثلاثة أشبار ومحوره منتصب وعليه حَ وعلى طرف محوره وهو يدور في اسكرجة ثابتة في الارض قَ وعلى الطرف الاعلى (سهم معارض عليه لَ) (٦٠) وفي طرفه رباط متصل برقبة دابة تدير السهم وعليها هَ فمن الواضح الجلي أنه متى دارت دابة هَ (بسهم) (٦١) لَ دار دولاب حَ وأدار دولاب طَ ومحور أيَ وسهم جَ ووتد بَ (في خرق) (٦٢) نَ (في غاية انحطاطه) (٦٣) وكفة كَ منغمسة في الماء . ومتى دار سهم جَ نصف دورة مع المحور فان المغرفة ترتفع كفتها عن موازاة الأفق ويجري الماء في ذنبها ويخرج من طرف مَ الى ساقية تمر حيث الاختيار وقد انتصب سهم جَ ثم ينخفض بتمام نصف دورة من المحور حتى تصير الكفة منغمسة في الماء قهراً . وليفهم انه متى كان الوتد من السهم في غاية انخفاضه فانه منطبق مع وسط خرق المغرفة من أسفل الخرق ومتى دار المحور ربع دورة فان الوتد يصير في آخر الخرق عند دَ (وترتفع) (٦٤) المغرفة الى فوق . وعند تمام نصف دورة يصير (الوتد) (٦٥) في غاية ارتفاعه منطبقاً عليه وسط (خرق) (٦٦) المغرفة من فوق . وعند تمام ثلاثة أرباع دورة يصير الوتد في آخر خرق المغرفة عند بَ منحطاً بالمغرفة وعند تمام دورة كاملة يعود الوتد الى مكانه من وسط الخرق منطبقاً عليه (بحطه) (٦٧) الى أسفل (فتنغمس) (٦٨) الكفة في الماء . وذلك ما أردت إيضاحه جلياً .

(٥٦) في مخطوطة اكسفورد وردت : (عليه) .
(٥٧) في مخطوطة اكسفورد وردت : (ثقب) .
(٥٨) في مخطوطتي اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت : (صفيحة حديد) .
(٥٩) في مخطوطتي اكسفورد (و ٣٦٠٦) وردت : (صفيحة حديد) .
(٦٠) في مخطوطة اكسفورد وردت (سهم معارض لَ) .
(٦١) في مخطوطة اكسفورد وردت : (وسهم) .
(٦٢) في مخطوطة اكسفورد وردت : (الى خرق) .
(٦٣) في مخطوطتي (٤١٤) و (٣٦٠٦) وردت : (في غاية انحطاط) .
(٦٤) في مخطوطتي اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت : (وترفع) .
(٦٥) في مخطوطة (٣٦٠٦) ينقص النص العبارة التالية : (في غاية ارتفاعه منطبقاً عليه وسط خرق المغرفة من فوق وعند تمام ثلاثة أرباع دورة يصير الوتد) .
(٦٦) في مخطوطة اكسفورد وردت : (حرف) .
(٦٧) في مخطوطة اكسفورد وردت : (نحطه) .
(٦٨) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (فتغمس) .

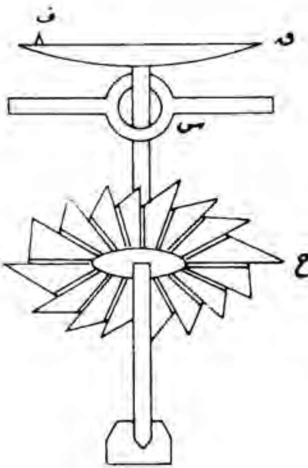
وأصف ما صنعته وهو آلة ترفع ماء نحواً من عشرين ذراعاً بدولاب في ماء جار .

الشكل الخامس من النوع الخامس

وهو آلة ترفع ماء نحواً من عشرين ذراعاً بدولاب من مــاء جــار وينقسم الى فصول ثلاثة :

الفصل الأول :

أقول أن هذا الشكل يصنع على ضربين **أحدهما** بأن يتخذ (للدولاب) (٦٩) وهــو مدير الآلة (فرجات) (٧٠) في محور منتصب والماء يدير (الفرجات) (٧١) كالأرحاء ، وهي في (الطرف) (٧٢) الأسفل من المحور وهو يدور على سكرجة على ما جرت به العادة . وطرفه الأعلى يدور في حلقة ثابتة وعلى نهاية هذا الطرف قرص مستوى الوجه. وعلى حافة القرص وتد منتصب ، وهذا الوتد هو مدير آلة ترفع الماء . وأمثّل صورة (هذه) (٧٣) الفرجات وعليها القرص (وعليه) (٧٤) الوتد . وعلى الفرجات وهي موربات ح وعلى الحلقة التي يدور فيها أعلى المحور س وعلى القرص من نهــاية رأس المحور ق وعلى الوتد في جــانب القرص ف .

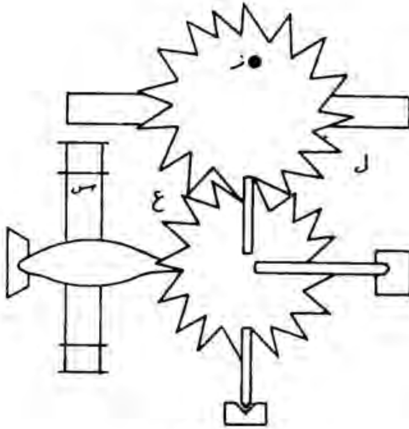


الشكل رقم ٥

الضرب الثاني انه يتخذ دولاب ذو أجنحة على طرف محور يوازي الأفق وبعض أجنحة منغمسة في ماء جار وعلى طرفه الآخر دولاب ذو دندانجات يدير بدورانه قرصاً على دايره دندانجات وعلى جانبه وتد منتصب يدير الآلة وأمثل صورة ذلك .وعلى دولاب الأجنحة س

(٦٩) في مخطوطتي اكسفورد و (٣٦٠٦) وردت : (الدولاب) .
(٧٠) في مخطوطة اكسفورد وردت : (فرخات) .
(٧١) في مخطوطة اكسفورد وردت : (الفرخات) .
(٧٢) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (طرف) .
(٧٣) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (هذا) .
(٧٤) في مخطوطة اكسفورد وردت : (عليها) .

وعلى دولاب الدندانجات عَ وهو يدير قرصاً على أعلى محور طرفه الأسفل في (سكرجة) (٧٥) ودون طرفه الأعلى حلقة (يدور) (٧٦) فيها وعلى نهاية طرفه القرص وعليه لَ وعلى جانب القرص (وتد) (٧٧) منتصب يدير الآلة عليه زَ . وأما الآلة فيتخذ صندوق مثلث الشكل ضلعه نحو من ثمانية أشبار (وارتفاعه) (٧٨) شبران وليكن من خشب التوت وعلى (الزوايا) (٧٩) منه ح ع س ثم يتخذ دون أعلاه قرص على طرف محور والطرف الآخر من المحور في أرض الصندوق يدور على سكرجة . وتحت القرص حلقة يدور فيها المحور وعلى داير القرص



الشكل رقم ٦

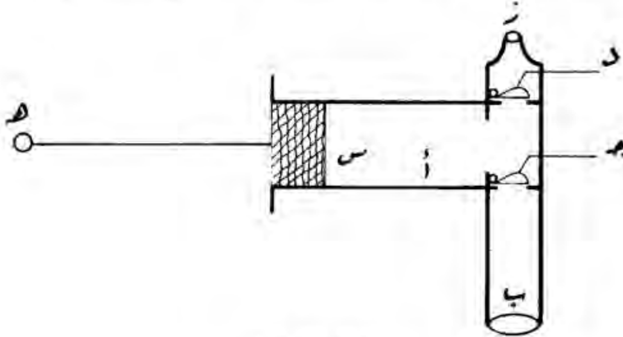
دندانجات بارزات عن الصندوق وعلى القرص في داخل الصندوق وَ وعلى الدندانجات وهي خارجة عن جانب الصندوق (شَ) (٨٠) وعلى وجه القرص وتد منتصب عند حرفه . ثم يتخذ سهم في أحد طرفيه ثقب فيه مسمار ثابت عند زاوية عَ من الصندوق والطرف الآخر مخروق طولاً خرقاً طوله قطر دايرة (يوثرها) (٨١) راس وتد القرص وهو في الخرق ليصير الوتد في غاية (بعده) (٨٢) عن زاوية حَ من الصندوق في طرف(٨٣) الخرق . وعلى وسط الخرق شمالاً لَ وعلى وسط الخرق يميناً هَ (فاذن) (٨٤) سهم قَ لا ميل له الى جهة حَ ولا الى جهة سَ وهو بالحقيقة متوسط بينهما. ومتى دار قرص وَ من جهة حَ الى جهة سَ ربع دورة فان وتد القرص

(٧٥) في مخطوطة اكسفورد وردت : (أسكرجة) .
(٧٦) في مخطوطة اكسفورد وردت : (تدور) .
(٧٧) في مخطوطة اكسفورد وردت : (وهو) .
(٧٨) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (فارتفاعه) .
(٧٩) في مخطوطات اكسفورد و (٤١٤) و (٣٦٠٦) وردت : (الزاوية) .
(٨٠) في مخطوطتي اكسفورد و (٤١٤) وردت : (س) .
(٨١) في مخطوطة اكسفورد وردت : (يوترها) .
(٨٢) في مخطوطة اكسفورد وردت : (بعيدة) .
(٨٣) وردت هكذا في جميع النسخ .
(٨٤) في مخطوطة (و) وردت : (فاذا) .

يصير (الى) [٨٥] ناحية سَ ويميل معه سهم قَ وهو غاية ميله هناك وحركة قرص وَ دايمة حتى تدور ربع دورة ويصير الوتد الى جهة عَ وقد عاد السهم الى الوسط ومتى دار القرص ربع دورة أخرى صار الوتد الى جهة حَ وقد مال سهم قَ اليها وهو غاية ميله الى جهة حَ ومتى كملت دورة القرص عاد الوتد الى النقطة التي ابتدا منها وقد صار الوتد والسهم في الوسط .

الفصل الثاني :

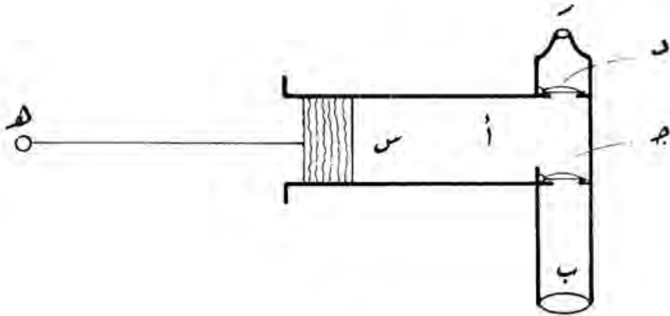
يتخذ بربخ من نحاس طوله قطر قرص وَ وغلظه سعة دايرة قطرها نحو من شبر (ويسد) [٨٦] أحد طرفيه ويفتح في جانبه دون طرفه المسدود خرق ويتخذ عليه أنبوب طوله شبر ونصف وعلى هذا الطرف الملصق بالبربخ صفيحة مستديرة خفيفة في حافتها نرماذجة متصلة بسداد (طرف) [٨٧] البربخ تتحرك الى فوق فقط واسمها رادادة ثم يتخذ فيما يقابل هذا الأنبوب على طرف البربخ أيضاً خرق وعليه أنبوب غليظ ثم دقيق وعند مكان الصاقه بالبربخ رادادة أخرى تتحرك أيضاً الى فوق فقط . ثم يتخذ قضيب من حديد طوله نحو من شبرين ونصف (وطرفه حلقة) [٨٨] وعلى الطرف الآخر قرصان هو داخل في ثقبي مركزيهما وبعد ما بين القرصين ثلاث أصابع مضمومات وسعة كل قرص ما يدخل في البربخ بسهولة ثم يلف فيما بين القرصين خيط من القنب لفة بعد لفة حتى يمتلي ما بين القرصين ويدخل هذا



الشكل رقم ٧ أ
(حسب المخطوطة رقم احمد الثالث)

(٨٥) في مخطوطة (أوكسفورد) وردت : (في) .
(٨٦) في مخطوطة (٣٦٠٦) وردت : (ويشد) .
(٨٧) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (بطرف) .
(٨٨) في مخطوطة (أوكسفورد) وردت : (حلقة) / وفي مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (طرفه حلقة).

الطرف بالقرصين في البربخ قهراً وينعم داخل البربخ ما أمكن ليسهل حركة القرصين والقنب فيه وأمثل صورة البربخ وما يتعلق به مفرداً .



الشكل رقم ٧ ب
(حسب المخطوطة رقم أيا صوفيا ٣٦٠٦)

فالبربخ وعليه أ وأنبوب في طرفه مفتوح عليه ب وفيه ردادة عليها جـ وهذا الأنبوب الى جهة أسفل (ويقابله) (٨٩) أنبوب من فوق وهو غليظ ويمتد الى فوق وهو دقيق ، وفيه ردادة عليها د وعمود حديد في طرفه حلقة عليها ه وعلى الطرف الآخر قرصان بينهما خيط قنب وعليه س وهذه الآلة هي (زراقة) (٩٠) (كزراقات) (٩١) النفط إلا انها اعظم من تلك . ومتى وضع طرف أنبوب ب في الماء وجذب طرف القضيب وهو حلقة عليها ه وتحرك القرصان والقنب الى طرف البربخ فان ردادة جـ ترتفع وتنطبق ردادة د والهواء يجذب الماء من أنبوب ب فيمتلي بربخ أ ماء ومتى دفع قضيب ه انطبقت ردادة جـ وانبعث الماء ورفع ردادة د وصعد الماء بقوة في انبوب ز الدقيق الى فوق نحو عشرين ذراعاً وهو مسافة طول الأنبوب .

ثم يتخذ بربخ آخر بهذه الصفة المتقدمة (مما) (٩٢) يتعلق به وعلى البربخ ط وأنبوب عليه لا وفيه ردادة عليها ى ويقابله (من فوق) (٩٣) أنبوب غليظ ثم دقيق وفيه ردادة عليها ص. والقضيب وطرفه حلقة وعلى الطرف الآخر قرصان بينهما قنب وعليه ن وعند تحرير ذلك يخرق

(٨٩) في مخطوطة (٣٦٠٦) وردت : (ومقابله) .
(٩٠) في مخطوطة اكسفورد وردت : (زراقات) / وفي مخطوطة (٤١٤) وردت : (زرقات) .
(٩١) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (كزرقات) .
(٩٢) في مخطوطة (٤١٤) وردت : (بما) / في مخطوطة (٣٦٠٦) وردت : (ما) .
(٩٣) في مخطوطة (٤١٤) وردت : (فوق) .

في أرض الصندوق من جهة حَ خرق وينزل فيه أنبوب بَ من بربخ أَ الى حد نصفه ويوثق بحاله ويحمل بربخ أَ على حمالات ثابتات ويوثق ويخرج أنبوب زَ من أعلى الصندوق معوجاً الى جهة وسطه ويتخذ على وسط جانب خرق سهم قَ عند نقطة هَ رزة قد (اجيزت) (٩٤) في حلقة طرف قضيب هَ وكذلك يركب البربخ الآخر في زاوية سَ من الصندوق ويتخذ عند وسط جانب خرق السهم رزة قد (اجيزت) (٩٥) في حلقة طرف قضيب لَ . وقد تبين انه متى تحرك سهم قَ يساراً اندفع الماء من بربخ طَ في أنبوب فَ وارتفع من أنبوب بَ ماء الى بربخ أَ ومتى عاد السهم يميناً اندفع الماء من بربخ أَ في انبوب زَ وارتفع في انبوب لاَ ماء الى بربخ نَ .

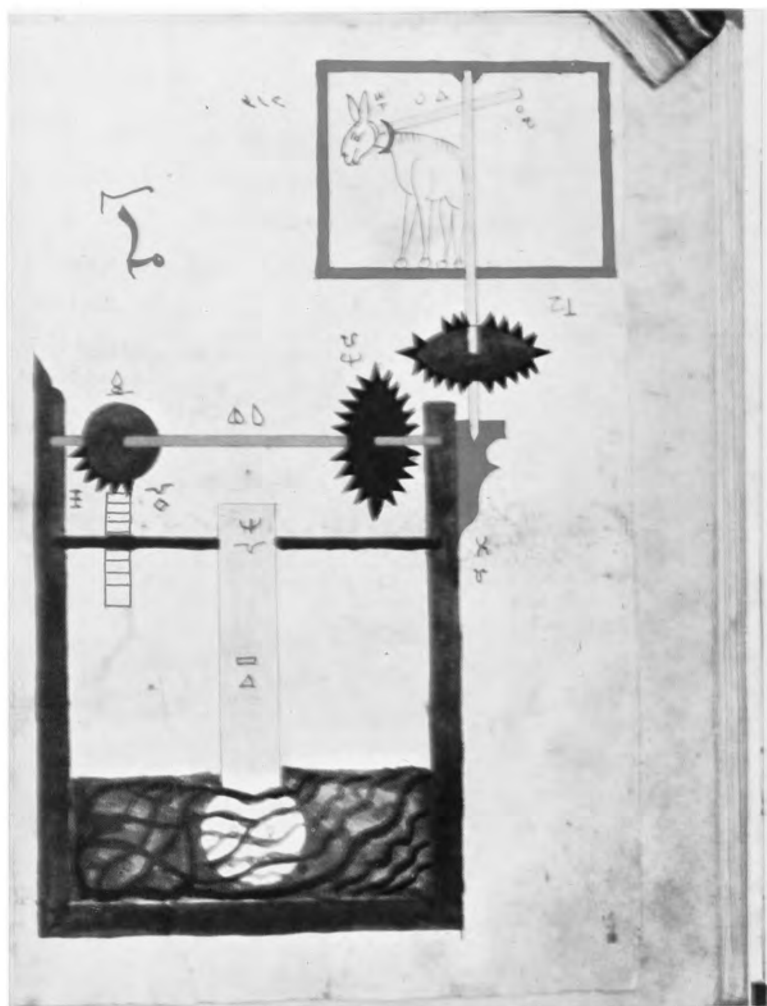
الفصل الثالث :

يتخذ دولاب ذو أجنحة عليه كَ في طرف محور يوازي الأفق وعلى طرفه الآخر دولاب ذو دندانجات وهــن بــين دندانجات قرص وَ وعليه مَ . وأجنحة كَ في ماء جار يديرها ، وطرفا محوره على ركنين ثابتين في النهر ثم يوضع الصندوق مما يلي دولاب مَ وأنبوبا بَ لاَ منغمسان في الماء ويوثق الصندوق بحاله كيلا يتحرك البتة ويغطي رأسه بغطاء ويثقل عليه كيلا يتغير عن مكانه ويجمع بين طرفي انبوبي زَ فَ ويتخذ فوقهما أنبوب منتصب طوله نحو من عشرين ذراعاً وليكن دقيقاً ومن أعلاه يفور الماء الى الجهة المختارة . وأمثل صورة جميع ما ذكرته (مكملاً) (٩٦) .

فمن الواضح الجلي انه متى دار دولاب كَ وعلى محوره دولاب مَ أدار دندانجات قرص وَ وعلى (وجهه) (٩٧) سهم قَ وفي السهم خرق هـ لَ فيه الوتد المنتصب وفي جانبي الخرق رزتا هـ لَ وفيهما حلقتا طرفي قضيبي (الزراقتين) (٩٨) وبدوران قرص وَ يدور معه وتده (فيدير) سهم قَ يمنة ويسرة ويدفع قضيب هَ ويجذب قضيب لَ بنصف دورة ثم يدفع قضيب لَ ويجذب قضيب هَ في تمام دورة وبالجذب يدخل الماء الى البربخ وبالدفع يندفع الماء في أنبوبي زَ فَ ويرتفع في أنبوب الوسط متصلاً بعضه ببعض . وردادة دَ تمنع الماء من الرجوع الى بربخ أَ وردادة صَ تمنع الماء من الرجوع الى بربخ طَ وردادة جَ تمنع الماء من (النزول) (٩٩) الى النهر في أنبوب بَ وكذلك ردادة يَ تمنعه من النزول الى (النهر) (١٠٠) في أنبوب لاَ وذلك ما أردت إيضاحه جلياً (١٠١) .

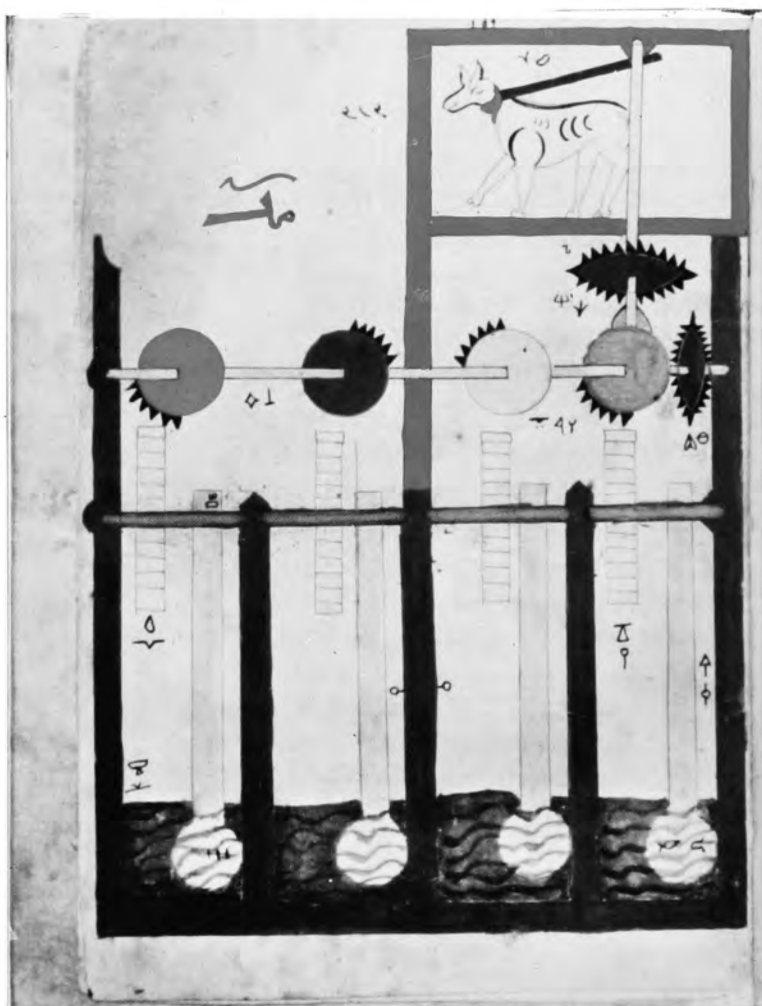
(٩٤) في مخطوطة اكسفورد وردت : (احترت) .
(٩٥) في مخطوطة اكسفورد وردت : (احترت) .
(٩٦) في مخطوطتي (٣٤٧٢ و ٤١٤) وردت : (كلا) .
(٩٧) في مخطوطة (٤١٤) وردت : (وجه) .
(٩٨) في مخطوطة (٣٤٧٢ وردت : (الزرافتين) .
(٩٩) في مخطوطة اكسفورد وردت : (الزوال) .
(١٠٠) في مخطوطة (٣٤٧٢) وردت : (نهر) .
(١٠١) في مخطوطة (٣٦٠٦) تنقص صفحة كاملة من النص كما ينقص الشكل الخامس من النوع الخامس

الشكل رقم ٨
(حسب المخطوطة رقم أحمد الثالث ٣٤٧٢)



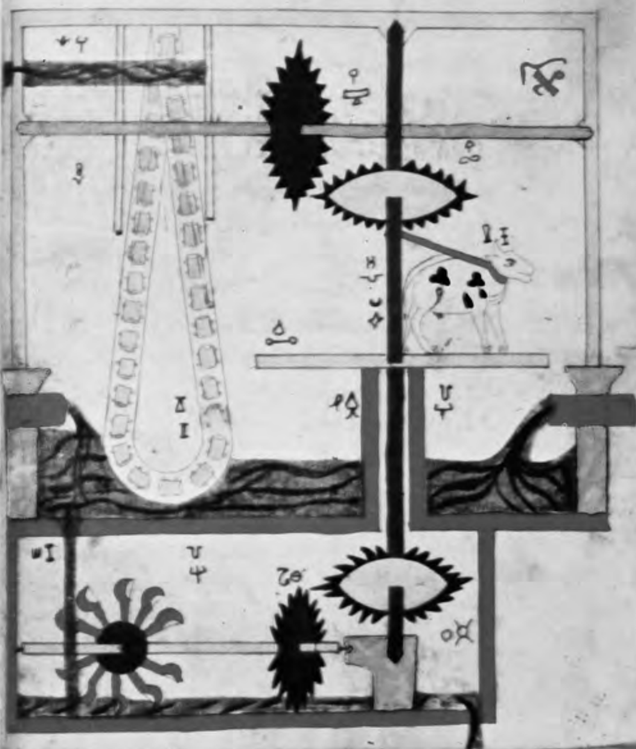
(اللوحـــة الاولى)

المضخة الاولى من مضخات الجزري وهي اللوحة مآ [٤١] من اللوحات الخمسين الرئيسية ، عن المخطوطة طوبقابي سراي ٣٤٧٢



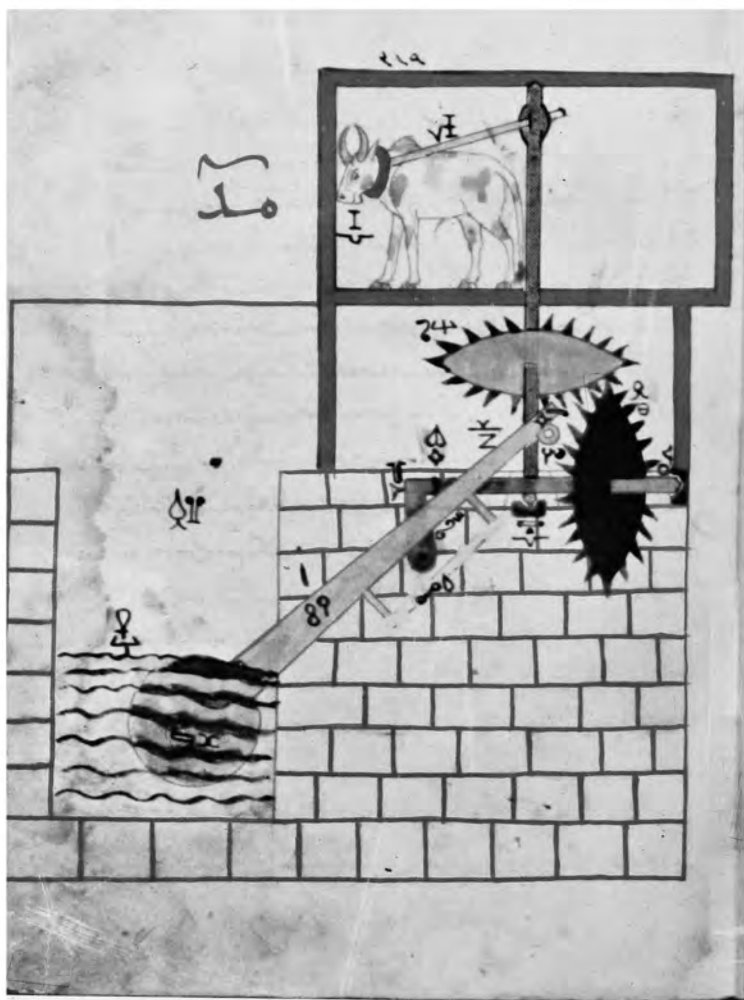
(اللوحــــة الثانية)

المضخة الثانية من مضخات الجزري وهي شبيهة بالاولى الا أنها باربع مغارف ٠ وهذه هي اللوحة مب [٤٢] من اللوحــات الخمسين الرئيسية ٠ عـن المخطوطة طوبقابي سراي ٣٤٧٢



(اللوحـــة الثالثة)

المضخة الثالثة من مضخات الجزري • وهي اللوحة مجـ [٤٣] من اللوحات الخمسين الرئيسية ، عن المخطوطة طوبقابي سراي ٣٤٧٢



(اللوحـــة الرابعة)

المضخة الرابعة من مضخات الجزري • وهي اللوحة مد [٤٤] من
اللوحات الخمسين الرئيسية • عن المخطوطة طوبقابي سراي ٣٤٧٢

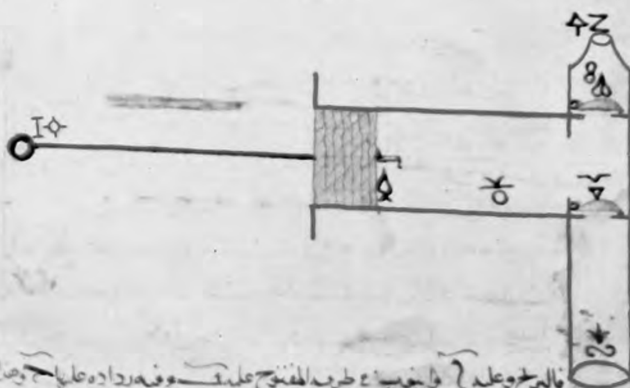
(اللوحـــة الخامسة)

صفحة من المخطوطة طوبقابي سراي ٣٤٧٢ ، وهي تصور الطريقة الاولى من احدى طريقتين لتدوير المضخة الخامسة من مضخات الجزري

طرف الآخر دولاب د ودنالجات يدير ارته فرضا على دايرة دنالجات وعلى جانب
وتد منتصب يدير الآلة وامثل صورة ذلك وعلى دولاب الاحجر س وعلى دولاب
الدنالجات ع وهو يدير فرضا
على اعلاه بطرفه الاسفل في كرجه
ودون طرفه الاعلى حلقه يدور فيها وعلى
نهاية طرفه الفرض وعليه أ وعلى
جانب الفرض وتد منتصب يدير الآلة عليه و
وأما الآلة فتحت صندوق مثلث الشكل
ضلعه طوله من ثمانية اشبار فارتفاعه
شبران ولكن من خشب التوت وعلى الزوايا منه
ح ع س ثم تخذ دون اعلاه فرض على طرف محور والطرف الآخر من المحور في ارض الصندوق
يدور وعليه كرجه ويحت الفرض حلقه يدور فيها المحور وعلى داير الفرض دنالجات بارزات عن الصندوق
على الفرض داخل الصندوق ى وعلى الدنالجات وهي خارجة عن جانب الصندوق س
وعلى وجه الفرض وتد منتصب عليه مدة ثم تخذ سهم في احد طرفيه ثقب فيه تمار ثابت
عند زاوية ع من الصندوق والطرف الآخر في وسط الآخر فأطوله قطر دائرة يدور على ك
وتد الفرض وهو في الخرق ليصير الوتد في غاية بعده عن زاوية ح من الصندوق وفي طرف الخرق
وعلى وسط الخرق شمالا ل وعلى وسط الخرق يمينا ه فاذن سهم ق لا يميل
له الى جهة ح ذا الجهة ن وهو بالحقيقة متوسط بينهما ومتى دار فرض ق

(اللوحـــة السادسة)

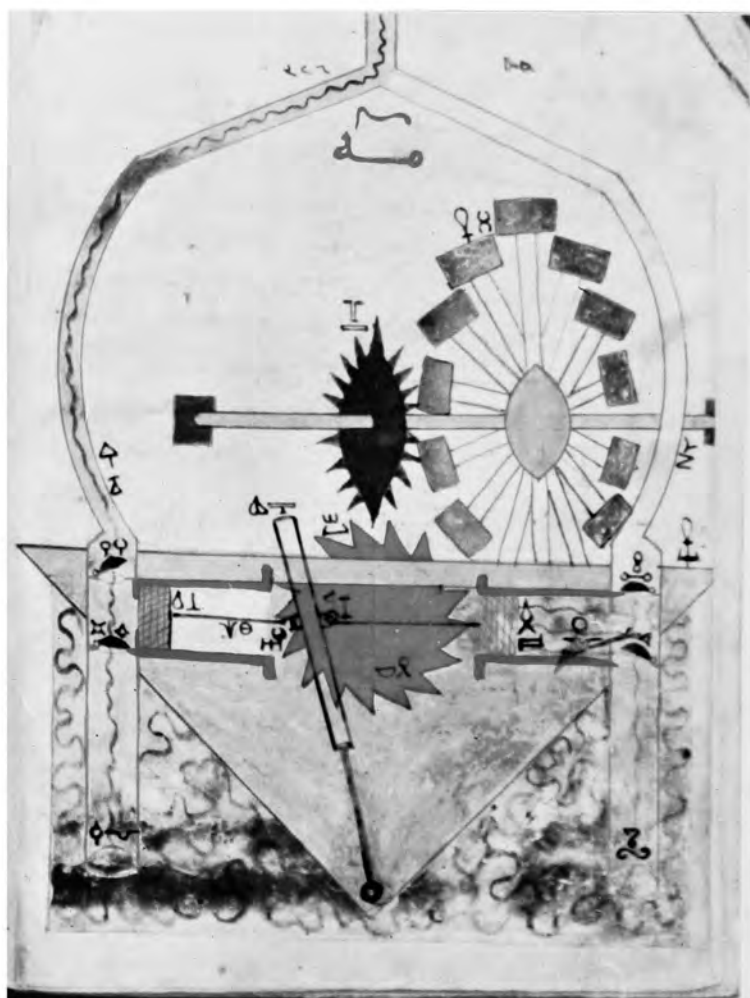
صفحة اخرى من المخطوطة طوبقابي سراي ٣٤٧٢ ، وهي تصور الطريقة الثانية من طرق تدوير المضغة الخامسة



فالبربخ وعليه ح والانبوب ع طرفه المفتوح عليه ى وفيه رداده عليها ح ووصل الانبوب
الى حجم اسفل وبها المد انبوب من فوق وهو غليظ وبعد الى فوق وهو دمو وفيه ردادة عليها
د وعمود حديد في طرفه حلقة عليها ه وعلى الطرف الاخر قرصان بينهما خيط قنب
وعليه س وهذه الاعمدة قد ذكرت في الآلات التي قبلها الا انها اعظم من تلك ووضع طرف
انبوب ى في الماء وجذب طرف القضيب وهو حلقة عليها ه ويجذب القرصان والقنب
الى طرف البربخ فان الهواء ح يرتفع وتنطبق رداده د والهوا يجذب الماء من انبوب
ى فيملأ البربخ ح ما دمنى دفع قضيب ه انطبقت رداده ح وانبعث الماء ورفع
رداده د وصعد الماء بقوة في انبوب د الدمو الى فوق نحو عشرين ذراعا وهو
متساو في طول الانبوب ه ثم يجذب مرة اخرى

(اللوحـــة السابعة)

صفحة من المخطوطة طوبقابي سراي ٣٤٧٢ ، وفيها تفصيل لاحد المكبسين مع الصمامات



(اللوحـــة الثامنة)

المضخة الخامسة من مضخات الجزري • وهي اللوحة مد [٤٥] من اللوحات الخمسين الرئيسية • عن المخطوطة طوبقابي سراي ٣٤٧٢

تقرير الرازي حول الزكام المزمن عند تفتح الورد

تحقيق الدكتورة
فريدرون ر. هاو
معهد تاريخ الطب في بون

تمتع أكبر طبيب في فترة ازدهار الحضارة الإسلامية ، محمد بن زكريا الرازي (باللاتينية "Rhazes") (١) بشهرة عظيمة في العصر اللاتيني الوسيط بفضل مؤلفه الضخم «كتاب الحاوي» (باللاتينية *"Liber Continens"*) ، ثم بالكتاب التاسع من «كتاب المنصوري» ، وهو ما يطلق عليه باللاتينية اسم *"Nonus Almansoris"* الذي يعالج علم الأمراض الخاص ، وكذلك وبوجه خاص بفضل تصنيفه الصغير «كتاب الجدري والحصبة» (باللاتينية *"De Variolis et Morbillis"*) .

وهناك تقرير يكاد يكون مجهولاً وضعه الرازي لمعلمه في الفلسفة ، أبي زيد أحمد بن سهل البلخي (٢) ، الذي كان يعاني كل سنة عند موسم تفتح الورد من الزكام . وغرضنا نشر هذا التقرير في الصفحات التالية . لم يعرف التقرير كمؤلف مستقل ، بل أورده ابن سرابيون بن ابراهيم فقط في كتابه الوحيد «الفصول المهمة في طب الأمة» . والكتاب المذكور لا توجد منه إلا نسخة واحدة فقط ، وهي نسخة غير كاملة من الكتاب . أما المؤلف فمجهول لا يعرف عنه شيء . ولكن نظراً لإشارة ابن سرابيون بن ابراهيم إلى ابن سينا (المتوفى ٤٢٨هـ / ١٠٣٧م) ، فمن المتعذر أن يكون التقرير قد صنف قبل النصف الثاني من القرن الحادي عشر . ويوجد تقرير الرازي هذا في

(١) ابن النديم : الفهرست ، مصر ١٣٤٨ هـ ، ص ٤١٥،١٩–٤٢٠،١ ؛ ابن جلجل : طبقات الأطباء والحكماء، القاهرة ١٩٥٥ ، ص ٧٧–٨٠ (رقم ٢٨) ؛ ابن القفطي : تأريخ الحكماء ، نشر يوليوس ليبرت ، لايبزغ ١٩٠٣ ، ص ٢٧١ ، ١٣–٢٧٧،٧ ؛ ابن أبي أصيبعة : كتاب عيون الأنباء في طبقات الأطباء ، نشر آوغوست مولر ، المجلد ٢/١ ، كونغزبيرغ ، القاهرة ١٨٨٢–١٨٨٤ ، المجلد ١، ص ٣٠٩،١٦ – ٣٢١،٢٠ ؛
Carl Brockelmann : *GAL (Geschichte der arabischen Litteratur)* I 233, SI 417 ff.; Fuat Sezgin : *GAS (Geschichte des arabischen Schrifttums)* III, 274 - 288; *Enzyklopaedie des Islam*. Leiden, Leipzig: Brill, Harrassowitz, Band III (1936), Sp. 1225 a — 1227 b.

(٢) ابن النديم : الفهرست ، مصر ١٣٤٨ هـ ، ص ١٩٨،٥–١٩٩،٩ ؛ راجع ابن أبي أصيبعة ، مجلد ١ ، ص ٣١٥ – ٨ ؛
Fuat Sezgin: *GAS* III, S. 274; Carl Brockelmann: *GAL* I 299, S 1 408

مجموعــة مخطوطــات *Codex Huntingtonianus* في اكسفورد تحت رقــم 461 الأوراق (3—,78 b حتّى 80 b,8). وللتدليل على صحة تقرير الرازي فــان البيروني (المتوفى ٤٤٠هـ / ١٠٤٨م) هو أقدم مصدر يمكن الإشارة إليه. فقد وضع البــيروني حسب معلوماته الخاصة رسالة أورد فيهـــا فهرست أعمال الرازي (٣) جـــاء فيها تحت الرقم 38 (٤): في النزلة كانت تعتري أبا زيد <وقت الورد> وفيما عدا ذلك لا يأتي أحد على ذكر تقرير الرازي إلا ابن أبي أصيبعة (٥) في مؤلفه «كتاب عيون الأنباء في طبقات الأطباء»(٦) وذلك كما يلي: مقالة في العلة التي من أجلها يعرض الزكام لأبي زيد البلخي في فصل الربيع عند شمه الورد (٧).

وفي ترجمة محمد بن زكريا الرازي نوجز كما يلي: وُلد عام ٢٥١هـ / ٨٦٥م في الري (٨). واشتغل في مسقط رأسه في الموسيقى والأدب والفلسفة والسيمياء. ويقال إنه لم يبدأ دراسة الطب إلا بعد بلوغه الثلاثين. وقد كلّف في الري ثم في بغداد فيما بعد بادارة المستشفيات. وبعد ذلك بدأ سلسلة رحلاته. ثم عمي بصره في سن الشيخوخة، وتوفي في ٣١٣ هـ / ٩٢٥ م.

أما معلم الرازي في الفلسفة، البلخي، الذي وضع التقرير من أجله فهو على الأغلب نفس أبي زيد أحمد بن سهــل البلخي (٩)، الــذي ولد عام٢٣٦ هـ / ٨٥٠ م في شامستيان، وهي قرية قريبة من بلخ في خراسان. ويشتهر البلخي اليوم بالدرجة الأولى بسبب مؤلّفه الجغرافي «صور الأقاليم» الذي كان المصدر الأصلي الذي اعتمد عليه الإصطخري وابن حوقل والذي أصبح بفضل ذلك حجر الأساس لما يدعى بالمدرسة الكلاسيكية للجغرافيا العربية. وكان البلخي قد درس في العراق الفلسفة والتنجيم وعلم الفلك والطب والعلوم الطبيعية، وتوفي عام ٣٢٢ هـ / ٩٣٤ م.

(٣) راجع باول كراوس Paul Kraus : رسالة للبيروني في فهرست كتب محمد بن زكريا الرازي، باريس: مطبعة القلم ١٩٣٦، ص ٢، ١١—١٣؛ راجع يوليوس روسكا
Julius Ruska: Al-Bīrunī als Quelle für das Leben und die Schriften al-Rāzī's.
في مجلة : *ISIS* 5 (1923). p. 29 . أ. زكي اسكندر: الرازي ومهنة الطبيب. في «المشرق» المجلد ٥٤ (١٩٦٠) ص ٤٧٣.

(٤) باول كراوس، أعلاه، ص ٢،٩؛ روسكا، أعلاه، ص ٣٧ :
"Über die Atemnot, die den Abū Zayd (zur Zeit der Rosen) zu befallen pflegte".

(٥) توفي عام ٦٤٦ هـ/١٢٧٠

(٦) نشر آوغوست موللر August Müller، كونغزبيرغ، القاهرة ١٨٨٢—١٨٨٤، المجلد ١، ٢.

(٧) ابن أبي أصيبعة، اعلاه، ص ٣١٩، ١٩ — ٢٠.

(٨) راجع التعليق (١).

(٩) راجع التعليق .(٢).

بسم الله الرحمن الرحيم

[ق ٧٨ ب] كتب شهيد بن الحسين البلخي الى محمّد ابن زكريا الرازي يسأله (١) عن علّة أبي زيد أحمد بن سهل البلخي الكاتب فأجابه : فهمتُ ما ذكرتَ من وصف العلّة التي تعتاد شيخنا . [ق ٧٩ أ]* أبا زيد والكلامُ في سببها ولِمَ تهتاج في فصلِ الربيع خاصّة وصارَ شمُّ الورد يهيّجها بطولٍ ولذلك اقتصرتُ على ذكر ما يحتاج اليه في الاحتراس منها ومعالجتها اذا كانت فأقولُ إنه ينبغي أن يتوقّى(٢) ما يملأ الرأس ومن النوم (٣) بعقِب الطعام سريعاً لاسيّما بعد شُرب ماء بارد كثير والمراقدَ التي (هو) فيها كثيرُ الرطوبة والبخارِ الغليظ كالحُبُوسِ (٤) والأسراب والبيوتِ النديّة (٥) والنزهةَ وكشفِ الرأس للهواء البارد لاسيما مع تبريد(٦) البدنِ وامتلاءِه من الطعام والشراب وكثرةَ الكلام والصياحِ وطولَ الفكر(٧) وضيقَ الزرِّ على العنُق ولطيّ (٨) الوسادة عند النومِ وكثرةَ صبِّ الماء البارد على الرأس وتطويلِ الشعرَ والإدهان لا سيّما بالأدهان القابضة واستعمالات الخضابات القابضة والتواترُ في ذلك الرأس ومشطه وشمّ الأشياء التي ينحلُّ منها أبخرةٌ كثيرة جداً كالورد والشاهسفرَم فانهما في غايةِ اللطافة وكذلك شمُّ الأشياء التي تُعطّس اذا استُعْمِلَتْ مع امتلاء البدنِ والبطنِ وكذلك الأشياء التي تُثقِّلُ الرأس وتُسبِت كاللُّفّاح والميْعةِ والزعفرانِ والتي يَكثُرُ تبخيرُها كالباقلّي والسّمكِ والفراخ والبصل والكُراث والثُّومِ والجرجير والشرابِ ويتعاهدُ مع ذلك ما يُخفّف عن الرأسِ كالنُّقْص القويّ (في وزن الجسم) في أوائل الربيع ووسطه والأشياء(٩) المُخرجةِ للرطوبة (١٠) المُجتمعةِ في فصلِ الشتاء في البدنِ لفرْط

(١) في الاصل : يسله
(٢) في الاصل : يتوقا
(٣) كذا في الاصل : وما يملا من النوم
(٤) في الاصل : كالحيوش ولعل الاصح : كالحبوس
(٥) هذه الكلمة ناقصة في الاصل
(٦) في الاصل : تدبير البدن
(٧) في الاصل : للفكر
(٨) في الاصل : لطا
(٩) هذه الكلمة ناقصة في الاصل
(١٠) في الاصل : الرطوبة
(*) بداية ق (٧٩) أ

التملّوء (١١) من الطعام والشراب وطول النوم في البيوت الغليظة الهواء الكثيرة الأبخرة والدخان لثقل مواد الأبخرة الصاعدة الى الرأس . [ق ٧٩ ب] والنوم على القفا ويُجتذَبُ العُطاسُ بادخال سحاة في أنفه لتجذب (١٢) المادة نحو أنفه ويستثير ويمخط مرات كثيرة وانكب على بخار الماء المطبوخ فيه البابونج والنمّام والفوتنج والشيح ونحوها فان هذه تجتذب المواد الى الأنف وتنضج (١٣) بعضاً وتحلّل بعضاً وتستعمل قبل النوم الأشياء المانعة من نزول المادة الى الصدر فانها تنزل الى الصدر عند الاستغراق في النوم لاسيما ان كان مستلقياً وطال به ذلك فان (١٤) نزولها الى الصدر يثير (١٥) البحوحة والسعال وضيق النفس والحمّى وان كانت كثيرة وحينئذ ينبغي ان تكون العناية تنضيج ما قد نزل الى الصدر منها وتنفيثها بأدوية محلّلة مثل طبيخ الزوفا ليليّن الصدر ثم ينقّيه بسهولة لئلا تجذب من شدة السعال على الرئة حادثة ومنع ما لم ينزل ودفع مادة ما يصعد الى الرأس وتحليل ما قد صعد ويكون بتدليكه (١٦) على خواء من البدن وتكميده كذلك وان خيف على النغانغ من كثرة المادة حلق الرأس وطلي بالخردل وعصارة العنصل ونحوهما مما ينفض (١٧) ويفوح ويجرها الى الأنف بالعطاس وإشمام الأشياء الحارة كالشونيز والبصل والخردل وغيرها وبالتغرغر بما يقوي عضل الحنجرة ولا يحشو (١٨) كالماء البارد والماورد ويتجرع دائماً (١٩) ما شأنه منع النوازل مثل شراب الخشخاش والأدوية واللعوقات المتخذة من الخشخاش والكثيرا والصمغ ولعاب حب السفرجل والبزرقطونا وعصارة بقلة الحمقاء وعنب الثعلب وان أقلق السعال فالأدوية المتخذة من الأفيون والبنج والكندر والطين الأرمني وأما نضج ما نزل [ق ٨٠ أ] الى الصدر فيكون

(١١) في الاصل : التملى
(١٢) في الاصل : ليجذب
(١٣) في الاصل : وانضج
(١٤) في الاصل : وانه
(١٥) هذه الكلمة ناقصة في الأصل
(١٦) في الاصل : بيدلبه
(١٧) في الاصل : « ىعط وىعرح »
(١٨) في الاصل : يخشى مع هذه الحاشية « يخشن »
(١٩) في الاصل : دايما

بالمَرْخ بالقيروطي المتّخذ بدُهن الخيري أو دهن البابونَج والتدبير والتكميد من بعد المرْخ بخرَق مُسخّنَة ولزوم بيْت كبير لا يُنشَق فيه هواء بارد أو ينطله بالماء الحارّ والحمّامُ اللّيّن الكثير البُخارة وأما نفثُهُ بسهولة فيكون بجودة النّضْج وصحّة القوة والأدوية التي تجلو أو التي تقطع كماء الشعير وماء السكّر والعسل وطبيخ التّين والزبيبْ وأصل السوس وبَرسياوُشان ودوام الغرغرة بالماء الحارّ وان اشتدّ الأمرُ استعملَتْ الأدوية المتّخذة بالحُلْبة والفراسيون والأنجُرَة والإيرسا والفلفل والخردل وغير ذلك . وأمّا من كان كثر (٢٠) تأذّيه من هذه العلّة بانسداد المنْخرَين وحكّتهما وكثرة العطاس وسيلان الأنف فليستَعْمل (٢١) شبهَ الأشياء المذكورة والمشي والتعرّق في الحمام وحجامة النّقْرة وقد بَرأ غيرُ واحد منهم ببتر شرياني الصدْغين وسليما وبفصْد عرْق الجبْهة وهو لا يمتَلىءُ هذا الشريان منهم وسائر عروق الجبهة وينبضان الى العظم وتشتدّ حمرة الوجه منهم وحرارته وأمّا من يكون هذه الدلائلُ فيه أقلّ بل تكون حمرة الوجه وسخونته وقليلٌ من امتلاء العروق فعقرُ الأذن أنفعُ لهم وكذلك تناول ما يغلّظ الدم ويُبرّده كالخلّ والعدَس والحصْرم والرِّيباس (٢٢) وربما يبرّد اليافوخ بالخلّ ودُهن الورد المبرّدين اذا وُضع على اليافوخ مرات كثيرةً وقد تعمدتُ لقطع ثلج ووضعتها على يافوخ رجل كانَ في مجلس شراب فثار منه ضربةً شيءٌ عجيبٌ وسكَن عنه . [ق ٨٠ ب] جميعُ ما وجده بعد أنْ أحسّ ببرد شديد وقد وصلَ الى قعْر رأسه فأعقبه ذلك نزْلةٌ خفيفة (٢٣) ليْلتَهُ تلك وكانَ فيما بعدُ يتعالجُ بهذا العلاج إلاّ أنه لم يبرأ منها بواحدة وكان ينتفعُ بالإسهال العنيف المنفعةَ العظيمة وكذلك بالمشي والصوم وأخشبُ هؤلاء همُ الذين خلْقَتُهُ الأوداج فيهم عظيمةٌ جداً والذين يكثُر تأذّيهم لشمّ الورد فينفعهم شمّ المسك والقُسْط والمرّ وتمُسّح داخل الأنف بالبان والسوسن واستنشاقٌ بهما إن شاء الله تعالى تمت الرسالة والحمدُ لله وحده وصلّى الله على خير خلقه محمد المصطفى وآله وصحبه وسلّم كثيراً .

(٢٠) في الاصل : اكثر
(٢١) في الاصل : وسلم
(٢٢) كذا في الاصل : والريباس والريباس
(٢٣) في الاصل : خفية

«SUMMARY» of Taqrīr al-Razī ḥawl al-Zukām al-Muzmin, ʿind Tafattuḥ al-Ward

Edition of the Arabic Text by
FRIEDRUN R. HAU

Muḥammad ibn Zakarīyā al-Rāzī (latinized as Rhazes; 251/865-313/925) is considered to be one of the outstanding physicians in the golden age of Islamic civilization. A short treatise representing a medical opinion for his former teacher of philosophy Abū Zayd Aḥmad ibn Sahl al-Balkhi (236/850-322/934) has remained almost unknown. Cyril Elgood in his paper "Persian Science" (in: *The Legacy of Persia*. Ed. by A. J. Arberry. Oxford 1953, p. 315) remarks:"...Rhazes, who wrote a book, now lost, which he called "A Dissertation on the Cause of the Coryza which occurs in the Spring when Roses give forth their Scent".

In his exhaustive Habilitation thesis dealing with the history of allergy (University of Freiburg i. Breisgau* 1961) Hans Schadewaldt evaluates the present treatise as follows: "Erst der Islam scheint uns die erste Mitteilung über ein diesbezügliches Krankheitsbild geschenkt zu haben: den sogenannten "Rosenschnupfen"... in einer verloren gegangenen Schrift ...".

Besides the fact that this Medical Opinion represents the first clear description of an allergic cold, two other aspects are of interest to the medical historian.

1. In addition to the usual sweating cures Rāzī recommends arteriotomy in the temporal area, a procedure already mentioned by Galen.

2. He prescribes the cupping of the posterior region of the neck, a measure also recommended by Paul of Aegina in the third of his seven books.

Two Arabic manuscripts, one in India (Hyderabad) the other one in Persia (in private possession), were unfortunately unavailable to me. The basis of the present edition is the text preserved in the only extant work "al-Fuṣūl al-muhimma fī ṭibb al-umma" of the otherwise unknown Ibn Sarābiyūn ibn Ibrāhīm who compiled earlier writings. This text of the Medical Opinion of Rāzī is to be found in the Oxford codex Huntingtonianus 461 (foll. 78b3-80b8)[1]. As Ibn Sarābīyūn ibn Ibrāhīm quotes Avicenna (died 428/1037) his life span cannot be dated prior to the middle of the eleventh century.

1. The German translation with many annotations was published in "*Medizinhistorisches Journal*" 1975, Vol. 10, No. 2, pp. 94-102.

تعليق على رسالة الرازي في الزكام

الدكتور سلمان قطاية
كلية الطب ـ جامعة حلب

نجد في هذا العدد تحقيقا دقيقا للدكتورة هاو لرسالة الرازي عن علة أبي زيد البلخي وهي الزكام المزمن الذي يظهر كل ربيع حين ازدهار الورود . وكانت قد ذكرت أولا في الفهرست لابن النديم تحت عنوان : « كتاب في العلة التي لها يحدث الورم من الزكام في رؤوس بعض الناس » . ولم تتناول الدكتورة الناحية السريرية والعلاجية عمدا ، لذا فقد وجدنا من المفيد ان نكمل الموضوع وذلك بتكليف كاتب التعليق بالقيام بهذه المهمة نظرا للقيمة الكبرى التي تتمتع بها هذه الرسالة وتتمة لعمل الدكتورة هاو المشكور .

تتمتع رسالة أبي بكر الرازي عن علة أبي زيد البلخي الذي يصيبه الزكام في الربيع حين شم الورود ، بأهمية خاصة .

فلربما كانت ، ولأول مرة في تاريخ الطب ، الرسالة الوحيدة المكرّسة بكاملها لدراسة هذه الظاهرة . ولنلاحظ منذ البداية الربط التام بين عناصر ثلاث : الزكام ، والربيع ، وشم الورود .

ونجد في هذا الربط التعريف السببي Aetiology لما نسميه اليوم بالرشح التحسسي أو الأرجي Allergic Coryza وتشمل هذه التسمية الحديثة على أشكال سريرية مختلفة ، والشكل الموصوف في رسالة الرازي هو المسمى رشح أو زكام العلف Hay Fever أو الرشح التشنجي الفصلي Vasomotor Rhinitis أو داء غبار الطلع Pollinosis .

ويظهر هذا الداء في فصل الربيع حين تتفتح الزهور فتملأ الجو بغبار الطلع الذي يدخل بتماس مباشر مع مخاطية الأنف فيسبب هذا النوع الخاص من الزكام . وقد يبدأ في فصل الصيف أحياناً وهذا عائد الى نوعية الأشجار والنباتات التي تنمو في المنطقة وموعد تفتح زهورها وحساسية المريض لها . وتتكرّر الهجمات في كل فصل وقد تخف حدتها مع الزمن لكنها لا تلبث أن تتحوّل الى شكل مزمن ، خاصة اذا أصيب المريض بانتان ثانوي وهو ما يحدث في معظم الحالات ؛ لأن الأرج هو المهد المفضل للجراثيم . ولا يصيب هذا الداء الا الأشخاص الذين لديهم استعداد وراثي أو شخصي لذلك .

ويتصف زكام العلف بثلاثة أعراض واضحة عنيفة ملفتة للنظر :

١ـ العطاس المتكرر الشديد وقد يصل الى ٤٠ أو ٥٠ مرة في اليوم .

٢ـ السيلان الأنفي المصلي الغزير الذي يملأ مناديل كثيرة .

٣ـ انسداد المنخرين بالاضافة الى أعراض اخرى كاحتقان العينين ، والهرب من الضوء ، والحكة في الفم والحلق والأنف ، والترفع الحراري ، والوهن الشديد .

ويسرد الرازي في رسالته الأعراض هذه كلها تقريباً فيقول : «انسداد المنخرين وحكتهما وكثرة العطاس وسيلان الأنف».ثم يذكر في موضع آخر أنه «تشتد حمرة الوجه فيهم وحرارته» . ويذكر أيضاً بعض ما يعانيه المرضى من كثرة السيلان ليلاً فيقول : «والنوم على القفا يسبب نزول المادة الى الصدر فانها تنزل الى الصدرعند الاستغراق في النوم لاسيما اذا كان مستلقياً وطال به ذلك فان نزولها الى الصدر يثير البحوحة وضيق النفس والحمى» . وبامكاننا هنا أن نميل الى الظن بأن هذه الأعراض الأخيرة أي بحوحة الصوت والسعال والزلة Dyspnea والحمى ليست سوى أعراض لشكل سريري حاد جداً وهو المصطحب بارتكاس Reaction لكل مخاطية الطرق التنفسية السفلى ، كالحنجرة والرغامى والقصبات ، أي بالشكل المصطحب بهجمة ربو أيضاً ، وهو شكل يصادف في بعض الأحيان وقد يشتد حتى يصل الى نوع من الانسمام الداخلي وقد يودي بحياة المريض .

ونلحظ في الرسالة أن حالة أبي زيد البلخي ليست الأولى أو الوحيدة التي صادفها وعالجها الرازي فيقول في عبارات متفرقة نقتبسها هنا: «أما من كثر تأذيه من هذه العلة ... وقد برأ منهم غير واحد ... وأما من تكون هذه الدلائل فيه . . وقد تعمدت بقطع ثلج ووضعتها على يافوخ رجل ... أما الذي يكثر تأذيهم لشم الورود ...» الخ .

كان قصد المؤلف من هذه الرسالة هو الجواب على السؤال الذي طرح عليه بشأن معالجة هذه العلة ، وبصدد هذا فهو يعمد الى تقسيم المعالجة الى وقائية وشفائية فيقول : «اقتصرت على ذكر مايحتاج اليه في الاحتراس منها ، ومعالجتها اذا كانت . » وفي الوقاية يقدم نصائح كثيرة متضاربة كالاحتراس من «كشف الرأس للهواء البارد» و «شرب ماء بارد كثير» وايضاً « كثر صب الماء البارد على الرأس» ، وهي أسباب الزكام أو الرشح العادي ، وليست سبباً للزكام الأرجي . فاذا انتقلنا الى المعالجة الشفائية وجدنا أيضاً وصفات كثيرة ومتضاربة كدَهْن « اليافوخ بالخل ودُهن الورد المبردين » و« وضع قطع ثلج على اليافوخ » و «المشي والصوم » و « شم المسك والقسط (١) والمر » و «الاسهال العنيف» .

(١) Elecampane

ويذكر الرازي بعض المعالجات الخاصة كقوله : «يجتذب العطاس بادخال سحاة(٢) في أنفه لتجذب المادة نحو أنفه ويستثير ويمخط مرات كثيرة» وقوله : «حلق الرأس وطلي بالخردل والعنصل (٣) ونحوهما و «وقد برئ غير واحد منهم ببتر شرياني الصدغين سليماً وبفصد عرق الجبهة» و «عقر الأذن» (٤) .

ولكن سبب هذا التنوع في الوصفات والمعالجات هو كون الداء نفسه صعب المعالجة ، وهي قاعدة معروفة في الطب فمتى كثرت المعالجات قلت نسبة الشفاء ودلت على ضعف نجاح الأدوية الموصوفة . ولا عجب في ذلك ، اذ أننا لا زلنا حتى يومنا هذا ، ورغم التقدم الهائل في ميدان الجراحة والمعالجة الدوائية ، نشكو من صعوبة معالجة هذا الداء ، ونقرأ كل يوم عن دواء أو طريقة جديدة لشفائه . وآخر ما ذكر هو المداخلة الجراحية على عصب القناة الجناحية Vidian Nerve لقصه في الطرفين ويدعي المدافعون عن هذه الطريقة انها تتكلل بالنجاح .

فلا عجب اذن أن يسرد الرازي في مطلع القرن العاشر الميلادي قائمة مذهلة من الوصفات الطبية بل ان يؤكد ان أكثر من مريض قد برئ ببتر الشريان الصدغي Temporal Artery . وعلى كل حال فبامكاننا الإشارة الى ان الرازي قد لاحظ بالتجربة والاستقراء ، على أن ثمة أرج ناجم عن شم الروائح الشديدة لذا فهو يوصي بمنع : « شم الأشياء التي ينحل منها ابخرة كثيرة جداً كالورد والشاهسفرم (٥) .. وكذلك شم الأشياء التي تعطس ... وكذلك الأشياء التي تثقل الرأس وتسبت » .

ويشير الرازي الى أرج آخر ناجم عن تناول بعض الأطعمة التي « يكثر تبخرها كالباقلي والسمك والفراخ والبصل والثوم والجرجير» . ومن بين ما يصفه نجد الكثير مما نسميه اليوم بالمعالجة العرضية Symptomatic treatment فينصح باستعمال التبخيرة (٦) اذ يقول : «وانكب على بخار الماء المطبوخ فيه البابونج والنمام(٧) والفوتنج(٨) والشيح(٩) ونحوها فان هذه تجتذب المواد الى الأنف وتنضج بعضاً وتحلل بعضاً » وهي طريقة مستعملة حتى هذا اليوم . وينصح بايقاف السعال فيقول : «ان أقلق السعال فالأدوية المتخذة من الأفيون والبنج(١٠) والكندر(١١) والطين الأرمني» ولمعالجة التهاب القصبات يقول : «وأما نضج ما

(٢) ربما كانت سحاة Raspatory
(٣) Scilla - Urginea
(٤) Scarification
(٥) Ocomum Minimum
(٦) Inhalation
(٧) Thymus
(٨) Mentha pulegium
(٩) Abseutium Valgare
(١٠) Hyoscyamus
(١١) Boswellia Corterii

نزل الى الصدر فيكون بالمرخ القيروطي المتخذ بدهن الخيري اودهن البابونج ، والتدبير والتكميد من بعد المرخ بخرق مسخنة .. أو ينطله بالماء الحار والحمام اللين الكثير البخار . »

ولا بدّ لنا هنا من ان نتعرّض للمشاهدة رقم (٢٩) من مشاهدات الرازي الّتي نشرها مايرهوف(١٢) يقول : «ابن الحسن بن عبد ربه كان يصيبه أغلظما يكون من الزكام وأشده، رأيت مثله وما هو أقل منه يبقى على من يصيبه الشهر والأكثر «وينزل» الى صدره حتّى ينفثه بالسعال فكان يسكن عنه في نصف اليوم حتّى لا يجد شيئاً منه البتة ويهيج به وجع المفاصل» .

ولقد شخّصها مايرهوف على أنها حمى العلف اختلطت برثية مفصلية Rhumatism ولكن حمى العلف كما ذكرنا ، إصابة أرجية وأعراضها لا تنطبق في رأينا ، على الوصف المذكور في هذه المشاهدة ولكننا نعتقد أنهــا عبارة عن التهاب جيوب حاد مترافق مع نزلة والتهاب قصبات قد اختلط بالتهاب مفاصل .

بينما تختلف رسالة الرازي حول علة أبي زيد البلخي اختلافاً تاماً عما نعرفه اليوم فالتشخيص فيها واضح لا ريب فيه .

ومن خلال هذه المقالة المقتضبة نستطيع القول ان شرف وصف هذا الداء ولأول مرة في التاريخ قد يعود الى ابي بكر الرازي .

Commentaire de l'Epître de Rhazes à propos de la Rhinite Allergique (Resumé)

Salman Katayé

Nous publions dans ce numéro de notre revue, pour la première fois, et grâce au Dr. Hau, le texte intégral de la lettre d'Abū Bakr al-Rāzī concernant la maladie de l'écrivain Abū Zayd Aḥmad Ibn Sahl al-Balkhī. Cette maladie est un coryza chronique apparaissant au printemps au moment de la floraison des roses.

La description minutieuse des symptômes ne laisse aucun doute sur sa nature. C'est une allergie naso-sinusienne dûe au pollen des roses.

Rhazes en a décrit les signes, l'évolution et le traitement avec une clarté et une précision qui nous permettraient de lui attribuer l'honneur d'avoir décrit cette maladie pour la première fois dans l'histoire de la médecine.

(12) M. Meyerhof, "Thirty-Three Clinical Observations by Rhazes" *ISIS*, 23 (1935), 313-356,

مطبوعات
معهد التراث العلمي العربي
بجامعة حلب

آ ـ الكتب :

١ ـ **أحمد يوسف الحسن** : تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر ١٩٧٦ ·
٨ دولارات

٢ ـ **جلال شوقي** : رياضيات بهاء الدين العاملي ٩٥٣ ـ ١٠٣١/هـ ١٥٤٧ ـ ١٦٢٢ م· ١٩٧٦ ·
٨ دولارات

٣ ـ **سلمان قطاية** : مخطوطات الطب والصيدلة في المكتبات العامة بحلب ١٩٧٦ ·
١٠ دولارات

٤ ـ **ادوارد كندي وعماد غانم** : ابن الشاطر فلكي عربي من القرن الثامن الهجري الرابع الميلادي ١٩٧٦ ·
٦ دولارات

٥ ـ **ادوارد س· كندي** : أفراد المقال في آمر الظلال للبيروني ·
جزء (١) : الترجمة الانكليزية ·
جزء (٢) : التعليق والشرح (بالانكليزية) ·
٢٥ دولارا

ب ـ الدوريات :

١ ـ رسالة معهد التراث العلمي العربي ١ ـ ٣(١٩٧٦) ، ٤ (١٩٧٧) ·

٢ ـ عاديات حلب حولية تبحث في تاريخ الفنوالعلوم ع ١ (٩١٧٥) ، ع ٢ (١٩٧٦) ·
٦ دولارات للعدد الواحد

٣ ـ مجلة تاريخ العلوم العربية دورية عالمية متخصصة تصدر مرتين كل عام ·
٦ دولارات

Publications of the Institute for the History of Arabic Science

BOOKS

Al-Hassan, Ahmad Y., *Taqī al-Dīn and Arabic Mechanical Engineering with the Sublime Methods of Spiritual Machines. An Arabic Manuscript of the* 16th *Century.* In Arabic. 165 pp. 1976. $ 8.00

Kataye, Salman, *Les Manuscrits Medicaux et Pharmaceutiques dans les Bibliothèques Publiques d'Alep.* In Arabic. 440 pp. 1976. $ 10.00

Shawqi, Jalal S. A., *Mathematical Works of Bahā' al-Dīn al-ʿAmilī.* (953-1031 / 1547-1622). In Arabic. 207 pp. 1976. $ 8.00

Kennedy, E. S., Ghanem I., (Eds.), *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir, an Arab Astronomer of the 14th Century.* In Arabic and English. 172 pp. 1976. $ 6.00

Kennedy, E. S., *The Exhaustive Treatise on Shadows by Abū al-Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī.* In English. Vol. I *translation.* Vol. II *commentary.* 281 pp., 221 pp. 1976. $ 25.00

PERIODICALS

ʿĀdiyāt Ḥalab. An Annual Journal on Archaeology, History of Art and Science. In Arabic and English. Vol. I (1975) 368 pp., Vol. II (1976) 354 pp. Each Vol. $ 6.00

Journal for the History of Arabic Science. An International Journal. Vol. I 1977, Spring and Fall. 1 Yr. $ 6.00

I.H.A.S. Newsletter 1-3 (1976) 4 (1977).

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), publisher, place, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined),volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (New York, Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necati Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

ʾ	a	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh	
ء	ا	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش	
ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ʿ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters *ā*, *ī*, *ū*.

The diphthong *aw* is used for أو and *ay* for أي.

Abdelhamid I. Sabra is Professor of the History of Arabic Science at Harvard University. He has published on the history of Arabic geometry and optics.

George Saliba has worked on the Syriac sources in chronology and planetary models. He is currently in the Department of Near Eastern Languages, Kevorkian Center, New York University.

Manfred Ullmann is a Professor of Arabic Studies at the University of Tübingen. He has published several volumes on medicine, natural sciences and the occult sciences in Islam. His interests also include alchemy.

NOTES ON CONTRIBUTORS

Sami K. Hamarneh is an historian of pharmacy and medical museology at the Smithsonian. He has several volumes on manuscript collections in medicine and pharmacy.

Ahmad Y. Hassan as President of Aleppo University and an historian of Arabic technology was instrumental in the foundation of the Institute for the History of Arabic Science. He is working on Taqī al-D n and a complete survey of water lifting machines.

Friedrun Hau is an associate professor in the Medizin-historisches Institut der Universität Bonn and working on the history of Arabic medicine.

Donald Hill is a practising engineer working on Islamic technology. He is completing an edition of Bānu Mūsā mss. at the present time.

Boris A. Rosenfeld is a scientist in the Institute for the History of Science and Technology of the Academy of Science of the U.S.S.R. He has several volumes on the history of non-Euclidean geometries as well as a long list of publications in the history of Arabic-Islamic mathematics.

Salman Kataye is a Professor of Otorhynolaryngology at the Faculty of Medicine, University of Aleppo. He has published several works on the history of medicine.

E. S. Kennedy is on leave from the American University of Beirut acting as Consultant to the Smithsonian Project on Medieval Islamic Astronomical Manuscripts in Cairo.His work has included commentaries on al-Bīrūnī al-Kāshī, Māsh'allāh, and al-Hāshimī.

David Pingree is Professor in the History of Mathematics Department at Brown University. He has recently published the first three volumes in the monumental Census of the Exact Sciences in Sanskrit. Other papers deal with Arabic astrology and astronomy.

Penelope Johnstone is Lecturer in Arabic Language and Literature at the Department of Near Eastern Studies ; University of Manchester, U. K. She has published in the history of Arabic medicine and on the use of medicinal plants in the Arabic–Islamic tradition.

1951). Für das Fehlende aber wird der Benutzer durch die vielen Nachweise von Arbeiten entschädigt, die an entlegener Stelle publiziert sind.

Nimmt man Ebied's Buch zusammen mit modernen Nachschlagewerken wie zum Beispiel dem dritten Bande der "*Geschichte des arabischen Schrifttums*" von Fuat Sezgin in die Hand, so kann man sich heute über die Geschichte der arabischen Medizin bibliographisch gut unterrichten. Die in den inzwischen vergangenen sechs Jahren erschienenen Arbeiten machen aber bald ein Supplement zu der "Bibliography" notwendig.

MANFRED ULLMANN*

Abū ᶜAbd Allāh Muḥammad al-Idrīsī. *Opus Geographicum.* Edited by Veccia Vaglieri, U. Rizzitano, et al. Sixth fascicule, Clima IV, sections 5-10. pp. 643-722 Arabic text. Leiden: E. J. Brill for the Istituto Universitario Orientale di Napoli, and the Istituto Italiano per il Medio ed Estremo Oriente, Napoli-Roma 1976. $ 15.20.

This is a part of an edition of the Arabic *Nuzhat al-Mushtāq fī Ikhtirāq al-Āfāq* by Abūᶜ Abd Allāh Muḥammad, known as al-Sharīf al-Idrīsī (1100-1166).

The author is considered one of the most illustrious Muslim geographers of his time. This edition includes the discussions of parts five through ten, covering countries such as Syria, Iraq, Crete, and other islands of the Mediterranean (Al-Baḥr Al-Shāmi), and central Asia; areas which he considered parts of the fourth *Iqlīm*. It illustrates the author's appreciation of what today is regarded as basic elements of geography. It gives a good example of regional geography dealing with borders of countries, populations, towns, villages, lakes, and castles as well as ecology and environment.

This reviewer finds the edition accurate and reliable. He hopes that the editors will carry on a praiseworthy undertaking to its completion, so that scholars and historians of geography will have the entire work of al-Idrīsī in print.

R.D. MURSHED**

* Professor of Arabic Studies, University of Tübingen Germany
** National Geographic Society, Washington, D.C., U.S.A.

Rifaat Y. Ebied: *Bibliography of Mediaeval Arabic and Jewish Medicin and Allied Sciences*, With a Foreword by Professor A. M. Honeyman (Publica tions of the Wellcome Institute of the History of Medicine, Occasional Series II) London 1971, 150 pages.

Auf dem Gebiet der arabischen Medizingeschichte, das von der Forschun bekanntlich lange vernachlässigt worden war, ist in den letzten Jahren un Jahrzehnten eine Fülle von Arbeiten und Aufsätzen erschienen, die zum Tei an schwer zugänglichen Stellen veröffentlicht worden sind. Daher wurde Bibliographien als Hilfsmittel für die Forschung notwendig. Ein solches Hilfs mittel hat Rifaat Ebied, der an der Universität Leeds wirkt, mit dem hie angezeigten Buch vorgelegt. Er berücksichtigt auch Wissenschaften, die mi der Medizin in einem nur losen Zusammenhang stehen (zum Beispiel Alchemie Tierkunde, Landwirtschaft und Physik) und verzeichnet auch eine große Zah von Arbeiten, die der Medizin der Juden gelten. Das ist angesichts der viele Beziehungen, die im Mittelalter zwischen dem Islam und dem Judentum be standen haben, gerechtfertigt. Der große Komplex der lateinischen Überlieferun der arabischen und hebraischen Medizin ist aber unberücksichtigt geblieben

Die Bibliographie umfaßt zwei Teile. Im ersten Teil (nr. 1-994) sind "allge meine Werke" genannt, im zweiten Teil (nr. 995-1972) sind die Schriften de arabischen und jüdischen Ärzte sowie Spezialarbeiten über diese Ärzte zusam mengestellt. Dieser zweite Teil ist nach dem Vorbilde von George Sarton *Introduction to the History of Science* chronologisch nach Jahrhunderthälfte gegliedert. Personen-und Sachregister beschließen das Buch.

Im einzelnen läßt die Bibliographie manchen Wunsch offen. Die Name sind nicht immer korrekt wiedergegeben. Statt "Silberger" (nr. 1096) muß e "Silberberg" heißen, statt "Canannsali" (nr. 1272) muß es "Canamusali heißen. Mehrfach sind Spezialarbeiten unter die "allgemeinen Werke" geraten wo sie nicht gesucht werden können. Arthur J. Arberry's Aufsatz "*An Unknow Work on Zoology*" (nr. 28) ist eine Studie über das *Kitāb Ṭabā'i' al-Ḥayawān* des Sharaf al-Zamān Ṭāhir al-Marwāzī, Chabot's "Version syriaque" (nr. 109 ist die Edition eines Fragmentes des *Kitāb al-Masa'il fi al-Ṭibb* von Ḥunayn ib Isḥāq, und Ṣidqi's Aufsatz "*Un banquet de Médecins*" (nr. 838) gehört zu Ib Butlan. Bisweilen sind auch verschiedene Autoren verwechselt: Fakr al-Di al-Razi zum Beispiel ist mit Muhammad ibn Zakariya al-Razi vermengt.

Es wäre ungerecht, den Wert einer Bibliographie nach ihrer Vollständigke zu beurteilen. Man bedauert aber doch, daß hier so wichtige Arbeiten fehle wie Richard Walzer's Edition der galenischen Schrift über die Siebenmonat kinder (*Rivista degli Studi Orientali* 15, 1935, pp. 323-357), sein Buch "*Gal on Jews and Christians*" (Oxford 1949) oder sein Buch "*Plato Arabus*" (Londo

Book Reviews

Adolf P. Youschkevitch. *Les Mathématiques Arabes (VIII*^{e} *- XV*^{e} *siècles)*. Traduction française de M. Cazenave et K. Jaouiche. Paris : Librairie philosophique J. Vrin, 1976. x + 214 pp.

In 1961 A.P. Youschkevitch, the dean of Soviet historians of mathematics, published his *Istoriya matematiki v srednie veka* (History of Mathematics in Medieval Times). An excellent book, it is unique in being the only work ever written on this subject. Hence it is not surprising that German, Polish, Roumanian and Japanese translations have appeared, and a Czech version is on the way. An English translation is long overdue, and one into Arabic is now being planned.

The volume here reviewed is a French translation of the third part of Youschkevitch's book, the sections describing the mathematics developed or practised in the countries of medieval Islam. During the sixteen years which have elapsed since the Russian version appeared, considerable additional knowledge has accumulated, and the author has collaborated with the translators in bringing the work up to date with additional footnotes. The original bibliography of 159 titles has been increased by twenty new ones. But the field is advancing so fast that in the interval between sending the French translation to the press and the writing of this review still more research results have become available.

The author sets the stage by commencing with a fourteen page chronological review, sketching the expansion of the Arab empire and its subsequent breakup into independent principalities as a frame for the accompanying scientific activity. The remainder of the exposition then proceeds by topics, except that where prominent mathematicians are introduced, biographical paragraphs are inserted. The subjects discussed include: the spread of the decimal place-value system; algebra, particularly that of al-Khwārizmī, Abū Kāmil, al-Karajī, and al-Qalaṣādī; number theory; the invention of decimal fractions; irrationals and the theory of proportions; Khayyām's solution of the cubic; work on Euclid's postulate of parallels; infinitesimal methods; the development of trigonometry; and computational mathematics including al-Kashi's π-computation. Throughout, the emphasis is on the mathematics itself rather than a recital of names, places, and dates. The concluding section describes the influence of this work upon the West.

E. S. Kennedy*

* Smithsonian Institution Project in Medieval Islamic Astronomy, American Research Center in Egypt, Cairo, A.R. Egypt.

2. *Mathematical Treatises*, 1972; translated by A. Kubesov, I. O. Muham mad, S. A. Krasnova, M. F. Bockstein, and R. S. Sharafuddinova; commentar by B. A. Rosenfeld and the translators.

3. *Social-ethical Treatises*, 1973; translation and commentary by B. Ya Osherovich.

4. *Treatises on Logic*, 1975; translation and commentary by B. Ya Osherovich, E. D. Harenko, and N. N. Karaiev.

5. *Commentary to Ptolemy's Almagest*, translated by A. Kubesov an J. al-Dabbagh; commentary by A. Kubesov and B. A. Rosenfeld.

Volumes 1 and 3 above have also appeared in Kazakh translation.

BORIS ROSENFELD

Notes and Correspondence

Recent Publications in the Institute for the History of the Natural Sciences and Technology, Moscow

The Institute for the History of the Natural Sciences and Technology, Moscow, U.S.S.R., announces the following additions to the Russian language series "Selected Works of Bīrūnī," by the publishing house "Fan" of Tashkent.

Volume 4, 1973 : *Pharmacopoeia*, translation and commentary by U.I. Karimov.

Volume 5, Part 1, 1973: Part 2, 1976; *Masoudic Canon*, translation and commentary by P.G. Bulgakov, B.A. Rosenfeld, A. Ahmedov, M.M. Rozhanskaya C. A. Kransnova, and Yu. P. Smirnov. (This volume appeared simultaneously in Uzbek, translated by A. Rasulev and A. Ahmedov.)

Volume 6, 1975; *Explanation of the Elements of the Science of the Stars (the Tafhīm)*, translated by B. A. Rosenfeld, A. Ahmedov, M. M. Rozhanskaya, A. A. Abdurahmanov, and N. D. Serveieva.

The Institute also announces as in the "Nauka" Press for publication, a book (in Russian) by G. P. Matvievskaya and B. A. Rosenfeld, "Mathematicians and Astronomers of the Arab Countries and the Near East and their Works, 8th-17th Centuries". The book includes an introduction by the authors and A.P. Youschkevitch; thence articles on about a thousand mathematicians,astronomers, and natural scientists, of known life dates, from the Arab countries, Iran, Central Asia, Turkey, Afghanistan, and North India, who wrote in Arabic, Persian and Turkish. Further there are articles on some two hundred and fifty savants of unknown date, and an additional hundred about anonymous scientific manuscripts of the period. For the most important scientists, the articles report sections and chapters of their major works, together with their scientific accomplishments. For all entries, after giving biographical sketches, the articles report known works, the locations of extant manuscript copies, published editions of works, and relevant modern studies. An extensive bibliography is appended.

The "Nauka" publishing house of the Kazakh SSR in Alma Ata has brought out (in Russian) the following works of al-Fārābī :

1. *Philosophical Treatises*, 1970; translated by B. Ya. Osherovich, A. C. Ivanov, I. O. Muhammad, and A. B. Sagadeiev; commentary by A. H. Kasimov and the translators.

يابسه وسماق منقى وازرنخسول دفعات من كل واحد
عشرة دراهم يطبخ الجميع في ثلاثة ارطال ماء حتى يبقى
منه ثلثه ثم يصفى ويشرب منه كل يوم ثلاث اواق
ويدهن ايضا بدنه بدهن سفرجل ويذر على بدنه
طين ارمني وآس وورق الطرفا مدقوقة كالغبار وايضا
يدهن بدهن الآس ودهن الخلاف ومما يمنع العرق
ان يمسح البدن بدهن الورد ودهن الآس ويصب
عليه ماء الورد ويروح بالمراوح وينام العليل في
موضع قد صير فيه ورق الخلاف وورق الكرم والآس
وورق الكمثرا والتفاح تم الاقراباذين

بعون الله وكرمه مما الفه
الاجل امين الدولة موفق
الملك رئيس الحكما ابو الحسن
هبة الله صاعد بن التلميذ

ووافق الفراغ منه في الخامس والعشرين من شهر ربيع الاول
سنه اثنى وتسعمايه احسن الله عاقبتها بحمد وآله وصحبه وسلم

صفه الترياق الاكبر المعروف بالفاروق والملقب بالعا...
ومنافعه وجميع صفاته انما تصدر عن خاصيه تتبع صورته الحاصلة
عن امتزاج بسائطه بتقوية الكار العزيزي والروح فتقاوم المفسدات

Fig. 5 : *The last page of Ibn al-Tilmīdh's (d. 1165) medical formulary*, al-Aqrabādhīn *which was widely used by pharmacists for the compounding and dispensing of medications (Sommer, A-3).*

الشكل الخامس : دستور الادوية تحت عنوان **الأقرباذين** لابن التليمذ ت سنة ٥٦٠ هـ حلّ استعماله في دكاكين الصيادلة مكان كتاب سابور بن سهل في الموضوع نفسه .

مرض البدن

من شرب الادويه القتالة المؤذية للبدن

الادوية القتالة تتبعها ان كانت حارة
يقتل اما بافراط حرها وحينئذ علامات الحرارة المحرقة
في الحرارة المحرقة او وان كانت باردة فدلائل
البرودة المجمدة وبعضها البرد المجمد وبعضا ضد
مع مضاده جوهره كالبيش اجوهر الغشي وضعف النفس
وبرد الاطراف

علاج

البيش اسرع الادوية قتلا واوحاها ولا يكاد يتخلص شاربه
ويقتل منه حبتين وربما قتل برائحته وقد يعرض لمن شربه سقوط
النفس ولذع اللسان ثم دوار لا عهد ثم يضرع وعلاجه ان يقع منه شي
المبادرة بالقي بما قد طبخ فيه بزر شلجم مع سمن بقر ثم تناوله من ترياق
الافاعي نصف مثقال بشراب وقيل ان دوا المسك افضل من
من الترياق في البيش وقيل ان قشور البلوط اذا اطبخت مع الشراب
نافعة له وكذلك قشور اصول الكبر ومن يخاف من سقيه منه من
هذا الدوا فلا يومن عليه من السل فاما من سقي قرون السنبل
فعلاجه بالقي ثم تناوله خمسة قراريط من كافور قيصوري بما
ورد وبرد المزاج ياخذ ماء الشعير مع اقراص الكافور وبرد الكبد
بالصندلين فاما من شرب الذراريح وخاصيتها تقريح المثانة
بالقي بالماء الفاتر ودهن الخل ثم تناول المريض ما يشبه

Fig. 4 : *A page of Ibn al^cAyn Zarbī's (d. 1153) medical compendium* al-Kāfī *(Sommer, A-25). This page starts with a discussion of potent drugs and symptoms of poisoning.*

الشكل الرابع : صفحة من كتاب ابن العين زربي ، **الكافي** في شرب الادوية القتالة المؤذية للبدن من المقالة الثانية ٠

Fig. 3 : *A page from a compendium erroneously ascribed to Galen. (Sommer A-39). Based on Greek writings on anatomy and pathology, the book was compiled in the time of Thābit b. Qurrah or after. This page has the beginning of the thirty-third section, on toxicology.*

الشكل الثالث : الميمر الثالث والثلاثون من كتاب طبي كان يظن انه من كتب جالينوس ولكنه تأليف عربي يذكر الطبيب ثابت بن قره ·

النفس لما فرغ حنين من البحث عن المعاني التي
تنظم قوانين الادويه المفرده اخذ من هاهنا يتكلم في القوانين
التي يعمل عليها في تركيب الادويه المركبه وهذا هو القسم
الثاني من هذا الفصل السادس الذي رمنا شرحه والله تعالى
هو المعين فنقول ان هذا التعليم ينتظم معنيين احدهما
البحث عن الدستور الذي يستخرج به اوزان الشربه من
الادويه المفرده ليتوصل بذلك الى مقدار الشربه من المركبه
منها والاخر البحث عن السبب الذي له صار يلقى من الدواء
الواحد في الادويه المركبه اوزان مختلفه اما الدستور الذي
يعمل عليه في استخراج اوزان الاشربه من الادويه المفرده
فان الادويه تتناول اما للاستفراغ او للحبس او لتغير المزاج
اما الدستور الذي يعمل عليه في وزن الادويه التي تستفرغ
وهي المسهله فهو اعتبار التجربه لا غير فان التجربه توصلنا
الى الشربه من السقمونيا هي من ربع درهم الى نصف درهم
والشربه من شحم الحنظل من ثلث درهم الى الثلثين والشربه
من التربذ من درهم الى درهمين وان زعم احد ان للطعم في
هذا الباب حظا فهو نزر جدا لا يستحق ان يعبا به واما
الادويه الحابسه فالتجربه تميز بين ما هو اكثر او اقل حبسا
وللطعم في هذا الباب حظا اكثر لان الذوق ينبه على الطعم
القابض جدا واما الادويه المبدله للمزاج فالاقل والاكثر في
اوزان الشربه منها تستخرج من مزاج البدن ومن كميه

Fig. 2 : *A page of Ibn Abī Ṣādiq's important commentary on Ḥunayn's al-Masāʾil. It relates to the author's instructions concerning simple and compounded drugs and the laws governing their collection and preparation for treatment.*

الشكل الثاني : صفحة من شرح ابن أبي صادق على مسائل حنين في الطب .

Fig. 1 : *The first page of the "Epistle on the Signs of Death", erroneously ascribed to Hippocrates (Sommer, A-84,2). This and all other illustrations in this essay are reproduced by courtesy of the National Library of Medicine.*

الشكل الاول : رسالة أو فصول في البثورفي الانذار بالموت ترجمت من اليونانيـــة الى العربية وهي ليست من كتابات ابقراط الاصيلةوهذه النسخة وغيرها من الاشكال في هذه المقالة محفوظة في المـكتبة الطبية الوطنية في العاصمةالاميريكية .

Lastly, he presents an intriguing method for studying the various medical topics:

1. The two part classification, as in dividing medicine into theory and practice; diseases into physical and mental; death into natural and violent, or unnatural; and the elements into light and heavy.

2. The three part classification, such as studying treatment under the divisions of diet, drug, and surgery, or considering the main bodily organs as the heart, brain, and liver.

3. The four part classification, as in studying the elements : earth, water, air and fire, or dividing the human life span into : growth, youth, manhood, and old age.

4. The five part classification, as of the senses: sight, hearing, smell, touch, and taste.

5. The six part classification, as in considering the six principles required for maintaining good health: the air we breathe, food, work and rest, sleep and wakefulness, evacuation and purgation, and emotional responses الاسباب الستة لحفظ الصحة .

6. The seven part classification, as the division of natural matters into the elements, humors, temperaments, powers or faculties, spirits, actions or functions, and organs; and so on. Two copies of this work are at the library designated by Sommer as A-16, p. 302, and A-84, fols. 1-39, p. 325,[72] copied by Kamāl al-Dīn Masᶜūd b. M. b. Alī al-Kirmānī and dated 971/1563.

72. Brockelmann, *Supplement*, 2:299;
وحاجي خليفة ، كشف ، ١ : ٦٧٢ ؛ والبغدادي ، ذيل كشف الظنون ، ١ : ٤٠٨ .

century physician mentioned above, Nafīs b. ʿImād al-Kirmāni, is entitled simply شرح الموجز Sommer A-63, p. 318.[70]

Termination of a Great Cultural Period

The admirable cultural activities of this long and fruitful Islamic period gradually came to a close. There were flickerings of light that lingered on during the fourteenth century and beyond. One such shining example was the physician Masʿūd b. Maḥmūd (Muḥ.) al-Sījāzī (or al-Sinjārī in northern Iraq) who flourished in the second quarter of the fourteenth century. A contemporary of Kazarūnī, his book on the elucidation of the secrets of the healing arts, حقائق أسرار (الاسرار في) الطب او الاطباء , is his only known work. It was compiled for the library of his noble patron, Prince Abū al-Mafākhir Qāṣim b. ʿIrāq b. Jaʿfar whom he praises highly for his love of knowledge and generous support of learning. As the prince expressed interest in knowing more concerning medical and technical idioms and terminology in the literature, to explain such matters the author responded in writing. This book comprises three discourses:[71]

1. On interpreting and defining medico-pharmaceutical words and expressions used by professionals in the health fields, and on names of diseases.

2. On collected and preserved simples of the materia medica, and how they enter into the various remedies by pounding, pulverizing, cooking, and similar processes.

3. On defining the meanings and listing the synonyms of composite drugs and their actions, methods of preparation, as well as the defining of each pharmaceutical form: electuaries, confections, and ointments, as well as the therapeutic qualities and quantities (dosages) of compound medications

He defines health, for example, as the state in which the temperaments and constitution of the body demonstrate a healthy attitude بحيث تصدر عنها الافعال السليمة with proper and sound performance. Disease is the opposite. He explains that the natural humors are produced from the diet or the nutrition one receives, and that digestion occurs first in the stomach, then in the liver, and thirdly in the blood vessels and the related digestive organs. Absolute nutrition is the diet that, taken into the body, is completely assimilated so that through the process of digestion these received foods and drinks replace what had been consumed through the body's various activities. Blood is formed يتولد من الاغذية دم for the same purpose. These are ideas of interest in the history of physiology.

70. Brockelmann, *GAL.*, 2:276; and *Supplement*, 2:299; and Cyril Elgood, *A Medical History of Persia*, Cambridge, University Press, 1951, pp. 156, 304 and 336.

71. Iskandar, *Catalogue*, p. 104; and Hamarneh, *British Library*, p. 204;

Ibn al-Nafīs (ca. 1209-1288 *)*

We possess, from I. A. Uṣaybīʾah's personal accounts of his time, an adequate knowledge of the remarkably developed medical activities in Syria and Egypt. His contemporary was the physician-theologian ʿAlaʾ al-Dīn ʿAlī b. A. al-Ḥazm al-Qarshī, known as Ibn al-Nafīs. He practiced in Cairo, where he became a leading physician and medical educator, as his contemporary Ibn al-Quff (1233-86) was in Damascus. Important among Ibn al-Nafīs' books was his commentary on Ibn Sīnā's *Qānūn* شرح تشريح القانون. In it, for the first time, Ibn al-Nafīs explained definitely and clearly the pulmonary circulation of the blood in defiance of Galen and other Greek authors and their Arab followers.[76]

Another widely circulated work of Ibn al-Nafīs is his concise compendium on medicine (الموجز في الطب (موجز القانون . Apparently it was compiled as a condensation of Ibn Sīnā's voluminous *Qānūn*. But in reality it is not a summary of that, but an independent work altogether. The library houses two copies of it, Sommer A-43 and 44, pp. 311-12. It comprises four sections:

1. On the theory of medicine, anatomy and physiology, hygienic regulations including diets, exercises, rest, and work.

2. On materia medica, in alphabetical order, and the technology and uses of composite remedies.

3. On the diseases of the bodily organs from head to foot, their causes, symptoms, and treatment and related diseases such as diabetes, arthritis, and the pains of hemorrhoids.

4. On unspecific diseases, such as fevers, plagues, bodily injuries, skin diseases, and poisoning.[68]

The *Mūjiz* was well accepted by practitioners, as is evident from the number of extant copies, as well as the fact that many commentaries and summaries appeared. The library's collection contains such a medical commentary by Sadīd al-Dīn al-Kāzarūnī (d. 1344) entitled الشرح المغني (في شرح الموجز) أو شرح موجز القانون mentioned by Sommer, الشرح المغني على الموجز القانوني في الطب A-61, p. 317, a copy containing the fourth section only.[69]

Soon after the death of Kāzarūnī, the physician Jamāl al-Dīn Muḥ. al-Aqsara'i (d. 779/1378) completed his commentary under the title حل الموجز Sommer A-67, p. 319; and dated 801/1401. Another, followed by the 15th

67. Ullmann, *Medizin*, p. 173; Hamarneh, *Br. Library*, pp. 194-99;
والبغدادي في هدية العارفين ، ٢ : ٧١ وفي ايضاح المكنون في ذيل كشف الظنون ، ٢ : ٤٦ .

68. Ibn al-Nafīs' *al-Mūjiz* was edited at Calcutta, Education Press, 1244/1828 by Muḥ. Sul. al-Harawi et al. See also Iskandar, *Catalogue*, pp. 52-56, 100-103, 143-149.

69. Kazarūnī's *Al-Sharḥ al-Mughnī* was edited in Calcutta, 1249/1832 by Mawlawī ʿAbdul Majīd et al. The library possesses a copy of this rare edition. It is a commentary on I. Nafīs' *Mūjiz*.

Physicians, therefore, are bound to recommend to each patient the foods that suit him best, avoiding those which are harmful. For example, he speaks of gout as a dietary disease, and like al-Rāzī before, he confirms that it occurs among the wealthy, who live in luxury, indulge in eating and drinking, and take little if any exercise. He advises against tight shoes, too much sitting or horse riding, and refers to nature's power to heal.

Of general interest is Samarqandi's book on foods and drinks for the healthy, listed by Sommer as A-82, fols. 1-88, p. 324. It is compiled from earlier compendiums. Better known is his formulary *al-Aqrābādhin* الاقرباذين على ترتيب العلل arranged according to diseases and the required medical recipes for each ailment (Sommer, A-82, 89b-176b).

Possibly Samarqandī's best known work is his book on the causes and symptoms of diseases في الاسباب والعلامات, Sommer A-83, fols.1-162. It is a compilation, for the author's personal use in his practice, from earlier works such as al-Majūsī's *Kāmil*, al-Ṭabarī's *Muᶜālajāt*, and Ibn Sīnā's *al-Qānūn*.[64] In so doing, he followed Rāzī's recommendation that each practicing physician should compile such a manual for his own utilization. Even the book's title is largely borrowed, from Sharaf al-Dīn Muḥ. b. Yūs. al-Ilāqī's abstracted commentary on *al-Qānūn*, and others. But Samarqandī's book had acquired wider popularity so that it was commented on by the physician Nafīs b. ᶜIwaḍ al-Kirmānī (d. 1446) كتاب شرح الاسباب والعلامات, a copy of which is at the library (Sommer A-60, p. 317).[65] And with the decadence of Islamic medicine in the later period the number of commentaries on commentaries increased, showing no originality. Mediocre works, such as Samarqandī's *Asbāb* and the commentary on it by al-Kirmānī in the 15th century were composed. Another commentary on the latter was written, of which a copy is held by the library under No. A-66-1.[66]

64. These references were acknowledged in the author's introductory remarks. He made clear that at first he compiled this manual for his own use as a practitioner.

65. Kirmānī's commentary was published at Lucknow, Yusufi, 1905. See Iskandar, *Catalogue*, pp.174-78.

66. A similar tendency to mediocrity can be found also in a recent Library acquisition (A-19-1). It is a 4 folio epistle, 19 lines, 12½ × 20¼ cm., in elegant Naskh script with rubrications on dentifrices and mouth hygiene composed of five chapters رسالة في حكم السواك وأصله وكيفية استعماله وفوائده. It presents a description of the material, methods of usage, social, physical and religious benefits derived from the *Siwak* (tooth pick) taken from the Caparis sodata, olive or pomegranate trees. The tip is softened by chewing or beating. It is used for cleaning and polishing teeth, and refreshing, strengthening, and purifying teeth, mouth and gums."It helps guard against dental caries and pleases the Lord."It was written by a certain Muḥ. al-Aq Kirmānī. The topic generally is referred to in Arabic poetry since pre-Islamic times. Yūḥanna b. Māsawayh in the ninth century wrote on the subject ;
بعنوان كتاب في السواك والسنونات ، وكتب فيه شهاب الدين ابو القاسم عبدالرحمن بن اسماعيل المقدسي ابو شامة (١٢٠٣ - ٦٨) ومنه نسخة في مكتبة الفاتيكان وقد ذكره القفطي ، ٣٨٠ - ٨١ ، وابن ابي اصيبعة ، ١ : ١٨٢-٣ دبروكلمان في الملحق ١ : ٥٥٠ - ٥١ .

On the same topic, the library possesses a manuscript entitled زاد المسير في علاج البواسير by the physician Badr al-Dīn Muḥ. b. Muḥ. al-Qawṣūnī (flourished about 1525), listed by Sommer as A-92, 3, p. 329. Qawsūnī dedicated this epistle to the religious governor of the Manūfīyah province in Egypt, Aḥmad b. Sulaymān. In its four chapters and the epilogue, the author discusses the identification of hemorrhoids, their three main kinds classified by shape, their causes, symptoms, rules for diet, and treatment with drug or surgery.

Qawṣūnī, moreover, was the author of the important medical treatises :

1. Discourse on the healing art تحفة المحب في صناعة الطب, of which there are two copies in Cairo, Nos. 39 and 568 *Ṭibb*.

2. Book on therapy, prescribing useful and commonly tried medications الدرة المنتخبة فيما صح من الادوية المجربة .

3. Book on toxicology and antidotes, في السموم والترياقات which may be the same as or including the one on animal antidotes and the bezoar مقالة في استعمال حجر البادزهر الحيواني of which a copy is in Cairo No. 143 *Ṭibb*.[61]

Najīb al-Dīn al-Samarqandī (d. 619/1222)

A leading Muslim figure who practiced medicine in what is known today as Afghanistan was Najīb al-Dīn Abū Ḥamīd Muḥ. al-Samarqandī. He was killed at Herat by the invading Tartars, who mercilessly sacked the city. Several of his medical works are still extant.[62]

The library has his treatise on materia medica and popular remedies الادوية المفردة المستعملة بخواصها وافعالها المنسوبة اليها المشهورة بها . It is compiled and arranged in alphabetical order, and contains chapters on laxatives, dairy products, and meats and cereals. It was copied (A-1,1, fols. 1-29) by the physician Muḥ. b. ᶜAbd Allāh al-Shamsī al-Tasatturī and dated in late Ramaḍān 740/1339. It is followed by three pages on cheese water مــاء الجبن (milk mixed with oxymel, rennet, and safflowers) and its uses.[63]

The Library has in addition two other books on regimen في أغذية المرضى, A-80-1 and A-82,3, fols. 177b-200 (the latter only is listed in Sommer, P. 324). In this regard, Samarqandī confirms that since individuals vary in their makeup, habits, and physical conditions, their diets must necessarily vary.

61. Brockelmann, *GAL.*, 2:447 and *Supplement*, 2:666, H. Khalīfah, *Kashf*, 1:744
ومنه نسخة في الاسكندرية رقم ٣٨١٩ ج ذكرها شبوح في فهرس الطب ، ص ٩٨ .

62. I.A. Uṣaybiᶜah, *ᶜUyūn*, 2:31; Leclerc,*Histoire*, 2:127-28; Brockelmann, *GAL*,1:646-7; *Supplement*, 1:895-96;
ذكره شبوح في فهرس الطب ، ص ٩٤ .

63. *Ibid.*, p. 12-13, 195-96; Iskandar, *Catalogue*, pp. 83-84;
وقد ذكره البغدادي في هدية العارفين ؛ ٢ : ١١٠ ؛ والزركلي ، الاعلام ، طبعة ثانية ، ج٧ : ١٥٩

6. On hemorrhoids في البواسير translated into Hebrew, Spanish and other modern languages.[59]

Of this last treatise, there is a copy at the library, Sommer A-90,1, fols. 1-6, copied by Maḥmūd b. Muḥ. al-Alfī al-Ḥanafī and dated 1241/1826. In seven chapters, the author warns against indulgence and indigestion due to the intake of bad-quality foods at improper intervals. "Once the food is insufficiently digested in the stomach it will face the same problem in the liver, intestines and other digestive organs... Therefore, one has to choose the best and most healthy foods and drinks and take of them moderately at the proper time, avoiding what is harmful,... for too much eating by the healthy or the sick causes harmful extension in the stomach walls (as they swell). Also this will lead to the habit of eating more than one should, and frequently, before digestion is completed."

Significantly, Ibn Maymūn was the first known physician to recommend the use of effervescent (vaporizing) medication for discomfort caused by indigestion. He warned against strong spices, mustard, and certain foods such as cucumber, onion, garlic, radish, vinegar, lemon, fat, and sweets. He recommended simple dishes, cooked vegetable and cereals, eggs and julep water to be taken one kind at a time. In painful hemorrhoids requiring surgery, due consideration should be given to age, sex, and the duration and progress of the ailment. He tried to avoid surgical operations when at all possible.

For those clients who do not heed the physician's advice, Ibn Maymun wisely and wittily states "when they get sick, they blame it on the doctor, and accuse the healing art for failing to offer the help expected from it."

His patron being a rich man, he recommended things that only the well-to-do can afford or secure. This reminds us of the Hippocratic proposition that only the rich are able to afford health. Such was Ibn Maymun's patron, who requested the composition of this treatise.

Of hemorrhoids, he speaks of the type that opens and bleeds, considering it the easier to treat. The type which does not open and allow blood out he considers the more difficult to treat or cure. He recalled several hemorrhoidal cases with which no sooner had he operated than new piles appeared in place of the old. Therefore he prescribed "special treatment, if faithfully followed, will relieve pain, prevent reoccurrences and save the patient the dangers inherent in surgical operation."[60]

59. See H. Kröner, "Die Haemorrhoiden in der Medizin des XII und XIII Jahrunderts," *Janus*, 16 (1911), pp. 441-56 and 645-718; a Hebrew translation was published in Jerusalem, 1965. Two other manuscripts on the same topic were also inspected in Princeton, N.J., and London.

60. The topic is beautifully analyzed in L. Edelstein's *Ancient Medicine*, O. and C.L. Temkin editors *op. cit.*, pp. 303-16. Maimonides patron was a highly placed government officia lwith considerable wealth so that Maimonides was able to observe the treatment in all its detail. We are told that originally the patron only ran to the doctor when hemorrhoidal pains were severe, then he rushed back to work. Subsequently, upon Maimonides' recommendation, he was to follow in detail all the medical instructions to prevent reoccurrences of the disease.

al-Fāḍil ʿAbd al-Raḥīm b. ʿAlī of Baysān, wazīr to the Ayyubid King Ṣalāḥ al-Dīn السلطان صلاح الدين (Saladin) to whom he dedicated several of his works. He later served Ṣalāḥ al-Dīn himself and his son, King al-Afḍal 'Ali. He was also the religious leader of his coreligionists in Cairo where he died. However, he was buried as he had requested at Tiberias in Palestine.[54]

فيه يقول الشاعر : أرى طب جالينوس للجسم وحده وطب أبي عمران للعقل والجسم

The "Physician's Prayer" code ascribed to him is not genuine, but he wrote several medical works, many extant. Important among them are the following:

1. *Al-Fuṣūl fi al-Ṭibb* completed between 1187-90, containing some 1500 aphorisms and medical concepts in 25 treatises, copied and original, of historical interest.[55]

2. *Tadbīr al-Siḥḥah* on hygiene, drug therapy, and dietetics, in four treatises. It was written in response to King al-Afḍal's request for an epistle on the best medical treatment of common ailments (completed about 1198).[56]

3. A glossary on materia medica, في شرح أسماء العقار edited with French translation and useful introduction and annotations by Meyerhof.[57]

4. A book on toxicology في السموم والتحرز من الادوية القتالة

5. On asthma مقالة في الربو[58].

54. Sarton, *Introduction*, 2:369-80; Leclerc, *Histoire*, 2:57-63; Brockelmann, *GAL*, 1:644-46; *Supplement*, 1:893-94; Hamarneh, *Bibliography on Medicine and Pharmacy in Medieval Islam*, Stuttgart, 1964, pp. 75-77; Ullmann, *Medizin*,1970, p. 168; and F. Wüstenfeld, *Geschichte der arabischen Aerzte und Naturforscher*, Göttingen, 1840, pp. 109-111;

والقفطي ، تاريخ الحكماء ، طبعة ليبزج صص ٣١٧ ـ ١٩ ، وابن ابي اصيبعة ، عيون الانباء ، ٢ : ١١٧ ـ ٨ ؛ وابن العبري ، مختصر ، صص ٢٣٩ ـ ٢٤٠

55. Moritz Steinschneider, "Die Vorrede des Maimonides zu seinem Commentar ueber die Aphorismen des Hippokrates," *Zeit. deutsch, morgenländ. Gesellsch.*, 48 (1894), pp. 218-234. In this work on the *Aphorisms*, Maimonides criticizes Galen and other Greek writers on the subject and quotes Ibn Masawayh, al-Rāzī, and al-Fārābī, and cites original observations.

شبوح ، في فهرس الطب ، صص ١٣٩ ـ ١٤٠ يذكر ٢٥ فصلا في هذا الكتاب ويشير الى مخطوطي رضا ورامبور (اسطنبول) .

56. Maimonides' *Regimen Sanitatis* was translated and commented upon by A. Wasif, في تدبير الصحة Cairo, 1908, reprinted 1932 مطبعة المحيط, see also the edition by A. Bar-sela et al., *Moses Maimonides' Two Treatises on the Regimen of Health*, Philadelphia, American Philosophical Society, *Transactions*, 1964, Vol. 54, Pt. 4;and H. L. Gordon, *The Preservation of Youth*, New York, Philosophical Library, 1958.

57. *Un glossaire de Matière Médicale Composé Par Maimonide*, edited with translation and useful introduction and annotations by Max Meyerhof, Cairo, Institut d'Égypte, 1940.

58. See S. Müntner, *The Medical Writings of Maimonides*, Vol. 1, *Treatise on Asthma*, Philadelphia, Lippincott, 1963; Vol. 2, *Treatise on Poisons and Their Antidotes*, same publisher, 1966; and *Maimonides Regimen Sanitatis oder Diatetik fuer die seele und den Koerper*, Basel, S. Karger, 1966. See also I. Wolfensohn,

موسى بن ميمون ، حياته ومصنفاته ، القاهرة ، لجنة التأليف والترجمة والنشر ، ١٩٣٦

p. 297) which replaced that of Sābūr.[51] Collected from earlier medical formularies and compendia, it played a part in the history of pharmacy and pharmaceutical preparations. It discussed properties, forms, and actions of tablets, powders, pills, electuaries, decoctions, ointments, bandages and poultices, gargles, and dentifrices and the techniques involved in preparing their recipes. It ends by prescribing remedies against obesity and medicines to reduce perspiration.[52]

Another genuine work by Ibn al-Tilmīdh, is possessed by the library. It was ascribed to Ibn Sīnā because of a conventional title, المقالة الامينية *al-Āmīnīyah*. It is Ibn al-Tilmīdh's treatise on bloodletting مقالة في الفصد (A-58-1), in an 18th-century copy (in small, crowded but legible Naskh, in seven folios). In its ten chapters, the author defines phlebotomy (الفصد), the advantages it has in certain ailments, and when it should be avoided.[53]

In this connection, it seems relevant to mention a similar work on bloodletting and cupping entitled تهذيب المقامة فيما ورد في الفصد والحجامة(Sommer, A-88, 3, fols. 57-62, p. 327, copied 1217-1802). Its author Muḥ. b. Muḥ. al-Tāfilātī (d. 1777), was the Muslim supreme justice (al-Muftī) of Jerusalem, a Hanafite theologian. It focuses on the interpretation of 51 traditional and religious sayings mixed with folk medicine. The period when it was written was, of course, a time of decline and lack of innovation in medicine throughout the region.

Abū ᶜImrān Mūsā b. Maymūn (Maimonides, 1135-1204*)*

One of the leading figures in philosophy and medicine in the second half of the twelfth century was *Abū ᶜImrān Mūsa b. Maymūn* (hence known in the West as Maimonides) al-Qurṭubī (because he was born at Cordoba, in Moorish Spain). At that time, the Muwaḥḥid sultan ᶜAbd al-Muʾmin b. ᶜAlī (1130-63) ordered the persecution of Christians and Jews in his domain unless they embraced Islam (an act contrary to the teachings and spirit of the religion). Therefore, Ibn Maymūn fled with his family at the first convenient opportunity. He finally settled in the Fusṭāṭ of Egypt (old Cairo). Here, for almost forty years, this Hispano-Jewish philosopher, theologian, astronomer, and physician reached the pinnacle of fame. His star began to shine brightly with the rise to power of the Ayyūbids. He found a generous patron in al-Qāḍi

51. Hamarneh, "Sābūr's abridged formulary, the first of its kind in Islam," *Sudhoffs Archive*, 45 (1961), 257-60 and *Br. Library*, pp. 138-40;
معجم الادباء لياقوت الحموي ، طبعة القاهرة ، ج ٧ . ٢٤٣ - ٤٧ وابن العبري ، تاريخ مختصر الدول ، المطبعة الكاثوليكية ، بيروت ، ١٩٥٨ ، ص‌ص ٢٠٩ - ١٠ ، ٢٣٩ ، وشبوح ، فهرس الطب ، ص‌ص ٢٣-٢٤ .

52. Compare with Iskandar, *Catalogue*, pp. 129-31, and Hamarneh, *Ẓāhiriyah*, pp. 452-54.

53. *Ibid.* Three teatises on bloodletting are ascribed to Galen; in one he unwittingly criticizes Erasistratus for cautioning against bloodletting; and in another he criticizes his followers. See Sezgin, *Geschichte*, 3:115, 131.

consequences. Economic expansion and political conflicts stimulated physicians and educators into this flourishing of intellectual productivity. Several famous figures appeared on the scene, but only a few will be mentioned here.

Ibn al-ᶜAyn Zarbī was one of those illuminating stars, and a 14th-century copy of his medical compendium *al-Kāfī fī Ṣinaᶜāt al-Ṭibb* الكافي في صناعة الطب is held by the library (Sommer, A-25, p. 305). Although this copy is not complete, the original *al-Kāfī* is composed of three sections:

1. On hygiene, origin and condition of plagues (especially in Egypt, where the book was written), their prevention and recommended treatment. It includes material on environmental as well as physical and psychic health, all in 21 chapters.

2. On diseases from head to foot, their causes, symptoms and treatment, with extremely interesting personal observations and innovations, all in 196 chapters.

3. On astrology as it relates to medicine.

An older copy examined by this writer is Granada No. 20, copied in 702/1302 by the Andalusian physician, (يوسف المالقي) Yūsuf b. Muḥ. b. Yūnus al-Qaysī of Malaga. Others examined are in Aleppo, Cairo, Oxford, and Paris.[49]

Hibat Allāh b. al-Tilmīdh (d. Ṣafar 560/Jan. 1165)

Ibn al-Tilmīdh was the leading medical authority in Baghdad during his time. He traveled to Persia where he lived and practiced medicine for several years, and where he mastered the Persian tongue besides Arabic and Syriac. He was in addition a poet who loved music, a calligrapher, and a man of letters. On returning to Baghdad he managed the famous ᶜAdūdī hospital. He also taught medicine, and his fame attracted students from near and far, so that his class at one time was attended by about fifty students. He lived to an old age and was respected for his learning, both by the ruling family and by his colleagues. He was the author of about sixteen works, most of them related to the healing arts and including brief commentaries on important medical texts.[50]

The library owns a valuable and complete copy of his formulary or antidotarium, *al-Aqrābādhīn*, in twenty chapters (Sommer, A-3, fols. 1-66a,

49. His first biography is reported by I.A. Uṣaybīᶜah, ᶜ*Uyūn*, 2:107-113,
واسمه الكامل الشيخ موفق الدين أبو نصر عدنان بن نصر بن منصور ابن العين زربي وانظر للتفصيل مقالتي « الطبيب العربي ابن العين زربي وأبحاثه في العلل والعلاج » تحت النشر ١٩٧٧ مع أبحاث الندوة العالمية لتاريخ العلوم عند العرب بجامعة حلب ، سورية ، وأيضاً د. سلمان قطاية ، مخطوطات حلب ، ١٩٧٦ ، ص ص ٣٣٨–٤٢ .

50. Qifṭī, *Tarīkh*, pp. 340-42; I.A. Uṣaybīᶜah, *Uyūn*,1:259-276; Brockelmann, *GAL*,1:642;*Supplement*, 1:891; Leclerc, *Histoire*, 2:24-25; and Iskandar, *Catalogue*, 78-80.
وهو أمين الدولة ابو الحسن هبة الله بن ابي العلاء صاعد بن ابراهيم ابن التلميذ أوحد زمانه في صناعة الطب وحواشيه على الكتب الطبية .

Most important among its commentaries is the one by the philosopher-physician Abū'l-Walīd Muḥ. b. Aḥ. b. Rushd (Latin Averroes, 1126-1198). It contains two parts: theory and practice, and was composed upon the request of Ibn Rushd's generous patron Abū'l-Rabīᶜ b. al-Sayyid A. Muḥ. al-Manṣūr, the Muwaḥḥid Caliph of Morocco (reigned 1184-1199). Ibn Rushd considered that the *Canticum* presents the best available definitions of the healing art's general themes. He embarked on its interpretation in detail (see Sommer, A-59, p. 316).

Later on, Aḥ. b. al-Ḥasan al-Khaṭīb of Constantinople completed in 712/1312 an *Urjūzah* in 320 verses. There is another by Muḥ. b. Ism. b. Muḥ. in 988/1580, following Ibn Rushd's example. Ibn al-Rafīqah (or Raqīqah) al-Shībānī (d. 635/1237) composed a brief *Canticum* on phlebotomy.[47]

Finally, deserving of mention is a commentary in the library's collection erroneously ascribed to Madān b. ᶜAbd al-Raḥmān al-Qawsūnī al-Miṣrī (d. after 1634, Sommer, A-24, p. 305). This very interesting medical commentary entitled الجوهر النفيس في شرح الارجوزة للشيخ الرئيس was written by the physician al-Shaykh Mūsā b. Ibrahim b. Mūsā b. Muḥ. al-Baladāwī, a Shāfiᶜite Muslim theologian who died shortly after 770/1368. He was the author of other medical works, on fevers, eye and skin diseases, and surgery.

The present copy is dated 11 Shaᶜban, 892/1487. In the introduction, the author speaks of the noble profession of medicine, the greatness of the Creator and His wisdom as revealed in His handiwork, the intricacy of human anatomy, and the harmony and beauty of its constitution and function. In view of the human need of medicine, this profession he presumed, "must have started since Adam's time".

In it Baladāwī devotes a brief section to an adequate biography of Ibn Sīnā and a list of his medical contributions: Epistles on Oxymel السكنجبين ; on alchemy; on colitis القولنج ; cordial drugs, and *al-Qānūn*. He laments the poor performance of Ibn Sīnā in his *al-Shifāʾ* (وليته لم يصنفه (الشفاء , but admires his *Urjūzah*. Hence he attempts in the above-mentioned commentary to interpret its contents adequately.[48]

Ibn al-ᶜAyn Zarbi (d. 548/1153 *)*

A socio-medical revival swept over Iraq, Syria, Egypt and North Africa under the Nurid, Ayyubid, and early Mamluk dynasties with widespread

47. He is possibly Ibn A. Uṣaybīᶜah's senior contemporary physician, al-Shaykh Sadīd al-Dīn Maḥmūd b. Raqīqah, ᶜ*Uyūn*, 1:253, 267, 290-1, 300 and 2:167. But al-Khaṭīb should not be confused with al-ᶜUthmānī (fl. 780/1378) mentioned in Brockelmann, *Supplement*, 2:107-8.
واسمه الكامل صدرالدين ابوعبدالله محمد بن عبدالرحمن بن الحسين القرشي الخطيب العثماني الشافعي.

48. موسى بن ابراهيم بن موسى بن محمد البلداوي المتطبب الشافعي المتوفي بحدود ٧٧٠ هـ ١٣٦٨ م وله بجانب الجوهر النفيس ، الرسالة النورية في أمراض العين الكلية ، وكتاب الحميات ، وكتاب الفتوح في علاج الجروح في الطب ذكرها البغدادي في هدية العارفين ، ٢ : ٤٨٠ ؛ وفي ذيل كشف الظنون ، ١ : ٣٨٥ .

indigestion for which various enemas and electuaries are prescribed.[44]

The library also houses an epistle on hygiene ascribed to Ibn Sīnā (Sommer, A-73, p. 321), mentioned under several titles (Printed at Cairo, 1305/1887).
تدارك أنواع الخطأ (خطأ الحدود ومطابقته) الواقع في التدبير الطبي (تدبير الانسان) او دفع المضار الكلية عن الابدان الانسانية .

It was written at the request of his generous and noble patron, Abu'l-Ḥasan (Ḥusayn) Aḥ. b. Muḥ. al-Sahlī the wazīr of Prince ʿAlī b. Ma'mūn b. Muḥ. al-Khwārizmshāhi (reigned 997-1017), to whom it was dedicated. It comprises six treatises:

1. On correcting errors committed in earlier texts regarding the therapy and medical treatment of healthy, moderate temperaments.

2. On the effects of clean or polluted air on health and the spread of pestilence.

3. On bathing as one phase of moderate, healthy exercise.

4. On suitable useful diets for maintaining good health.

5. On the suitability of drinking various kinds of wines and waters for health.

6. On suitable work, physical activity, and exercise for health.

The copy ends abruptly here, while I. A. Uṣaybiʿah mentions seven treatises in this work.[45]

One of Ibn Sīnā's authentic medical works which played a role in influencing medical teaching and development, not only in the East but in the West as well, was his *Canticum* الارجوزة في الطب . It was easier to keep by heart than his *al-Qānūn*, and eventually because of its wide-spread use and its commentaries, a new tradition was established in Islamic medicine (see *arājīz*, Sommer, A-34, pp. 308-9). Although the poetry is occasionally mediocre and artificial in style and choice of expression, a good number of copies are extant, a proof of its continued popularity.[46]

مطلع الارجوزة : الطب حفظ صحة برء مرض من سبب في بدن منه عرض
وآخرها : وقد فرغت من جميع العمل والآن أقطع بقول مكل

44. *I. A. Uṣaybiʿah*, *ʿUyūn*, 2:19-20; Iskandar, *Catalogue*, pp. 170-71; and Brockelmann, *Supplement*, 1:812;
وشبوح ، فهرس الطب ، القاهرة ، ١٩٥٩ ، ص‌ص ١٤٩-١٥٠ .

45. *Ibid.*, pp. 96-97; I.A. Uṣaybīʿah, *Uyūn*, p. 19; Leclerc, *Histoire*, 1:466; Brockelmann, *GAL*,1:589; and *Supplement*, 1:812; Iskandar, *Catalogue*, p. 94; and دفـــــع المضار الكلية ١٨٨٧ ،
ومصطفى حاجي خليفة ، كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون ، طبعة اسطنبول ١ : ٣٨٠ ، ٧٥٧ .

46. *Ibid.*, 1 : 36; وذكره الاب قنواتي في مؤلفات ابن سينا ، القاهرة ، ١٩٥٠ ، ويحيى مهداوي ، فهـرست مصنفات ابن سينا ، طهران ، ١٩٥٤ ، وشبوح ، فهرس الطب ، ٩-١١ ؛ ومنه مخطوطات في مكاتب عدة ، وقد نشر الارجوزة مع ترجمة وشرح جاهيير ونورالدين في الجزائر ، ١٩٥٦ ، ١٩٦٠ م.

dent observations as seen in his discussion of embryology and pediatrics.[41]

The library owns a commentary on *al-Qānūn*, ascribed by Sommer, A-62, p. 317, to Ḥakīm 'Alī b. Kamāl al-Dīn Muḥ. al-Jīlānī (d. 1609). It is doubtful if this belongs to the latter or that it is only on the first book of *al-Qānūn*. This incomplete copy contains, in addition, a commentary on Book II. The margin carries, as well, a commentary on *al-Qānūn* by 'Izz al-Dīn Muḥ. b. al-Amulī (d. 735/1852), also the author of a book on the classification of sciences, arts, religion and philosophy نفائس الفنون في عرائس العيون in Persian.[42]

Another work of Ibn Sīnā in the collection is his book on the kinds and treatment of colitis القولنج أنواعه ومداواته accurately described by Sommer, A-55, p. 315. It was dedicated by the author to the library of his generous and ambitious patron, Prince Aḥmad Naṣr al-Dawlah (reigned in Mayyāfāriqīn and Diyār Bakr, 401-453/1010-1061).[43] In its three treatises, Ibn Sīnā deliberates on the causes, types, diagnosis, and symptoms of colic pains. It seeks to recommend ways to prevent their reoccurrence — the acute abdominal pains from which he suffered and died on the way to Hamadān.

Here the author mentions three functional systems involved in the construction and replenishment of the body, and their connection with colitis.

1. Alimentation, to maintain the body's natural faculties which originate in the stomach and the liver.

2. Nourishment of the spirit, to maintain its animal faculties, originating in the heart and lungs.

3. Nutrition for the soul, to maintain psychic faculties and sensory motor functions, originating in the brain and in the nervous system.

In the light of these classifications, he defines colitis as a painful organic disease, a mechanical inflammation in the large intestine (colon) caused by unnatural constriction. The malady appears in five types : verminous, due to the presence of intestinal worms; windy, due to distention of the bowels from air or gas; humorous (or flatulent), due to the access of one of the four humors (mainly bilious); crapulent (or mucous), due to excess in eating and drinking; and intestinal (possibly hepatic inflammation), due to swelling or

41. *Ibid*, p. 106; Brockelmann, *GAL.*, 1:485 and *Supplement*, 1:887; and I. al-Baghdādī, *Hadiyyat al-'Ārifīn*, Vol. 2, Istanbul ed., 1955, p. 71;
وشبوح ، فهرس الطب ، ص ص ١٢–١٣ ، البيهقي ، تاريخ حكماء الاسلام ، ص ص ١٣١-٢ وفيها ذكر موت شرف الدين ابو عبدالله محمد بن يوسف الأيلاقي في سنة ٤٦٠ ه .

42. *Ibid.*, 2:1966; Hamarneh, *Ẓāhiriyah*, 281-84; and Brockelmann, *Gal.*, 1:638 and *Supplement*, 1:887.

43. The patron was Naṣr al-Dawlah (Allah) b. Marwan al-Kurdi al-Hamidi, an ambitions, worldly, and firm ruler. See Ibn Khallīkan, *Wafayāt*, *op. cit.*, 1:177-78 and 5:127-8; Qifṭī, *Tārīkh*, p. 418.

easier to mix, prepare, or manipulate, as in cooking, burning, washing, pulverizing, mixing, dissolving and making infusions. A final section is focused on the processes of collecting different varieties of drugs from plant, animal, and mineral origins, which are to be securely kept and preserved for future use. Two, on qualities of already known and tried simples, are arranged in twelve charts. The simples and their compounds range from medicated cosmetics, with their dermatological clarifying and beautifying effects, to those which are potent, or toxic, and should be handled with care such as aconite, henbane, opium, colchicine, and litharge. Each chart is further divided into sixteen columns on identification of simples, choice, quality, action, diseases and fevers for which these drugs are specific, and so on.

The major part of Book Two, however, is concerned with physical properties and pharmacological effects of the individual simples of the materia medica, arranged according to the Arabic alphabet into 28 sections.

Book III: on diseases of body organs from head to foot, with anatomical and physiological data that overlap with that in Books I and IV.

Book IV: on fevers, acute diseases, plagues, delirium, prognoses, crises, swellings, pustules and ulcers, surgery, and setting of fractured and dislocated bones. Similarly to Book II, it discusses poisons and antidotes, medicated cosmetics, and dermatology.

Book V: on the need for preparation techniques and pharmaceutical forms of compounded drugs such as ointments, syrups, powders, tablets, electuaries including theriacs, inhalants and dentifrices and their therapeutic uses in one ailment or another with brand named cures. It ends with a chapter on weights, volumetric measures and balances. In this book, Ibn Sīnā relied heavily on Syriac as well as on Greek sources that were available in Arabic.[40]

A great admirer of Ibn Sīnā's medical writings after his untimely death, was his countryman al-Sayyid Sharīf al-Dīn Abū ᶜAbd Allāh Muḥ. b. Yūsuf al-Īlāqī (born, possibly of Arab stock, in Īlāq near Nīsābūr, Iran and died about 1092). Sommer, (A-83, 3, fols. 181-261, p. 325) erroneously refers to him as M. b. ʿAlī al-Ailaqi who died in 1141.

Īlāqī seems to have been directly influenced by Ibn Sīnā's writings in his two known books: *al-Asbāb wa'l-ᶜAlāmāt* which in turn influenced al-Samarqandi, and his condensed version of *al-Qānūn* invariably entitled

اختصار كتاب القانون او الفصول الايلاقية في الكليات الطبية او كتاب متن ايلاقي .

copied in 1087/1676 by Aḥmad b. Jaᶜfar at Iskandar (?). This brief compendium is not entirely a condensation of *al-Qānūn*, but contains indepen-

40. Iskandar, *Catalogue*, pp. 27-32, 156-65; Hamarneh, *Ẓāhiriyah*, pp. 121-27; 262-85; and *British Library*, 1975, pp. 93-105.

the Samanid capital in Transoxiana, Nuḥ b. Manṣūr (365-387/976-997) became ill. Several physicians tried to help him, but his condition got worse. Ibn Sīnā helped to cure him, and as a result he was appointed to the court. There(997-998), he made good use of the rich royal library and its treasured, important, and rare books. After his father's death, Ibn Sīnā left Bukhārā and travelled to several cities until he came to Jurjān. There he wrote a few books and started his work on the first book of *al-Qānūn*, his best known and most comprehensive medical encyclopedia. He continued to work on it at intervals in Rayy, and finally completed it in Hamadān in five books.[38]

Significantly, the library possesses a complete copy in five books of Ibn Sīnā's *al-Qānūn fī al-Ṭibb* in 491 folios, Sommer A-53, p. 315. This impressive work constitutes a clear and orderly *Summa* of the entire healing art then known in Islam.[39] It was compiled upon urgent requests from friends who asked him to compose a concise and understandable compendium "on the general and specific rules, regulations and definitions of medicine,... the art which deals with the conditions of the human body in sickness and in well-being, to preserve health to the healthy and to restore it when lost."

Book I : known as *al-kullīyāt* because it deals with didactic, natural medical generalities, the elements, humors, spirits, anatomy and physiology, and the six hygienic principles such as air, food, rest and emotional expression. Other topics discussed are diseases, their causes and diagnosis, mother and child health, physical and diet therapy, and provisions for travelers.

Book II: on materia medica, is in two parts: One on the natural laws and medical regulations which govern drugs; their usages, temperaments, experimental testing as well as the comparing of colors, smell, and solidity characteristics, and their general and specific pharmacological effects. Thus a drug can be classified as lithodialytic, calefacient, diuretic, refrigerant, discutient, menorrhagic, cathartic, vesicatory, emetic, demulcent, corrosive, and narcotic. A section is also devoted to poisons and their antidotes. It further discusses processes applied to simples to render them more effective and

38. Ibn Sīnā's *al-Qānūn* was first printed at Rome, 1593; then at Cairo in 3 vols., Būlāq, 1294/1877; Lucknow, al-Nāmī, 1905; and the first book in Tehran, Iran, 1284/1867. It is also extant, complete or in part, in numerous copies in the original and also in Hebrew, Latin, Persian, and Urdu versions. It was tranlated into English in part (most of book I) by O.C. Gruner and M.H. Shah. Presently, it is reported as under translation at the Institute of History of Medicine and Medical Research at NewDelhi, India (Hakeem Abdul Hameed, President). See Brockelmann, *GAL*, 1: 589-99; and *Supplement*, I: 812-28 and 833-34.

39. Ẓahīr al-Dīn al-Bayhaqī *Tarīkh al-Ḥukamā*ʾ, Damascus ed., Arab Academy, pp. 52-72; Qifṭī, *Tarīkh*, Leipzig ed., pp. 432-26; I.A. Uṣaybiʿah, *ʿUyūn*, 2:2-21; Aḥ. b. Khallikān, *Wafayāt al-aʿyān*, Vol. 2, Beirut edition, 1969, pp. 157-62; Lucien Leclerc, *Histoire de la Médecine Arabe*, Vol. 1, 1876, pp. 466-77; G.C. Anawati, "Etudes avicéniennes," *Rev. Thomiste*, 61 (1961), pp. 109-35; S.M. Afnan, *Avicenna, His Life and Works*, London, Allen and Unwin, 1958; A. Soubiran, *Avicenna, Prince des Médecins*, Paris, 1935; and William E. Gohlman, *The Life of Ibn Sina*, Albany State University of New York Press, 1974, pp. 25-94.

encyclopedia, *al-Ḥāwī fī al-Ṭibb (Liber Continens)*. The author died before putting on the final touches, thus the work lacks organization. In it, the author condenses much of the Greek, Persian, and Indian medical legacies, presents resumés of ninth-century Arabic knowledge of the healing arts, and conveys his personal, clinical, and theoretical observations and experimental data. His own ideas and innovations are easily identified, since he inserts the saying "mine" or "I say" (لي) before such information.

Translation into Latin of the entire book of the *Continens* was completed about 1279,for King Charles of Anjou by the industrious scholar Faraj b. Salim (Farraguth) of Sicily. Its printed Latin edition was the first of its size on the topic to appear, in Brescia, 1486, a token of the high reputation it enjoyed in fifteenth-century European medical circles.[36]

Significantly, a copy of *al-Ḥāwī*, Sommer A-17, p. 302, dated the 19th of Dhū al Qaᶜdah, 487/1094 is the library's oldest possession. Owned by members of a single family in al-Najaf, Iraq, for many generations, it was sold in Europe, and then in 1940 to the National Library of Medicine, where it is presently on display. It contains only part three of *al-Ḥāwī*, on the conditions of the esaphagus, stomach, and intestines and the diseases that infect these and related organs of the digestive system.

Another copy of *al-Ḥāwī* is housed in the library, purchased from L.M. Saᶜidi in 1962. Copied by a certain Lutf Allāh in small, elegant Naskh (34 lines per page), it is dated the 8th of Muharram, 885/1480 (unfortunately, folios of this, like other manuscripts in the library's collection, are not numbered so that it is not easy to refer to a page or pages for citation). Besides a table of contents, this important copy comprises three discourses of *al-Ḥāwī*: on compound drugs; materia medica, pharmacy, medical deontology; and professional ethics and advice.[37]

Abū ᶜAlī Al-Ḥusayn b. ᶜAbd Allāh ibn Sīnā

The tenth century was one of the most productive periods in Arabic medicine throughout the Islamic domain. At the outset of the eleventh, the star of Ibn Sīnā (980-1037) began to shine brightly, not only in philosophy and metaphysics, but in medicine as well. He found the study of the healing art easy, pleasant, and rewarding, and excelled in it already at the age of sixteen. He was a theorist who spent his youth in the study of useful books. And it came to pass, before he was eighteen, that the sultan of Bukhara,

36. Rāzī's *al-Ḥāwī fial-Ṭibb* was edited at Hyderabad, Osmania Or. Publ. Bur., in 23 parts, 1955-1972. For a comparison between the two famous medical compendiums: *al-Ḥāwī* and *al-Qanūn*, see Iskandar, *Catalogue*, pp. 1-32.

37. For a detailed discussion of pharmacy and toxicology in *al-Ḥāwī*, see Moḥ. Muṭīᵓ Kanawātī, *Ar-Rā.ī Drogenkunde und Toxikologie im Liber Continen*, doctoral dissertation, Philipps-Universitat, Marburg-Lahn, published 1975; and Hamarneh "The Pharmacy and Materia Medica of Bīrunī and Al-Ghāfiqī," *Pharmacy in History*, 18 (1976), p. 4.

it exhales on contraction." He adds that, "the lungs are connected with the heart." Finally, he speaks of fevers as being as diseases not caused by other ailments, or syndromes of morbid states.[32]

Another work of al-Razi which is represented in the library's collection is the short essay on healing within one hour برء الساعة designated by Sommer as A-84 (4), fols. 44-46, pp. 236-7 (copy incomplete). This brief text on common ailments that can be healed in a short time contains simple recipes of cures for colds, headaches, toothaches, and hemorrhoids. The purpose is to save patients the time, effort, and expense that may be incurred by unnecessary and frequent visits to the doctor's clinic or for his house calls. In the modern period, it seems not dissimilar in approach to "domestic medical advisor's texts", branded home remedies, and patented medicines.[33]

One of Rāzī's widely known and greatly influential books is his *al-Ṭibb al-Manṣūrī* (Liber Rhazes ad Almansorem), named after his patron, the governor of Rayy, the Samanid prince Abū Ṣalih Manṣūr b. Isḥāq b. Aḥmad b. Asad (reigned 290-296/902-908). Intended for practitioners and students, this manual comprises ten treatises encompassing the general aspects of the healing art: anatomy and physiology, physiognomy, temperaments and humors, drug and diet therapy, preventive medicine and environmental health, ecology, medical cosmetology, toxicology and potent drugs in which opium is considered among the poisons, fevers, and minor surgery including bone setting and the treatment of wounds.[34] He emphasizes healthy dwellings and habits, psychic therapy, and immediate medical care before a disease condition worsens. He advises the use of the toothbrush *(siwāk)* to keep teeth and gums clean and strong and to refresh the mouth taste. He warns against the deceitful tricks of, and blind confidence in uncultured physicians and charlatans مخاريق المشائين. They pretend to be able to cure epilepsy by cleverly cutting a cross-shaped split in the middle of the head, or to heal eye and ear ailments by using sleight of hand tricks, deceiving patients and their families by exhibiting previously fetched substances they claim were the causes of these ailments.[35]

A much larger work than *al-Manṣūrī* is Rāzī's comprehensive medical

32. وكتب الطبيب الفيلسوف موسى بن عمران بن ميمون القرطبي كتاباً ايضاً بعنوان الفصول في الطب نقل فيه عن ابن ماسويه والرازي والفارابي ومنه نسخه في برنستون تم نقلها ١٢٨٢/٦٨١ وقد طبع هذا الكتاب في بولونيا ، ايطاليا سنة ١٤٨٩ م.

33. Iskandar, *Catalogue*, *op. cit.*, pp. 90-92; and Hamarneh *British Library*, *op. cit.*, p. 53; and *Bibliography on Medicine and Pharmacy in Medieval Islam*, Stuttgart, 1964, p. 88. It was edited with translation and commentary in French by P. Guigues, *La guèrison dans une heure*, Beirut-Paris, Catholic Press, 1904. Several other extant copies are also known.

34. Rāzī's *al-Manṣūrī* was first translated into Latin by the twelfth - century Gerard of Cremona and was first printed at Milan in 1481. Several editions followed. See Sarton, *Introduction*, 1:609-10.

35. Albert Dietrich, *Medicinalia Arabica*, Göttingen, Vandenhoeck and Ruprecht, 1966, pp. 45-55; Hamarneh, *Ẓāhirīyah*, pp. 86-89;

والبرت اسكندر ، « محنة الطبيب الرازي » ، المشرق ، ٥٤ (١٩٦٠) ، ص‌ص ٤٧١–٥٢٢ .

The library's collection contains a copy of his important manual on medical aphorisms, *al-Fuṣūl fī al-Ṭibb*, listed by Sommer as A-88, fols.1-49, p.237. The copy exhibits a few spaces for words and phrases left blank. In writing it, al-Rāzī aimed at putting together what would be regarded as necessary information for medical students. Following the style of the Hippocratic *Aphorisms*, without being ambiguous or redundant, he presented his medical data as a convenient introduction to the healing art.[31] He begins by discussing the elements. To him they are simple products such as vinegar, honey, and oil, from which compounds are made. He then divides "bodies" into four kinds:

1. Heavenly bodies, such as the planets and stars.
2. Minerals, such as gold, silver, and precious stones.
3. Plants, as palm and olive trees, and
4. Animals, as man, the horse, and the lion.

He considers the human body as made of three categories:

1. Spirits, which are the vapors.

2. Liquids, forming the four humors: blood, phlegm, and yellow and black bile.

3. Solids, including skin and bones.

In his hygienic instructions, he recommends moderation in exercise, bathing, slumber and wakefulness, and diet. He further describes laxatives, vomit inducing drugs, diuretics, and fermented wines, a topic on which he had written an independent book.He defines disease as a situation in which an organ is not able to perform its function properly, or is too weak to do it effectively, or it suffers pain and lassitude in trying to do it. He further divides causes of diseases into two: changes in shape, or changes in temperament, an explanation that is fully detailed in Rāzī's two discourses on the classification of diseases and their symptoms. جوامع العلل والاعراض . These seem better organized than Galen's work on the same topic. Interestingly, in discussing internal diseases, Rāzī emphasizes the value of dissection and the knowledge of anatomy — topics that were fully treated in his medical compendium الجامع الكبير . There he emphasizes the clinical importance of urine testing in revealing the condition of the blood. The specimen should be taken in the early morning before the patient has had anything to eat. The urine indicates the state of the liver, just as the pulse reveals the heart's condition. He marvels at "the wonderful power in the arteries, causing them to expand and contract automatically throughout life; and the heart, from which pulsation flows into the arteries, it being also aerated at expansion by drawing cold air from the lungs, which

31. Rāzī's *al-Murshid*
كتاب المرشد أوالفصول مع نصوص طبية مختارة، لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي، تقديم وتحقيق البرت اسكندر، المجلد السابع من مجلة معهد المخطوطات العربية، ١٩٦١ ص‌ص ١—١٢٥ .

botany, materia medica and the electuaries and theriacs. We likewise find a quotation from al-Tamīmī's informative letter addressed to his father, ᶜAlī b. Muḥammad.

Why all this attention to theriacs, one asks? It was to seek safety from the ever-present menace of poisoning — either by venomous creatures or from poisonous substances. Poisons were often mixed with food or drinks or applied to objects by insidious enemies. Experienced healers were called upon to provide remedies that would counteract poisons — the theriacs which were thus transmitted from generation to generation for almost two millennia.[29]

Through Islamic influence, the fame and use of the theriac spread in Europe and reached its zenith in Italy in the sixteenth century, where the physician Pietro Andrea Mathioli prepared a treacle that comprised more than one hundred drug simples, including precious stones. And despite controversies that arose regarding the treacle's miraculous healing virtues, it was prescribed by the most learned physicians in Europe, and used by the most notorious charlatans as well. The treacles soon became lucrative articles of trade, with famous exporting cities like Venice, Padua, and Nuremburg. Considerable pomp and ceremony grew up in association with their preparation. The utmost care, nostalgic interest, and vigilance were practiced by leading apothecaries and physicians during these official ceremonies, unknown in Islam.

The Maturing of Islamic-Arabic Medicine

As a result of the ninth-century intellectual activities in translation, teaching, and productivity, Arabic medicine and pharmacy reached the stage of maturity. A golden age was ushered in with an impetus that continued for generations. Decline and stagnation set in at the close of the Middle Ages.

The stage at the beginning of the tenth century opens on a towering figure in the history of medicine and allied sciences, Abū Bakr Muḥ. b. Zak. al-Rāzī (of Rayy, near modern Tehran in Iran, 865-925). He was accorded high esteem as a physician-philosopher even during his lifetime, and his writings enjoyed the respect of practitioners in Islam and Christendom up to the Renaissance. Although he criticized certain discrepancies and errors in Galen and other ancient writers, he held Greek medicine and philosophy in high esteem, as is evident from his writings. He also added substantially to the theory and clinical applications of the healing arts.[30]

29. Hamarneh, *Origins of Pharmacy and Therapy in the Near East*, Tokyo, the Naito Foundation, 1973, pp. 110-115.

30. Ibn al-Nadīm, *Fihrist*, pp. 429-34, 454, 518; I.A. Uṣaybiᶜah, *ᶜUyūn*, 1:309-321; Carl Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, Vol. 1, Leiden, Brill, 1943, pp. 267-71 and *Supplement*, 1:417-21; Sezgin, *Geschichte*, 3:274-94; Aḥmed Moḥ. Mokhtār, *Rhases Contra Galenum*, Bonn, doctoral dissertation at the University, 1969; S. Pines, "Rāzī critique de Galien," *Actes VII, Congr. Internat. d'Hist. Scien*, 1953, pp. 480-87;
والبرت زكي اسكندر ، « الرازي الطبيب الاكلينيكي ونصوص من مخطوطات لم يسبق نشرها » ، المشرق ٥٦ (١٩٦٢)، ص ص ٢١٧-٢٨٢ .

In Islam, the first known translation of this Galenic work was by Yaḥyā b. Biṭrīq (not Grammaticus) in the early ninth century. Thereafter, Ḥunayn devoted a chapter to it in his *al-Masā'il*, explaining that he possessed a Greek copy of the theriac, but that it was full of errors. He made a tentative Syriac translation, then ᶜIsā b. Yaḥyā translated it into Arabic for the Wazīr Abū Mūsā al-Kātib. It was afterwards corrected by Abū Sahl ᶜAbd Allāh b. Isḥāq. Ḥunayn is also reported to have written two treatises to interpret what Galen had said of the Theriac.

A three folio fragment of the Greek Theriac is found in the Library (Sommer, A-3, 2, fols. 66b-69b, p. 298). In discussing the techniques of preparing the recipe, the author mentions the need for a six month period to allow theriac to mature. He also reports how long it can be kept without losing its virtues and usefulness.[28]

The Library houses another important manuscript on the same topic, entitled جامع الافتراق او الافتراق والاتفاق لصناعة الترياق , by Mahadhdhab al-Dīn Abū'l-Ḥasan ᶜAli b. ᶜAbd al-ᶜAẓīm al-Anṣārī of Moorish Spain. This impressive and comprehensive manual represents the highest expression and culmination of all Arabic writings on the topic. The elegantly inscribed copy with its 35 chapters was completed on the 15th of Muḥarram 669/1270, shortly before the author's death. Here al-Anṣārī discusses the origin of the theriac episode and how authors agreed upon its final, correct recipe. Besides the Greek sages who were associated with its formulation, he mentions Arabic authors who had also written on it, such as Ḥunayn, al-Rāzī, Ibn Samajūn, Muḥ. b. Aḥmad b. Saᶜīd al-Tamīmī, al-Zahrāwī, Ibn Sīnā, Ibn al-Bayṭār, and finally his senior contemporary ᶜAlī b. Yūsuf b. ᶜAbd Allāh al-Tanūkhī of Jerusalem, known as Ibn al-Ṣūrī. To each of these authors, Anṣārī gave due credit for the modifications and corrections of inherent errors, their motivations for writing, and their aims, with useful quotations from their introductory remarks. From such reports we have gained insight into the methods and techniques of preparing the theriacs, the dosages, materia medica, and substitute drugs, the testing of their effectiveness by rational experimentation, and the lead, gold, iron, and glass utensils used in the manufacturing laboratories of apothecary shops. Anṣārī mentions a theriac he made for the Ayyūbid king ᶜIsā al-Maᶜaẓẓam as early as 626/1229. From Anṣārī we obtain insight into Ibn al-Ṣūrī's lost book entitled الكتاب الأشرف في صفة (صنعة) الترياق المنقذ للنفوس الشريفة من التلف , on medical

28. Arabic pharmaceutical literature is enriched with material on theriacs from Greek, Indian and indigenous sources; see George Sarton, *Introduction to the History of Science*, Baltimore, Md., reprinted 1950, pp. 261, 306; Hamarneh, *Index Mss. in the Ẓāhiriyah*, pp. 50-52; 221-224, 513-16; and ابراهيم شبوح ، فهرس المخطوطات المصورة ، الطب ج٣ معهد المخطوطات ، القاهرة ، ١٩٥٩ ، صص ٤٥-٨٤٦ . وكتب في الترياق لمكتبة الوزير شرف الدين ، الطبيب ابن الصوري واسم ابيه رشيدالدين ابو علي منصور بن ابي الفضل بن علي وهو تلميذ احمد الغافقي الاندلسي . انظر ابن ابي أصيبعة ، عيون الأنباء ، ٢ : ٢١٦ — ٢٢٠ ، ٢٤٢ .

Sanskrit).[25] The second part discusses its therapeutic uses, especially to restore the memory. Yūḥannā b. Māsawayh (d. 855) recommended mixing the drug with hot butter for use against amnesia. Ibn Sīnā considers it efficacious for physical impediments *(al-zamānah)*, stating that it helps to clear the mind, and prevents madness and delirium. In this part, the author further elaborates upon the techniques by which the juice of these nuts, *ᶜasal al-Balādhur*, is extracted, collected and then used medicinally.[26]

The Theriacs or Antidotes (Treacles, L. Theriacae)

One of the celebrated themes of medieval and renaissance therapy was the festive preparation and utilization of the "great theriac, al-Tiryāq al-Fārūq" arabized from the Greek *thériaké*. Ḥunayn explains that the word denotes an animal that bites, so that the recipe was used against animal bites, then later applied as an antidote against all types of poisoning. In Europe, it came to be used as a treacle or universal antidote. Eventually, it was applied, not only against poisoning, but as a "wonder cure" for several other diseases.

The tradition of treacle goes back to the ancient Egyptian and Greek sages who gradually augmented the number of its components and developed methods of preparation. Arabic sources attributed its origin and fame to nine consecutive Greek authors, spanning a period of over a millennium. The tradition started with Andromakhus I, and culminated in Galen, to whom four works on the subject have been attributed. They include one on the virtues, advantages, and application of the Theriac. Several titles are known in Latin: *De Antidotis*, *De Theriaca* and *Pisonem Liber*.

I. A. Uṣaybīᶜah explains how the theriac was first compounded as a mixture of honey and laurel seeds. Through divine inspiration, miraculous events, and dreams, the number of ingredients was increased. The culmination of the development was the addition of snake's flesh. After a long process of addition and deletion of ingredients, a recipe was evolved regarded as the most exact and perfect. It contained about 88 simple drugs including anise, opium, iris, casia, jusquiam, balsam, aristolochia, saffron, squill, centaury and snake meat. I. A. Uṣaybiᶜah also reports that Galen in a two-treatise book on therapeutics الأدوية القابلة للادواء devoted the first treatise to theriacs.[27]

25. It is mentioned by I.A. Uṣaybīᶜah, *ᶜUyūn*, 1:201; Ibn Sīnā, *Qānūn*, Būlāq ed., Cairo,Vol. 1, BK. 2, p. 267 and Vol. 3, BK 5, pp. 327-28; ᶜAbd Allāh b. Aḥ. b. al-Bayṭār, *Jāmiᵓ al-Mufradāt*, Vol. 1, Cairo, Būlāq ed., p. 113; and Sezgin, *Geschichte*, 3:129 with the Arabic title
مقالة في شراب ثمر البلاذر ومنفعته وتدبيره، ترجمة اسحق بن حنين مقالة منسوبة الى جالينوس

26. The marking nut tree شجر البلاذر is indigenous in the warmer regions of south-central and south-eastern Asia. It gives black, obliquely cordate nuts containing within its pericarp a black, resinous, viscid and acrid juice used in industry as a marking ink and in medicine externally as a local caustic and vesciant, and internally against rheumatic pains, flatulence, delirium and mental fatigue. See David Hooper, *Useful Plants and Drugs of Iran and Iraq*, Chicago, Field Museum, 1937, p. 170.

27. I. A. Uṣaybīᶜah, *ᶜUyūn*, 1:7,99, 197-98; Kühn, *Galeni*, *op.cit*, 14:210-310; Campbell, *Medicine*, 2:105, 145; Rāzī, *al-Ḥāwī*, Hyderabad ed., 7:162, 220, 249; and Sezgin, Geschichte, 3:121.

Transmission and Translators

The work of translation was carried forward more vigorously in the ninth than in any other century of the period. Translations into Arabic were made, not only from the Greek, but from the Sanskrit, Persian, and Syriac as well. Many competent scholars, mainly Christian Arabs from Syria and Iraq, participated in this effort. As regards the healing arts in particular, the outstanding figures include the Christian Arab, Abū Zayd Ḥunayn b. Isḥāq al-ᶜIbādī, his son Isḥāq, and his nephew Ḥubaysh; Isṭifān b. Basīl; Qusṭā b. Lūqā; and ᶜIsā b. Yaḥyā. A solid foundation was established for Arabic medicine as a result of their labors and the work of their associates, to whom the health professions remain truly indebted.[23]

A unique manuscript in the collection (Sommer A-90,2, fols. 7-16) is attributed to Ḥunayn, but the name of the copyist is missing. The text refers to Galen, Ptolemy, and Hippocrates as quoted by Ḥunayn, and although the work is not listed in Ibn al-Nadīm's *Fihrist*, it has been mentioned by others. It is devoted to veterinary medicine في البيطرة and to the treatment of domestic animals في علاج الدواب . All veterinary diseases are ascribed to strangulation (asphyxia) and asthma, with the entire approach to treatment based on the humoral theory. Internal and external diseases and their treatment, either by drugs or by surgical manipulations, are discussed.[24]

A fragment in the collection is also erroneously ascribed to Ḥunayn on its title page. Sommer regards it as a part of a formulary, *Aqrābādhīn*, and as part of a treatise on healing, with the title *al-Risālah al-Shāfiyah* by Ḥunayn (Sommer A-3, pp. 297-8 erroneously calls him Ḥamīr) b. Isḥāq, written in a different hand. In fact, this manuscript is an important and rare treatise by Ḥunayn's son, Abū Yaᶜqūb Isḥāq al-ᶜIbādī (d. 911), and is mentioned by I. A. Uṣaybiᶜah. Others have suggested that it was written by Galen and translated by Isḥāq. It deals with drugs and treatment to restore health and good memory, called "On inhibiting forgetfulness (amnesia)", under the general title مقالة في الأشياء التي تفيد الصحة والحفظ وتمنع من النسيان . Isḥāq wrote it for his patron ᶜAbd Allāh b. Shamᶜūn in the late ninth century. The first part centers on a discussion about the various methods, techniques, and instruments used in extracting the resinous, viscid juice from the nuts of anacardium (marsh nut or the marking nut tree, *Semecarpus anacardium* L., *bhela* or *bhilava* in

23. Ibn al-Nadīm, *Fihrist*, pp. 345-56, 414-29; Gotthelf Bergsträsser, *Ḥunain ibn Isḥāq Über die syrischen und arabischen Galenübersetzungen*, Leipzig, 1925; Ullmann, *Die Medizin*, *op. cit.* pp. 100-119; Carl Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, Vol. 1, Leiden, Brill, 1943, pp. 224-27; *GAL. Suppl.* 1:367-9; Sezgin, *Geschichte*, 3:247-56; Hamarneh, *Index of the National Library*, Cairo, 1967, pp. 19-24; and A.Z. Iskandar, "An Attempted Reconstruction of the Late Alexandrian Medical Curriculum," *Medical History*, 20 (1976), pp. 235-58.

24. I.A. Uṣaybiᶜah, *ᶜUyūn*, 1:201 mentions a book on veterinary medicine by Ḥunayn. This work is not mentioned by Carl Brockelmann or by F. Sezgin.

work, although its author seems to have borrowed extensively from Galen's writings. It also includes statements and quotations from Thābit b. Qurrah al-Ḥarrānī (ca. 836-901), which rules out Galen as its author. The present copy contains the second through the 33rd *maymar*. It describes in detail syndromes and diseases, including discussions on obstetrics, pediatrics, and the treatment of fevers, as well as the composition and substitution of drugs. It ends with a maymar on toxicology, all types of poisons, and the use of antidotes, and is dated in 938/1532. Organized, rational, and systematic in approach, it seems worthy of further evaluation.

Another manuscript in the collection (Sommer A-27, p. 306) contains three different works. The first part is a treatise on the anatomy and physiology of the bodily organs: head, chest, genital organs, etc. It is based on Greek anatomical information, but organized in a manner similar to that of Ibn Sīnā's *al-Qānūn*. However, the book is neither Galenic nor is it by Ibn Sīnā. It seems to be a compilation made by a certain Jewish physician, Malak Isḥāq of Damascus, possibly of the early Mamluk period. It was copied in elegant, legible Naskh at Shār Dilmān on the 5th of Rajab, 992/1584. The second part is a fragment of a medical lexicon. The third contains the second section of a certain compendium. It discusses prognostic conditions and regulations on the Galenic *crisis*, and critical days wherein the patient's case is determined—leading either to full recovery or to a relapse. Based on Greek writings, this work is, likewise, an Islamic compilation.

The Library houses still another work on anatomy and physiology (Sommer A-76, p. 322). It is a compilation intended for students, apprentices and beginners. The emphasis is on the importance of anatomy in diagnosing diseases, the relationship of affected organs to one another, and how to apply adequate medical treatment. Knowledge of anatomy also leads to a deeper appreciation of God's wisdom and omniscience. The information in the book has been gathered from familiar Greek and Arabic sources, and is organized in an introduction, two chapters and an epilogue. Although no authentic discoveries have thus far been found in such manuals, they had a definite educational value in making anatomical studies and data accessible to students and practitioners.

The last book on anatomy to be mentioned in this collection is a discourse by the physician Aḥmad b. ᶜAbd al-Munᶜim al-Damanhūrī of Egypt (d. 1778), entitled القول الصريح في علم التشريح . It was copied from the author's autograph original during his lifetime, in 1155/1742 (Sommer A-54, p. 315). In most cases any copy like this is supposedly more dependable than others, because it could have been read to the author for his personal approval. It represents a culmination of the knowledge of anatomy in the late period of Islamic-Arabic medicine and before the spread of modern European education.[22]

22. Basically, surgery in Islam was based on the Galenic writings, but several important additions, observations, and techniques were introduced, as is evident in the work of al-Zahrāwī, al-Mawṣilī and others whose writings influenced surgery in Europe.

of the books he authored. A century later, al-Rāzī accepted Ḥunayn's opinion of this book, which to this day is extant in several copies in Arabic, Hebrew and Latin, besides the original Greek.[19]

Another manuscript in the Library's collection, also incorrectly ascribed to Galen, is a treatise on the parts of the human constitution التقاسيم الانسانية في الصورة البشرية (Sommer A-74, p. 321). After discussing the four main parts of the body: head, hands, feet and the thoracic organs, the anonymous author discusses the anatomy and physiology of pulse, bones, teeth, nerves, blood vessels, head, chest, belly, and bladder. In addition, he describes the body's humors and the natural elements, including unrelated anecdotes and religious sayings which are hardly relevant. Therefore, this poorly organised compilation appears to be of late Islamic origin. It is marked as having once been owned and stamped by the physician Muṣṭafā Masʿūd (dated 1213/1798). The rendering of the names of the months such as January, April, and October are transliterated from the Latin.

A similar surgical epistle in the collection also erroneously ascribed to Galen (Sommer A-56, p. 316) seems to be a summarized compilation by Muḥ. Rafīʿ b. ʿAbd Allāh al-Tabrīzī, who lived and practiced medicine in Isfahan, Iran. It presents a brief essay on human anatomy and physiology from the head to the genital organs and was completed on the 27th of Ramaḍān 1116/1704. Both works show definite Greek influence.[20]

A very important Galenic work which influenced Arabic medicine, pharmacology, and therapeutic techniques was his book on the composition of remedies, in seventeen treatises. According to Ḥunayn, it was divided in the Alexandrian medical curriculum into two parts – a division that persisted so that all later copies are set up as two books. The first, comprising seven treatises, contains discussions on each type of compounded drugs, such as demulcents, astringents, oxytocics, sedatives, hypnotics, and diaphoretics – a pharmacologic classification known in Latin as *De compositione medicamentorum per genera Libri VII*. The second book, comprising ten treatises, known as *mayāmīr* (plural of *maymar*), cites the correct methods for using composite drugs. In Latin it is entitled *De compositione medicamentorum secundum locus Libri X*. Manuscripts in Greek, Arabic, Hebrew and Latin are known.[21]

After a thorough examination of Sommer A-39, p. 310, it became clear that this manuscript is not identical with Galen's above-mentioned composite

19. Kühn, *Galeni*, 7:273-407, 9:550-768; Sezgin, *Geschichte*, 3:94-96, 127-28; and Rāzī's *al-Ḥāwī*, Hyderabad edition, 10:166-68 and 19:92,134.

20. Campbell, *Medicine*, 2:137-38; Manfred Ullmann, *Die Medizin im Islam*, Leiden-Köln, Brill, 1970 pp. 24-64; and Hamarneh, *Catalogue of Br. Library*, *op.cit.* pp. 16-26.

21. Ibn al-Nadīm, *Fihrist*, p. 394 and Qifṭī, *Tarīkh*, p. 119, refer to Thābit's compilation of Galen's book on materia medica. See also I.A. Uṣaybīʿah, *'Uyun*, 1:97-99; Campbell, *Medicine*, 2:102-4; and Sezgin, *Geschichte*, 3:70, 118-19.

The original work includes seventeen treatises, and was translated into Arabic by Ḥubaysh b. al-A^{c}ṣam and corrected by Ḥunayn. The fourteenth - century copy in the Library (written in elegant, legible Naskh, 15 lines per page 18 ×25 cm.) starts from the middle of the first treatise and ends at about the middle of the fifteenth — the rest is missing.

This book exposes Galen's teleological concepts in anatomy and physiology. He confirms that every part and organ in the body has the place best suited to it, where it can best perform its particular function. Interestingly, he starts with the anatomy and physiology of the hand and fingers, the structures which distinguish humans from other creatures. Because of them, the author explains, "humans are able to invent and improve on manual skills and technology." He then describes the wisdom and refinement in the makeup of the feet, the body's digestive and respiratory systems and their parts, blood vessels, head and brain, eyes, ears, face, and the rest of the human constitution. He concludes with the reproductive organs.

The text as a whole was aptly translated and highly esteemed. No student of Islamic medicine, and indeed of the health field throughout the Middle Ages, in East or West, could fail to realize its importance to the development of medical thought and practice. This is also evident by the number of extant copies, not only in the original Greek and the Arabic versions, but also in Hebrew, Latin and modern languages.[18]

Another fragment owned by the library was erroneously attributed to Galen. Its incipit reads:

رسالة وجوامع كتاب جالينوس في البول ودلائله ، أو معان استخرجها حنين بن اسحق من كتب بقراط
وجالينوس في البول على طريق المسألة والجواب

Its proper title is *Jawāmi^{c} Kitāb J..linūs fī al-Bawl wa-Dalā$^{\circ}$iluh*; On the Urine and Its Diagnoses (not the bubonic plague, Sommer A-84,2, fols. 41-43, p. 325) known in Latin as *De urines*. The colors of urine, the conditions and kinds of urine tested in a variety of diseases, and their diagnoses based on examination are discussed. From a section in the introduction, the anonymous author mentions three matters that form the human body: blood, spirit, and seminal fluid. The Galenic concept of the four humors is expounded, followed by a detailed discussion on urine.

Ḥunayn, in the ninth century, doubted the authenticity of this book. He asseverated that Galen wrote about the urine in his other well-known books, in particular in *al-Buḥrān* (on crisis) and *Ayyām al-Buḥrān* (on critical days), and *Fī Aṣnāf al-Ḥummayāt* (on fevers). Thus he did not need to devote a separate work to this subject. Moreover, this book is not listed in his *Index*

18. Donald Campbell, *Arabian Medicine*, Vol. 2, London, 1926, pp. 41-44; Sezgin, *Geschichte*, 3:106-8; and is edited and translated into Latin in Kühn's *Galeni Opera Omnia*, Vols. 3 and 4. See also E.D. Philips, *Greek Medicine*, London, Thomas and Hudson, 1973, pp. 172-95.

ninth century. Ḥunayn completed a Syriac translation of the entire book, but translated into Arabic only the third treatise, with Galen's commentary. The Arabic version of Hippocrates' original text, which exists in several copies, has been edited with an English introduction, translation, notes, and glossary, by Mattock and Lyons of the University of Cambridge Middle East Center.[16] A useful, brief commentary had also been made by the Egyptian physician-philosopher ʿAlī b. Riḍwān (d. ca. 453/1061).

To return to Ibn al-Nafīs, he indicates that he undertook his work with the Hippocratic book only after completing his detailed commentary on the *Qānūn* of Ibn Sīnā. In his concise commentary on *The Nature of Man*, Ibn al-Nafīs explains the uniformity and the harmony "of the four natural elements – fire, air, water and earth," and how they are corruptible within the body which "is formed by the four humors – blood, phlegm, and yellow and black bile, and of their four qualities of being hot, cold, moist and dry." These qualities are assigned to the body's organs, two for each. They form the nature of the human body in sickness and in health. He states then, that gluttony is the cause of many ills because it disturbs and corrupts the humors' equilibrium and interferes with their healthy condition. He differs from Hippocrates in considering that the body's attraction to laxative drugs is not like the penetration of the sap into the parts of the plant, but "is similar to the pull of iron to a magnet, so that each laxative purges only a certain humor. The exception is in cases where there are two or more humors mixed, usually phlegm with other humors and thus they are purged all together".

He then divides treatment into three classes, as did Ḥunayn in the ninth century: treatment by diet, by drug therapy, or by surgical manipulation. In physiology he tends to inject his own ideas, as for instance in confirming that blood vessels are formed of the same substances from which other body organs are made.

The Galenic Writings

The reverence that was given in this era to the Hippocratic Corpus was matched by a similar and perhaps even more pervasive esteem accorded the Galenic writings. Of these the most important example in the library's oriental holdings is Galen's book on the uses of the bodily organs, *De usu partium corporis humani*.[17] The manuscript was purchased in 1962 from Lutfi M. Saʿdi, M.D.

16. C. G. Kühn, *C. Galeni Opera Omnia*, Vol. 15, repr. Hildesheim, 1965, pp. 1-173; Emile Littré, *Le Oeuvres Completes d'Hippocrate*, Vol. 4, Amsterdam reprint, 1961, pp. 32-68; Sezgin, *Geschichte*, 3:37-38, 124; and Hermann Diels, *Die Handschriften de antiker Aerzte*, Part 1, Berlin, 1906, pp. 20-21. It was edited in Arabic, translated and annotated by J.N. Mattock and M. C. Lyons under the title, *Hippocrates on the Nature of Man*, as Vol. 4, Arabic technical and scientific texts series, Cambridge, England, W. Heffer, 1968; and translated from the original Greek by W. H. S. Jones, *Hippocrates*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1953, pp. 1-41.

17. It was translated with useful introduction, commentary and annotations by M. T. May under the title, *On the Usefulness of the Parts of the Body*, in two Vols., Ithaca, New York University Press, 1968.

In Sommer's list also (A-84, 2, fols. 39b-40b) is a fragment of an epistle incorrectly ascribed to Hippocrates. In fact it is spurious and is generally known under various titles: *Fī al-Buthūr, fī ᶜAlāmāt al-Maut*, and *Fī al-Indhār bi'l-Maut*, meaning the symptoms, pimples, or pustules that indicate or serve as death signs warning the physician of imminent death, *De pustulis et apostematibus significantibus mortem.*

في الانذار بالموت ، في البثور ، في علامات الموت ، العلامات التي يستدل بها على أحوال الموت ، علامات القضايا البقراطية الدالة على الموت ، كتاب بقراط في علامات أمراض الموت المنذرة والمبشرة بذلك ، والرسالة القبرية أو قضايا بقراط .

The epistle describes pimples appearing in twenty-five cases that occur under certain conditions in which the patients show signs or tendencies to be considered as "messengers of death." It begins with the statement "Hippocrates' said", and then describes the case and his confirmation, which in most cases sounds ridiculous. One example is an account of a patient who had "a black swelling on the chest the size of an egg". If he shows a tendency to eat watermelon, and to frequent urination, "then he will die before the month is over". Another case is that of a patient having a pustule on the lower part of the neck and a white pustule on the left eyelid. If the patient lusts after sweet stuff and confectioneries "he will die in eleven days."

Ḥunayn is quoted as saying that Hippocrates, before his death from hemiplegia, requested that "a scroll with this epistle inscribed on it be placed in a small ivory chest and be buried with him. One day King Caesar passed by and was grieved to see the poor condition of the miserably neglected grave. He therefore commanded that the grave site be reconstructed in a manner worthy of the deceased. In the process, the scroll with the epistle on death signs came to light". That is how the legend has it in Arabic accounts. It was also added that Galen wrote a commentary on this epistle, but Ḥunayn doubts the truth of the tradition. Seemingly this Greek pseudo-Hippocratic epistle was translated by Yaḥya b. Biṭrīq and several copies are presently known.[15]

Of special interest is a rare and very important copy at the library (Sommer A-69, p. 320) of a commentary on Hippocrates' *The Nature of Man*, by the physician ᶜAlī b. Abī al-Ḥazm al-Qarshī known as Ibn al-Nafīs (ca. 1209 - 1288). It was copied from the author's autograph version during his lifetime (which suggests that he may have seen it). It was completed on the fourth of Rabīᶜ I, 668/1269 by the physician Abu'l-Faḍl b. A. al-Ḥasan al-Kātib.

Hippocrates' original book on *The Nature of Man*, which was authenticated by Kuehn, Littré and Jones, was commented upon by Galen in three treatises, which were translated into Arabic by 'Isá b. Yaḥyá in the early

15. I. A. Uṣaybī'ah, *ᶜUyūn*, 1:26-28; Iskandar, *Catalogue*, p. 173; Sezgin, *Geschichte*, 3:39-40; and S. Hamarneh, *Catalogue of the Br. Library*, 1975, pp. 1-7. It is mentioned in al-Rāzī's *al-Ḥāwī fī al-Ṭibb*, Hyderabad edition, Osmania Or. Publication Bureau, India, 1956-60, 4:196, 5:172 and 7:41.

and the first to establish a hospital to care for his patients. He lived to the age of 87 or 92 (equivalent to 90 or 95 years according to the Muslim lunar system, depending on the various Arabic sources). This was one hundred years before the time of Alexander the Great.[12]

In medieval Islam, the Hippocratic medical writings were considered the oldest to be translated into Arabic. These include *Prognostics*, *Epidemics* books I and III, *Regimen*, *The Oath*, *Nutriment*, *Airs Waters Places*, *Fractures and Joints*, *Wounds of the Head*, *Barley Water*, *Humors*, and the *Aphorisms*. The latter was held to be the most famous in Arabic. Many went so far as to claim that these sayings came by inspiration and were dictated by divine guidance. Thus they were commented upon by many authors during this period.[13]

Sommer assumed that the copy (A-66, p. 319) at the library was one of these commentaries on the Hippocratic *Aphorisms*. After comparative examination of its contents it became clear that this beautifully inscribed and vowelized copy is a commentary on the *Masaʾil fī al-Ṭibb* of Ḥunayn b. Isḥāq al-ʿIbādī (809-873). It was intended as an introductory manual to the healing art for students and beginners, and was written in the form of questions and answers. This useful commentary was done by an admirer, possibly the first known commentator on the *Masāʾil*, the Iranian physician Abu'l-Qāsim ʿAbd al-Raḥmān b. ʿAlī b. A. Ṣādiq of Nīsābūr (d. after 460/1068). In its reorganized ten chapters, Ḥunayn's questions and answers were quoted, followed by Ibn Abī Ṣādiq's elaborate commentary *(al-tafsīr)*. The present incomplete copy begins with the discussion on arteries and heart pulsation and related topics. It also contains the important section on the classification of compound drugs, and the theriacs and the laws related to their preparation, therapeutic aspects and the dosages recommended for the various diseases and conditions.[14]

12. Arabic sources convey important and useful accounts of Hippocrates. See for example:
سليمان بن حسان بن جلجل ، **طبقات الاطباء والحكماء** ، تحقيق فؤاد السيد ، القاهرة ، المعهد الفرنسي ، ١٩٥٥ صص ١٦ – ١٨ ؛ وأحمد بن واضح اليعقوبي ، **تاريخ** ، ج١ ، تحقيق بحر العلوم ، النجف ، الحيدرية، ١٩٦٤، صص ٨١–٩٨ ؛ ومحمد بن اسحق بن النديم ، **الفهرست** ، طبعة القاهرة ، ١٣٤٨ ﻫ ١٩٢٩ م ص ص ٤١٢–١٤ ؛ وجمال الدين علي بن يوسف القفطي ، **تاريخ الحكماء** ، طبعة ليبزج ، ١٩٠٣ صص ٩٠–٩٢ ؛ واحمد بن ابي اصيبعة ، **عيون الأنباء في طبقات الأطباء** ، ج١ ، طبعة القاهرة ، ١٨٨٢ صص ٢٤–٧٢ ، وفهرس مخطوطات الظاهرية ، ١٩٦٩ ، ٣٨–٤٥ .

13. See Sezgin, *Geschichte*, 3:28-41; and I. A. Uṣaybiʿah, *ʿUyūn*, 1: 29-32. The Arabic version of Hippocrates' *Aphorisms*, فصول بقراط was edited at the Muqtataf Press, Cairo, 1896 in 70 pp. For impact in the West, see Pearle Kirbe and N.G. Siraisi, "Matheolus' Commentary on the preface to the Aphorisms," *Bull. Hist. Medicine*, 49 (1975), pp. 405-27.

14. I. A. Uṣaybīʿah, *ʿUyūn*, 1: 197-98; Albert Z. Iskandar, *A Catalogue of Arabic Mss. on Medicine and Science*, London, the Wellcome Institute, 1967, p. 179; and S. Hamarneh, *Index of Mss. in Ẓāhiriyah*, 1968-69, pp. 38-45, 212-220 and 451.

regarded as the highest in perfection and veracity. With few exceptions, their doctrines and teachings were considered fundamental and authoritative. The Arabic translations of their works were circulated widely and quoted extensively in medical compendia and manuals for a millennium.[10]

The Hippocratic Corpus

Supposedly about forty-five, small and large, genuine and spurious Hippocratic writings were translated from the Greek (or Syriac) into Arabic. Extant copies of such works with their Arabic titles are known. Almost three times as many titles of books or epistles have been attributed to Galen, but not all are genuine translations. Notwithstanding, these works have added color and grandeur to Islamic-Arabic medicine and they have left indelible marks on medical education and practice in the Latin West as well.

Serious translations into Arabic began with the start of the ninth century and culminated in the tenth (3rd century A. H.). Most important among the translators were Yaḥyā b. Biṭrīq, Ḥunayn b. Isḥāq al-ᶜIbādī, his son Isḥāq, and his nephew Ḥubaysh b. al-Aᶜṣam of Damascus.

Because of these translators' genuine interest in medical traditions, the life and works of Hippocrates and Galen were not unknown to Arabic readers. There is a mass of information, fact and fiction, found in Arabic chronicles and biographies. From these important sources, a meaningful picture of these historical figures and their works can be drawn. In many cases they are among the finest records available today.[11]

Son of Heraclides, Hippocrates was born, according to Arabic sources, at Qū or Qaw (Cos, Meropis or Stanchio, a small island in the Aegean Sea). Here a respectable medical school flourished, and until his death, Hippocrates helped to publicize and develop this school into a center for learning. The seventh from Askulabias I (Asclepios, the Greek founder and god of healing), he was reportedly one of three students of Askulābias II (possibly Asclepiad is meant here by Muslim bibliographers). When the first two pupils died, Hippocrates took over the leadership in teaching medicine to all qualified to learn it, lest it be forgotten. He was also considered the first among the ancient physicians to preserve and publish his own writings for the benefit of posterity,

10. Hippocrates was seldom critized by Muslim authors except for being unduly brief, sketchy and unclear. Galen however, was occasionally critized by eminent physicians such as al-Rāzī, al-Majūsī, al-Baghdādī and Ibn al-Nafīs for errors and oversight in some of his works, including anatomical texts. For biobibliographical information see Robert Joly, "Hippocrates of Cos", *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. 6 (1972), pp. 418-431; Fridolf Kudlein and L. G. Wilson, "Galen", Vol. 5 (1972) pp. 227-235; and Ludwig Edelstein, *Ancient Medicine*, edited by O. and C. Temkin, Baltimore, the Johns Hopkins Press, 1967, pp. 112-132.

11. For a very useful and comprehensive coverage of Hippocrates' and Galen's writings in Arabic and their impact, see Fuat Sezgin, *Geschichte der arabischen Schrifttums*, Vol. 3, Leiden, Brill, 1970, pp. 23-46 and 68-149.

concise discussion portraying the relevance of the Islamic-Arabic civilization to the general history and progress of the health professions. He exposed "prejudiced ideas and attitudes against Arabic culture which invariably come from those to whom the linguistic difficulties made the science of the Arabs a closed and mysterious book."[8]

We are indebted, in addition, to Schullian and Sommer for their *Catalogue* which contained physical descriptions and identifications of all the Arabic manuscripts acquired by the Library up to late 1948, listed alphabetically by titles. It incorporated an article on the same collection published two years earlier.[9] A few corrections to this catalogue have been made in the pages which follow.

The last important addition consisted of a few manuscripts and rare books acquired in 1962 from Dr. Luṭfī M. Saᶜdī, himself an amateur of the history of Arabic medicine. These items have not been mentioned in the literature as yet. The library also acquired several important copies of Arabic medical manuscripts on microfilms or as photographic prints, but as such they are beyond the scope of this brief essay.

Transmission of Greek Medical Writings

Translators, physicians, and scholars during the first century of the Abbasid period eagerly embraced and intelligently utilized the Greco-Roman medical writings as they were rendered into the language of the Qur'ān.

Significantly, this was a time in history when the great intellectual treasures of the classical period were threatened by extinction. Preservation by the Arabs of many of these works is one of a number of ways in which this people contributed to the conservation and advance of science.

The Library's collection contains a few copies of translated Greek works attributed to the two leading authorities of the time, namely Hippocrates of Cos (460-ca. 370 B.C.) or the Corpus bearing his name, and Galen of Pergamum (A.D. 129-200). Despite a span of five centuries between these two historical figures, the medical contributions of the latter, in the Islamic view, constituted an introduction and supplement to those of the former. This view perhaps held for the entire medieval period, in both East and West. By and large, authors and educators in the health and related fields revered the writings of the Greeks, especially those of Hippocrates and Galen. Their writings were

8. Claudius F. Mayer, "The Collection of Arabic Medical Literature in the Army Medical Library", *Bulletin of the Medical Library Association*, 30 (1941-42), pp. 96-104.This paper was originally read before the 43rd annual meeting of the Association, then republished with an added "Checklist of Arabic Manuscripts," *Bulletin of the History of Medicine*, 16 (1942), pp. 201-216.

9. Schullian and Sommer, *Catalogue*, pt. 2 (1950), pp. 296-329. A preliminary account was presented by F. E. Sommer, "A New Depository of Oriental Manuscripts in the United States," in *Journal of the American Oriental Society*, Vol. 66, no. 2 (1946), pp. 183-84.

ed[4] that "the most important acquisition of this library by far (period from July 1, 1939 to June 30, 1940) has been a collection of Arabic medical manuscripts purchased from a celebrated orientalist scholar(63 Arabic and Persian manuscripts from Abraham S.Yahuda)." The letter, however, somewhat exaggerated the encompass of the purchased collection when it emphasized that "it represents the entire development of Arab medicine from Rhazes in the tenth on to the 19th century.. and the collection is unique since there is no similar one in America. Even European libraries which may possess many hundreds of oriental manuscripts usually do not have more than a dozen Arabic manuscripts of medical interest." This was of course an attempt to justify a praiseworthy purchase. To put the record straight, it should be mentioned that the British Library in London, along with a few others, held at that time over three hundred Arabic medico-pharmaceutical manuscripts, not a few of which are unique and of great historical and medical value.[5]

The facts were stated more precisely by F. Sommer on October 7, 1948, when he commented that, "A careful selection was made to secure a good cross-section of early Arabic medical literature for the (Library's) History of Medicine Division." Because of the high price and the limited library acquisitions' budget at the time, "The purchase was made in two installments and the payment was spread over several fiscal years."[6] In addition, to speed up settlement, some money from William F. Edgar's (d. 1897) bequest was used to pay off the debt. This fund was left to be expended for the benefit of the medical museum and the Library, and thus the operation was quite legitimate.[7]

In view of the significance of this outstanding Arabic collection to the history of medicine, there was an immediate and genuine interest in listing and studying its contents. The first to undertake such an important task was Claudius F. Mayer, a medical doctor who served as editor of the *Index Catalogue* and as assistant to librarian Jones. Mayer presented orally, and subsequently published, not only an annotated list of the manuscripts, but also a

4. Robert B. Downs in a letter dated October 1, 1940, wrote on behalf of the American Library Association, Board of Resources to Librarian Colonel Jones asking for information on outstanding materials added to the Library for inclusion in his annual report. A copy of H.W. Jones' reply, dated November 29, 1940 is also kept in the Library's archives.

5. See *Catalogue British Library*, 1975.One can also refer to depositories in Paris, the Vatican, Gotha, the Escorial, Oxford, Leningrad, and others.

6. References to this Arabic collection were made in the *Index-Catalogue of the Libr. Surg. General.* 4th series,Vols. 6 and 7, 1941-1942; by R.B. Downs in "notable materials added to American Libraries 1939-1940," *The Library Quarterly*, Vol. 11 (July, 1941), pp. 275, 293-94; and Dorothy M. Schullian and Francis E. Sommer, *A Catalogue of Incunabula and Manuscripts in the Army Medical Library*, New York, H. Schuman (1950), pp. 293-295. Hereafter,for brevity, since the Arabic section was edited by Sommer his name in the footnotes and text will denote this section.

7. For detailed information on the Edgar Fund see Robert S. Henry, *The Armed Forces Institute of Pathology, Its First Century*, 1862-1962, Washington, Office of the Surgeon General of the Army, 1964, pp. 234-35. This fund was used up by the end of 1957.

ed to include all members of the health professions worldwide.[2] In 1956, by an act of the Congress, it was designated as the National Library of Medicine, becoming part of the immense U.S. Department of Health, Education, and Welfare. Presently, it is the world's largest research library in medicine, and in all related health professions and allied sciences. Its holdings on medico-pharmaceutical history are equal in importance to the finest and most accessible in our time. The Library's oldest volume is a copy of a part of al-Rāzī's (Latin Rhazes, 865 - 925) famous medical encyclopedia *al-Ḥāwī fī al-Ṭibb* (Continens) dated 487/1094. Other Arabic manuscripts in the collection date among the earliest, and constitute a real literary treasure.

In 1942, the Arabic collection, along with other manuscripts, rare books and incunabula of the then Army Medical Library was transferred to Cleveland, Ohio, for protection and safekeeping during World War II. At their temporary quarters, they were systematically restored, catalogued, and preserved for over two decades.

In 1960, it was my privilege to inspect the Arabic collection at Cleveland for the first time. But I had better access to it after it was returned in 1962 to the Washington area for safer keeping in the then recently completed, air-conditioned building of the National Library of Medicine located at 8600 Rockville Pike, Bethesda, Maryland.

The collecting of Arabic manuscripts was a rather recent development, which began after the first quarter of this century. As was frequently the case with subjects regarded by many as exotic, they were obtained not through projected design and active planning, but by chance donations or small purchases.

The largest and most significant collection of Arabic manuscripts, plus a few in Persian, was acquired in early 1940 by the Librarian, Harold W. Jones (1877-1958), Colonel of the U.S. Army Medical Corps. As a consequence of his enthusiasm for what is considered today a very significant and invaluable collection, he seems to have been talked into buying its sixty-three volumes for about four thousand U.S. dollars — a large sum of money when compared with the then meager budget for library acquisitions (total acquisitions of 6,300 bound and unbound volumes amounted to U.S. Dollars 21,184.15 for the entire fiscal year of 1940-1941).[3]

In a letter dated November 29, 1940, to Robert B. Downs, Chairman of the American Library Association Board of Resources, Colonel Jones stat-

2. On January 1879 the first issue of the *Index Medicus* appeared; and the first volume of the *Index-Catalogue of the Library of the Surgeon-General's Office*, in 1880; activities started under the direction of John Shaw Billing (Director 1865-1895).

3. The Annual Report in the Library's archives, by Leslie K. Falk, head of the Acquisition Department, 1940-1941.

Arabic Manuscripts of the National Library of Medicine, Washington, D.C.

SAMI HAMARNEH*

This study continues an effort commenced by me in 1964 to make better known the Arabic medico-pharmaceutical manuscript holdings of libraries in various parts of the world. Thus far three publications dealing with the collections at the national libraries of Damascus, Cairo, and London have appeared.[1]

It had been my hope to prepare a comprehensive, annotated and illustrated catalogue of all the Arabic manuscripts on medicine, pharmacy, alchemy, and allied sciences, housed in the National Library of Medicine in the Washington metropolitan area. To this end a systematic study has been made. It is now clear, however, that it will be impractical to complete the project in the foreseeable future. Pending the appearance of a definitive catalog by some other scholar, it seems useful to publish at this time the survey which follows.

After sketching the history of the collection, the succeeding sections are organized roughly in a chronological order. Their names indicate the author or category of the manuscripts described. A certain amount of background material has been included to round out the general picture of medico-pharmaceutical development in Islam.

Origins of the Collection

Established in 1836, the Library of the U.S. Army Surgeon General's Office, as it was then known, served the needs of the military medical corps and the immediately affiliated units. Later on, its mission and services expand-

* Smithsonian Institution, Washington, D.C. 20560, U.S.A.

The author wishes to thank the staff of the National Library of Medicine, Division of the History of Medicine for their generous help in allowing him to consult the manuscript collection and other rare books, and in providing microfilm and photoprints needed for his research on this article. For all their kind cooperation he is most grateful.

1. *Index of Arabic Manuscripts on Medicine and Pharmacy at the National Library*, Cairo, al-Maḥāsin, 1967; *Index of Ar. Mss. in the Ẓāhiriyah Library*, Damascus, Arab Academy, 1968-69; and *Catalogue of Arabic Mss. on Medicine and Pharmacy at the British Library*, Cairo, 1975, published under the auspices of the Smithsonian Institution.

Despite Dioscorides' description of *Aqūnītun* (1) and (2) as being different types of the same plant, it is unlikely that either is in fact to be considered as an *Aconitum*. It would seem that Dioscorides' (1), the *Aqūnītun*, which he says has leaves similar to the cucumber's, and a root like a scorpion's tail, as Mr. Gorer points out, cannot be an Aconitum, but would indicate a *Doronicum*. This theory is supported both by the description and by the fact that this plant is found in Spain and Asia Minor.

(2), the *Lūquṭūnun*, with leaves like the plane and roots compared to shrimps' legs, could well be one of several *Delphinium* species, whereas it does not really apply to any *Aconitum*; maybe *Delphinium staphisagria* or *D. elatum*.

Antula's names of "coriander of the fox" and "acorn of the earth" suggest the ground-nut *Bunium*: *B. alpinum corydalinum*, *B. alpinum macuca* or *B. pachypodum*.

The most likely candidate, in Andalus, for *Aqūniṭun* is thus *Delphinium*; for *Antula*, *Bunium*.

There are in Andalusia three species of annual Delphinium whose leaves are similar to Aconite, and these could well be found growing near the *Bunium* species. *Aconitum anthora* is found in northern Spain; since herbalists obtained their drugs from a wide area, one cannot be absolutely sure to what range of plants they had access, particularly if they were accustomed to using dried products.

Judging from botanical writings, however, it would seem that once a plant in any particular area was given a name this would be retained. Botanists and pharmacists would after long acquaintance with a drug be able to refer with confidence to the texts, regardless of whether the Greek name in itself was a precise equivalent to the Arabic. It was in the end from their experience rather than their reading that the Arabic physicians were able to prescribe and rely upon the old and new plants from their extensive materia medica.*

* My thanks are due to the Bodleian Library, Oxford, for access to books and manuscripts and in particular MS Hyde 34 from which the Arabic text here printed is taken; to the Oriental Institute and the Taylorian Institute, Oxford; the Biblioteca Nacional, Madrid. For help with identifications for the plant names I am grateful to Mr John H. Harvey of Frome, Somerset, and Mr Richard Gorer of Petham, Canterbury, England.

فانه ينفعهم مع الرماد مع الشراب ايضاً نافع لهم جداً ومرق الدجاج او لحم الغنم أو لحم البقر السمينة مع الشراب نافع لهم جداً ويقال ان الكمافيطوس خاصة لهم جيد ينفعهم .

(='On Poisons', Book VI Ch. 7; Kuhn Vol. II. p. 22)

Although a plant can thus be traced in the medical texts, its actual identification is a far more complex matter. The Arabic botanists themselves often tried for a one-to-one equivalent with the Greek name, while realising that there were both linguistic and botanical variations to be taken into account. Names of medicinal and other plants were taken from east to west with the expansion of the Islamic empire and the spread of medical and scientific texts.

The fact that a Greek plant is given an apparently precise Arabic equivalent does not, however, imply identity. Dioscorides himself came from Anazarba in Cilicia, Asia Minor, while he incorporated earlier Greek writings into his herbal which was then used widely within Greece and beyond. Its subsequent translation into Arabic made it necessary to seek names for plants found in the eastern empire; when the herbal arrived in Andalus, in the western end of the Mediterranean, the possibilities for variation were increased even further.

Perhaps the most one can hope for today is to give approximate identifications rather than attempt to be too precise. The table which follows is a simple parallel list of the botanical terms as found in the Greek and Arabic versions of these two short articles on *Akoniton-Aqūniṭun.*

ARABIC	GREEK	POSSIBLE IDENTIFICATION
اوريغان	origanon	Origanum sp. (majorana?)
سذاب	peganon	Ruta graveolens
اوفراسيون	prasion	Marrubium (vulgare?)
افسنتين	apsinthion	Artemisia absinthium
جرجير	euzomon	Eruca sativa
{ قيصوم شيح ارمني }	abrotonon	Artemisia abrotanum
حامالاما	khamelaia	Daphne cnidium (west) D. oleoides (east)
كاقيطوس	khamaipitus	Teucrium chamaedrys
بلسان	opobalsamon	Commiphora opobalsamum
فلفل	peperi	Piper nigrum
لوقفطونن	lukoktonon	* Aconitum (vulparia?) east Delphinium sp. (west)
دلب	platanos	Platanus orientalis
بطارس	pteris	Pteris aquilinum
مووطونن	muoktonon	* Aconitum napellus (east) Delphinium sp. (west)
فقلامينس	kuklaminos	Cyclamen sp. (Persicum?) (east)
قثا	sikuos	Cucumis sativus**

* see notes which follow.

** For these notes and suggested identifications I am indebted to Mr. Richard Gorer, of Petham, Canterbury, who kindly commented in some detail on the lists in the light of his special knowledge of plants in the relevant areas.

or absinthium or rocket or abrotanum (which is the Armenian artemisia) or chamelaia or teucrium: whichever of these you administer, let it be drunk with wine. Beneficial also to such can be oil of balsam if one takes a drachm's weight of it in wine, or a drachm's weight with an ounce of milk, castoreum, pepper and rue, a drachm in wine; or the rennet of a kid or of a hare or of a young deer, when drunk with vinegar, is beneficial. Also, one can heat scoria of iron, or iron itself, or gold or silver, then quench it; whichever one has, this is put in wine and drunk. It is of benefit with ashes with wine also, and this is very useful; gravy of chicken, or meat of sheep or fat cattle, with wine, is also very useful to them.

It is said that teucrium is of special benefit in such cases.

Ms. Hyde 34, f. 123a, line 4 f.

اقونيطن*١

ومن الناس من يسميه البنحاس ومنهم من يسميه*٢ موومارن وهو نبات له ثلاث ورقات عدداً أو أربع شبيهة بورق النبات الذي يقال له فقلاميس أو ورق القثاء الا انه أصغر منه وفيها خشونة ولها ساق طولها نحو من شبر وأصل شبيه بذنب العقرب يلمع مثل القوارير. وقد زعم بعض الناس ان أصل هذا النبات اذا قرب من العقرب أجمدها وانه اذا قرب الخربق اليها بعد ذلك أنعشها*٣ وقد يقع في أدوية العين المسكنة لأوجاعها واذا صير في اللحم وأطعمته النمور والخنازير والذئاب والفأر وسائر السباع قتلها .

(Dioscorides: IV. 76 (W), 77 (K)

Ms. Hyde 34, f. 123a, line 11 f.

وقد يكون صنف آخر من الأقونيطن ومن الناس من يسميه لوققطونن وقد ينبت كثيراً بالبلاد التي يقال لها ايطاليا في الجبال التي يقال لها اونسطينا وله ورق شبيه بورق الدلب الا انه اشد (...) وأصغر بكثير واشد سواداً وله ساق شبيه بساق النبات الذي يقال له بطارس وأغصان جرد طولها نحو من ذراع أو أكثر قليلا وثمر في غلف ذات طول يسير وعروق شبيهة بأرجل الاربيان سود ويستعمل في قتل الذئاب فانه اذا استعمل في لحم ني وأكلته الذئاب قتلها .

(Dioscorides: IV. 77 (W), 78 (K)

MS. Hyde 34, f. 187a, line 14 f.

اقونيطن

الذين يسقون هذا الدواء يعرض لهم على المكان في حس المذاق حلاوة مع شيء من قبض ثم من بعد ذلك يعرض لهم ثلال وظلمة في البصر ورطوبة في أعينهم وثقل في صدورهم وفيما دون الشراسيف مع خروج رياح كثيرة من أسفل وينبغي اولا ان يحتال في اخراج الدواء المسموم بالقيء والحقن وان تقدم في سقيهم هذه الاشياء التي نذكرها وهي اوريغانس أو سذاب مع شراب أو فراسيون أو أفسنتين أو جرجير أو قيصوم وهو الشيح الارمني أو حامالايا أو كافيطوس وأي شيء سقى من هذه فليسق بشراب وقد يوافقهم أيضاً دهن البلسان ان اخذ منه مقدار درحمى بشراب أو اخذ منه مقدار درحمى مع أوقية لبن وجندبادستر وفلفل وسذاب درحمى بشراب أو انفحة الجدى او انفحة الارنب او انفحة خشف الايل اذا شرب بالخل نفعتهم وخبث الحديد يحمى او الحديد بعينه او الذهب او الفضة ويطفأ أيها كان في شراب ويشرب الشراب

*١ يشبه اليبروح وهو النبال هو خانق النمر وغيره من الحيوان
*٢ قورون ومن الناس من يسميه ساسرودوين ومنهم من يسميه قريبوطونن
*٣ S. p.

is probably the same man responsible for a commentary on Ibn Juljul's supplement, made in Marrakush in the 12th century A.D.[12]

This account of 'Aconite', taken from the manuscript Hyde 34 in the Bodleian Library, Oxford, is omitted from Dubler's edition and has not been previously printed; it is a close translation of the Greek version, and thus illustrates the correspondence of Greek with Arabic plant names.

DIOSCORIDES - Translation

Aqunitun - Akoniton

(1) Hyde 34, f. 123a, 1.4 (Kühn, IV.77; W. IV. 76)

*AQŪNIṬUN:**

Which some call al-Pinḥās (?), others** mūṭūnun: this is a plant with three or four leaves, similar to those of the plant called (qiqlāmīnus) or those of the cucumis, yet smaller and somewhat rough. It has a stalk about a span in length, and a root resembling a scorpion's tail, shining like glass. Some claim that when the root of this plant is placed close to a scorpion, it paralyses it, and that when helleborus is placed near it after that it revives it. It can occur in eye medicaments, as an anodyne. When it is put into meat and fed to leopards, swine, wolves, rats and other beasts, it kills them.

(2) f. 123a, 1. 11

There is found another species of aqunitun, which some call luqutunun, which is plentiful in the land called Italia, in the mountains known as Awnestina (i. e. Ouestinos = Vestina, in Italy). It has a leaf similar to the plane tree, save that it is more dissected and much smaller, and blacker.[13] It has a stalk like that of the plant called bitaris (fern: pteris) and bare shoots, of about a span in length. It has fruit in longish capsules, and roots like shrimps' legs, black. It is used for killing wolves, and if it is put into raw meat and the wolves eat this, it kills them.

(3) Hyde 34, f. 187a, 1. 14

From maqāla 6, on poisons

(Kühn, p. 22, Ch. 7 of book VI)

Aqūniṭun:

Those who drink this drug are immediately aware of a sweet taste with some astringency. Next they are afflicted by trembling (Gk: vertigo) and darkness of sight and moisture in the eyes, heaviness in the chest and the abdomen (epigastrium) together with the expulsion of wind below. The first treatment must be to expel the poisonous drug by emesis and a clyster, and one starts by administering the following items: origanum or rue with wine, or prasion

12. Nuruosmaniye MS 3589, Istanbul, f. 80b-129b.

* : Resembles mandragora; it is nabbāl, and killer of the leopard and other animals.

** : Qūrūn, and some call it ? bābirūdūyun, and some qūnūṭūnun (marginal notes).

13. The Arabic word after *ashaddu* is not clear, but must be meant to correspond to the Greek *epeschismena*, (more) deeply split or incised.

as a poisonous drug, for which the antidote is *Bustān abrūz*; this he gives on the authority of Yaḥyā b. Sarābīyūn. This plant is *Amaranthus tricolor L.*

The extract from Ibn Juljul's Supplement is quoted by al-Ghāfiqī, with slight variations, but giving *Bustān abrūz* as antidote for *Nabāl*. (No. 156).

It is quoted again by Ibn al-Bayṭār (I. 94) including the names *Aqūniṭun* and *khāniq al-numr*.

BĪSH[8]

This can be a synonym for *Aqūniṭun*; and in the 'addition' to the Supplement of Ibn Juljul (Hyde 34, f. 201a) it is named as the poisonous plant for which a remedy is *Antula*.

Bīsh (or *Baysh*) occurs in a tale of 'political' poisoning in Andalus; ᶜAbd al-Wāḥid al-Marrākushī (d. 1185 AD) in his account of the governorship of al-Mustakfī tells of how this ruler went to the frontier region with one of his commanders, who poisoned him with a chicken oiled with *Baysh*.[9]

Cattle who might eat this plant were more fortunate, for they could have access to its antidote:

ANTULA

This is spoken of as an antidote for *Nabāl* or *Bīsh*. The name does not occur in the Dioscorides versions, but in an 'addition' to Hyde 34 – presumably notes made by a local botanist – it is stated that 'in Andalus occurs the *Antula* which is beneficial for hot pains and deadly poisons... it often grows with the *Bīsh*, and when flocks graze on *Bīsh* because of its sweet taste, and this overcomes them, they eat the *Antula* which is bitter and they are saved.. This *Antula* is an effective antidote: when it is lacking, its substitute is *Janṭiyānā*, but *Antula* is superior as anodyne and antidote'.[10]

Maimonides under *Jidwār* (No. 81) says that one species is called *Antula*.[11]

Ibn al-Bayṭār, quoting from earlier authorities, describes the black and white: the former being called also *al-Jidwār al-andalusī* (thus confirming Maimonides' remark). (I. 66) In *ᶜajamīyat al-Andalus*, this is the plant resembling the one called in the Maghrib 'better than 1000 dinars' خير من الف دينار it is 'coriander of the fox' كزبرة الثعلب. Isḥāq b. ᶜImrān called it 'acorn of the earth' بلوط الارض

Then Ibn al-Bayṭār quotes from Ibn al-Kattānī, a 12th-century AD herbalist from Marrakush, relating on the authority of a 'reliable person' that in the marshes of Saraqusta there are two plants which seem to be growing from one root: one called *Ṭuwāra* is a deadly poison, while the other, *al-Antula*, is a wonderful drug, 'taking the place of the *tiryāq*'; he has tested this. He said that flocks eat the poisonous plant because of its sweetness, and then eat the other plant and are saved from the poison. The writer quoted here

8. *Bīsh* as used here is to be distinguished from the Indian plant of this name – see M. Meyerhof, "The Article on Aconite from al-Bīrūnī's Kitāb al-Saydana", *Islamic Culture*, 19(4) 1945.

9. al-Marrakushi's history edited by R. Dozy as *The History of the Almohades*, Amsterdam 1968, p. 40.

10 Hyde 34, f. 201a

11. Maimonides, *Sharḥ asmāʾ al-ᶜuqqār*, ed. M. Meyerhof, Cairo 1940, No. 81.

to equate names in the two languages; "synonyms"may refer to different species.

Ibn Juljul later wrote a *Tafsīr* or explanation of Dioscorides, giving for each name its Arabic equivalent, its name, if any, in other languages, and in the local tongue which he calls *laṭīnī*, an early form of Spanish. This work exists in part in Madrid: 315 items from books 3, 4 and 5 of Dioscorides' herbal are listed with their synonyms[5]. This work of Ibn Juljul was later used by al-Ghāfiqī (d. 1166 AD) and again by Ibn al-Bayṭār (d. 1248 AD).[6]

The Arabic translation of Dioscorides, in the version made by Iṣṭifan b. Bāṣīl and revised by Ḥunayn, was published by C. Dubler and E. Teres 1952-57. The editors were restricted in their choice of manuscripts, and some items which form part of the Herbal do not appear in their edition.[7]

One such plant is the *Akoniton* of Dioscorides, which was of considerable interest to the Arabs and went under several names. Dubler and Teres refer (p. CXLII) to the fact that Dioscorides IV. 76-80 are missing from the Arabic, and they do not refer to any extra item in the Paris manuscript. On their p. 340, after *Mandragora*, the next plant is *Nerion*.

Following on from *Mandragora*, however, in the MS Hyde 34 (Bodleian Library, Oxford) f. 123a, is the article on *Akoniton* corresponding to Dioscorides IV. 76 (W), 77 (K). In Hyde 34 it is transcribed as اقوزطن and two species are described. Hyde 34 also has marginal notes, some of which relate directly to the *Tafsīr*.

Alternative names for *Aqūnīṭun* are given as البنحاس and مروطون presumably approximating to the Greek *apokunon* and *muoktonon*. The Greek text gives other alternative names. For the second variety, Hyde 34 gives لوقفطون (f. 123a); i.e. the Greek *lukoktonon*, wolf killer.

The marginal note on f. 123a gives other names as *nabbāl*, *khāniq al-numr wa-ghayrihi min al-ḥayawān* (strangler, killer, of the leopard and other animals); qūrūn, and? bābirūdūyun, and qūnūṭūnun; the first and third of these are probably the kammaron and kunoktonon (dog killer) of the Greek text. The last name is in a separate note.

Ibn Juljul in his *Tafsīr* (f.7a) deals with the *Akoniton*, transcribed as اقونيطن. He explains it as *qātil al-numr wa-l-ins*, killer of the leopard and the human; known 'among us' as *nabāl*, and grows in the region of Elvira.

The second entry in Hyde 34, f. 187a, in *maqāla* 6, corresponds to the spurious Book VI on Poisons (Vol. II, p. 22 in Kühn) and gives the treatment for those who have unwittingly taken *Akoniton*.

NABĀL (or *NABBĀL*) - *Akoniton*

The name *Nabāl*, given by the marginal note of Hyde 34 and in the *Tafsīr* as being equal to *Aqūnīṭun*, also occurs elsewhere. First, we find it in Ibn Juljul's Supplement to Dioscorides (Hyde 34, f. 198b) where it is mentioned

5. Madrid 4981.

6. (a) *The Abridged version of 'The Book of Simple Drugs' of Aḥmad ibn Muḥammad al-Ghāfiqī by Gregorius Abūl-Faraj (Barhebraeus)*, ed. M. Meyerhof and G.P. Sobhy, Cairo, 1932-40; (b) ʿAbdallāh b. Aḥmad Ibn al-Bayṭār, *al-Jāmiʿ li-mufradāt al-adwiya waʾl-aghdhīya*, Cairo, 1874.

7. C. E. Dubler and E. Terés, eds. *La version arabe de la 'Materia Médica' de Dioscorides* (texto, variantes e indices), Tetuan and Barcelona, 1952.

Aconite and its Antidote in Arabic Writings

PENELOPE JOHNSTONE*

Materia medica is a branch of medicine in which the Arabic contribution is particularly valuable. Translations of Greek herbals were the basis for much practical study and observation, and the Arabic writers produced a rich literature of medico-botanical work, later passed on to the medieval Latin west.[1]

The "Aconite" has been chosen to illustrate a cross-section of such writings. Though not strictly medicinal, being a highly poisonous plant, the *Aconitum napellus* is frequently mentioned in medical literature, thus providing an example of some of the chief concerns and interests of the writers.

Plants and plant products formed a large proportion of Arabic materia medica and thus of therapeutic resources, and find a prominent place in medical texts. Since medicine was considered equally as 'preservation' and 'restoration' of health, diet, plants and fruits were important.

Poisonous plants featured too, since it was vital to recognise them and to know the appropriate remedies. A whole literature grew up around the *tiryaq*, a descendant of the Greek *theriak*.[2]

The Arabs' botanical medicine demonstrates very clearly their use not only of Greek writings but also of local resources. Dioscorides' herbal (1st century AD) was supplemented by their own researches and by new plants and drugs.[3] In particular this applies to Spain, a region rich in medicinal plants.

The Arabic writers in Andalus, Muslim Spain, had a full accurate translation of Disocorides' herbal by the mid-10th century AD. The earlier version made in Baghdad had left a number of names untranslated, for Ḥunayn b. Isḥāq, despite his skill and meticulous care, was not likely to have access to specimens or precise details of all plants whose natural habitat was Greece, and he recognised this fact, leaving names to be completed by later scholars.

The revised translation made in Cordoba filled in the gaps and left only a few of the names unaccounted for in Arabic, as we are informed by Ibn Juljul of Qurṭuba, a practical botanist who himself was concerned in the work.[4] A translation of this kind involved the problem, recognised by the Arabic workers, that species varied from one region to another. This made it hard

* Department of Near Eastern Studies, University of Manchester, England, U.K.

1. On Arabic medicine see: M. Ullmann, *Die Medizin im Islam*, Leiden/Cologne 1970; E.G. Browne *Arabian Medicine*, Cambridge 1962 (reprint of 1921 edn.); M. Meyerhof, "Esquisse d'histoire de la pharmacologie et botanique chez les Musulmans d'Espagne", *al-Andalus*, 1935, 3, 1-41; Ibn Abī Uṣaybiʿa, *ʿUyūn al-anbāʾ fī ṭabaqāt al-aṭibbāʾ*, Cairo 1882 and Beirut 1965.

2. C. Singer, "The Greek Herbal in Antiquity", *J. Hellen. Studies* 1927; B. Fares, *Le Livre de la Thériaque*, Cairo 1953; M. Levey, *Early Arabic Pharmacology*, Leiden 1973, p. 131-145.

3. Dioscorides: *Pedanii Dioscoridis Anazarbei, De Materia Medica Libri quinque*, (K): ed. D.C.G. Kuhn, Leipzig, 1829; (W): ed. M. Wellmann, Berlin 1907.

4. Ibn Juljul's account is reported by Ibn Abī Uṣaybiʿa, *op. cit.*, (Cairo edn.) II, 47-48.

Paint	صباغ
Plate	صفيحة
Sheet	صفيحة
Circular plate	صفيحة مستديرة
Grindstones	الصلايا
Version	ضرب
Cross rungs	عارضات
Pillar	عمود
Stanchion	عمود ، ركن
Cross-section (size)	غلظ
Size of the cylinder	غلظ الاسطوانة
Pool	غمرة ، بركة
Small-span	فتر
Vanes	فرجات
Support	قاعدة ، ركن
Disc	قرص
Rod	قضيب
Scoop	كفة
Scoop of the ladle	كفة المغرفة
Jar	كوز
Axle	محور
Vertical axle	محور منتصب
Activator of the machine	مدير الآلة
Drive (driver)	مدير الآلة
Machine driver	مدير الآلة
Flat surface	مستوى الوجه
At right angles	معارض
Transverse	معارض
Ladle	مغرفة
Straigh\ened	مقوّم
Perpendicular	منتصب
Vertical	منتصب
Fixed	موثق به
Slanted	مورب
Channel	ميزاب
Hinge	نرماذجه
Category	نوع
Dowel (crank pin)	وتد
Tightly	يدخل قهرا
Directly above the centres of or opposite	يسامت

Millstones	الارحاء
Column	اسطوانة
Pedestal bearing :	اسكرجة (سكرجة)
Spans	اشبار
Machine	آلـة
Narrow pipe	أنبوب دقيق
Wide pipe	انبوب غليظ
Pipe	بربخ
Bearing	بيت
Paddle	جناح
Ring	حلقة
Recess	خرق
Slot	خرق
Mulberry wood	خشب التوت
Disengage	خلص
Dirham	درهم
Teeth	دندانجات
Tooth	دندانجة
Revolution	دورة
Wheel	دولاب
Cog wheel	دولاب ذو دندانجات
Toothed wheel	دولاب ذو دندانجات
Vaned wheel	دولاب ذو فرجات
Sindi wheel	دولاب سندي
Scoop wheel	دولاب الـكفات
Cubit	ذراع
Stem	ذنب المغرفة
Strap	رباط
Quarter wheel	ربع دولاب
Clack-valve (non return valve)	ردادة
Staple	رزة
Raṭl	رطل
Strong stanchions	ركنان ثابتان
Ejector of naphtha	زراقة نفط
Irrigation channel	ساقية
Pedestal bearing	سكرجة (أسكرجة)
Arm	سهم
Lever-arm	سهم
Span	شبر
Barley-corn (thickness)	شعيرة

English — Arabic Glossary

Activator of a device	مدير آلة
Arm	سهم
Axle	محور
Barley-corn (thickness)	شعيرة
Bearing	بيت
Bearing (pedestal)	أسكرجه او سكرجة
Category	نوع
Channel	ميزاب
Circular plate	صفيحة مستديرة
Clack-valve (non-return valve)	ردادة
Cog wheel	دولاب ذو دندانجات
Column	اسطوانة
Cross rungs	عارضات
Cross-section, (size)	غِلَظ
Cubit	ذراع
Dirham	درهم
Disc	قرص
Disengage	خلص
Dowel, (crank pin)	وتد
Drive (Driver)	مدير الآلة
Ejector of naphtha	زراقة النفط
Fixed	موثق به
Grindstone	الصلايا
Hinge	نرماذجة
Irrigation channel	ساقية
Jar	كوز
Ladle	مغرفة
Lever-arm	سهم
Machine	آلة
Machine driver	مدير الآلة
Millstones	الأرحاء
Mulberry wood	خشب التوت
Narrow pipe	انبوب دقيق
Paddle (paddles)	جناح (أجنحة)
Paint	صباغ
Pedestal bearing	اسكرجه أو سكرجه
Perpendicular	منتصب
Pillar	عمود
Pipe, cylinder	بربخ ، انبوب
Flat surface	مستوي الوجه
Plate	صفيحة
Pool	غمرة ، بركة
Quarter-wheel	ربع دولاب
Raṭl	رطل
Recess	خرق
Revolution	دورة
Rod	قضيب
Ring	حلقة
Scoop	كفه
Scoop of the ladle	كفة المغرفة
Scoop wheel	دولاب السكفات
Sheet	صفيحة
Sindi wheel	دولاب سندي
Size of the cylinder	غِلَظ الاسطوانة
Slanted	مورب
Slot	خرق
Small-span	فتر
Span	شبر
Stanchion	عمود ، ركن
Staple	رزة
Straightened	مقوم
Strap	رباط
Strong stanchions	ركن ثابت
Support	قاعدة ، ركن
Teeth	دندانجات
Tightly	يدخل (قهراً)
Tooth	دندانجة
Toothed wheel	دولاب ذو دندانجات
Transverse	معارض
Vaned wheel	دولاب ذو فرجات
Vanes	فرجات
Version	ضرب
Vertical	منتصب
Vertical axle	محور منتصب
Wheel	دولاب
Wide pipe	انبوب غليظ

10. *Bodleian Library, Oxford*

Frazer 186.

This is a rather good copy. It is a late one, being dated 1084 H (=1673).

11. *Bibliothèque Nationale, Paris*

Fonds Arabe 5101.

This is an eighteenth-century copy without illustrations.

12. *Chester Beatty Library, Dublin*

No. 4187.

This copy is incomplete, with many pages missing, and all folios are stained and damaged at the edges. No chapter is absolutely complete. Some drawings are very good and follow the text faithfully. Other drawings are poor. The date is uncertain.

13. *Bibliothèque Nationale-Paris*

Suppl. Pers. 1145 and 1145 a.

This is a late Persian translation. It is dated 1291/1874.

14. *Dispersed Istanbul manuscript*, (715 H)

This manuscript is completely dispersed. It has been described by M. Aga-Oglu[15] and others. It is dated 715/1315. Many of its plates are now in the West and several of them were reproduced in Hill's book. The plates are of very good quality comparable to that of the first three manuscripts.

15. op. cit (see Hill, footnote 1).

This is one of the earlier copies. It is dated 863/1459. King[14] recommended it for study, but the illustrations were found to be of inferior quality from a technical point of view. Hence it was not adopted for editing the Arabic text.

5. *Bibliothèque Nationale, Paris*

Fonds Arabe 2477.

This is dated 890/1485. It is incomplete, comprising only the second part of the manuscript, and without illustrations for the chapter on water- lifting machines.

6. *Bodleian Library, Oxford*

Graves 27.

This was the only manuscript that was translated and studied from a technical point of view by Wiedemann and Hauser, and recently by Hill. It is dated 891/1486. It is a good copy, but it is not comparable to the first three manuscripts.

7. *Library of the University of Leiden*

Or. 656.

This is a poor and an incomplete copy with many drawings missing. It is dated 969/1561. and was copied from the Bodleian manuscript (Graves 27).

8. *Library of the University of Leiden*

Or. 117.

This is also an incomplete and a poor copy. The text is very difficult to read and the drawings are very bad (See Hill).

9. *Topkapi Sarayi Muzesi Kutuphanesi, Istanbul*

Topkapi, Ahmet III, 3461.

This is a good but rather incomplete copy. Some pages are not original and are written badly, with very poor illustrations; but the major part is of good quality. This manuscript was probably written at the same period as the first three manuscripts.

14. op. cit., King (see footnote 5).

Al-Jazarī's Manuscripts
Brief Information

1. *Topkapi Sarayi Muzesi Kutuphanesi, Istanbul*

Topkapi, Ahmet III, 3472.

This manuscript is known to be the oldest existing copy. It is possibly dated 602/1206. It is the main manuscript that is being used in editing the present Arabic text. It is a rather complete and very good copy, and is one of the three best existing manuscripts. It was not available till recently.

2. *Topkapi Sarayi Muzesi Kutuphanesi, Istanbul*

Topkapi, Hazine, H 414.

This is the second oldest existing copy. It is dated 672/1274. It is a rather complete and a very good copy, and one of the three best existing manuscripts. This was not known to exist till recently.

3. *Suleymaniye U. Kutuphanesi, Istanbul*

Hagia Sophia 3606.

This is the third oldest existing copy, and it dates back to 755 / 1354.

It is the most famous to historians of Islamic art. This was due to the detached plates which were distributed in the West. Much literature was written on "Automata Miniatures".

The main plates of al-Jazarī are fifty, corresponding to the fifty devices described in his treatise. Every plate is numbered in the Arabic alphabet from 1 (آ) to 50 (ن). According to Riefstahl, [13] 23 plates were missing, out of which 15 were located, and 8 were not yet traced. Upon examining the microfilm used in this manuscript the findings of Riefstahl were confirmed, but other illustrations were found to be missing also.

This copy is a very good one also, and it is one of the three main copies that were used in editing the Arabic text.

4. *Topkapi Sarayi Muzesi Kutuphanesi, Istanbul*

Topkapi, Ahmet III, 3350.

13. Holter, Kurt, "Die islamischen Miniaturhandschriften vor 1350", *Zentralblatt für Bibliothekswesen* 54 (1937) 5-8. See also:

Buchthal, H., Kurz, O., and Ettinghausen, R., "Supplementary notes to K. Holter's check list of Islamic illuminated manuscripts before A. D. 1350" *Ars Islamica*, 7 (1940) 148-149.

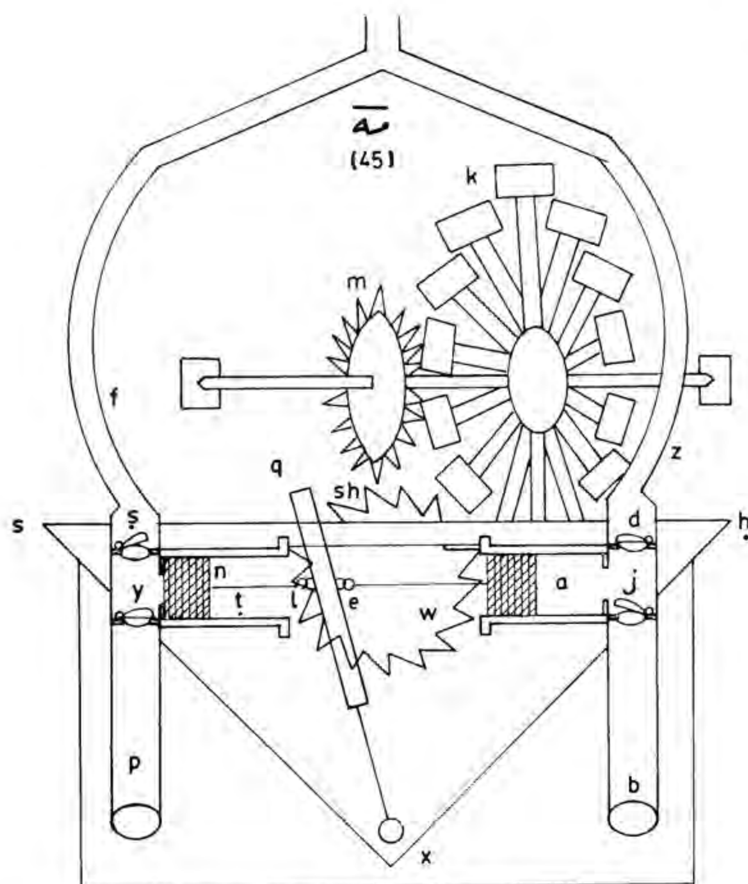


Fig. 8
(based on MS. 3472)

The above remarks regarding the position of the driving disc, the oscillating slotted rod, and the box, were confirmed by the publication of Taqī-al-Dīn's Manuscript on Spiritual Machines.[12] Taqī-al-Dīn, described a pump similar to that of al-Jazarī and in this pump these driving elements were also horizontal.

Before concluding these notes, Figs. 7a and 7b which give the details of the pumping elements, have also been reproduced.

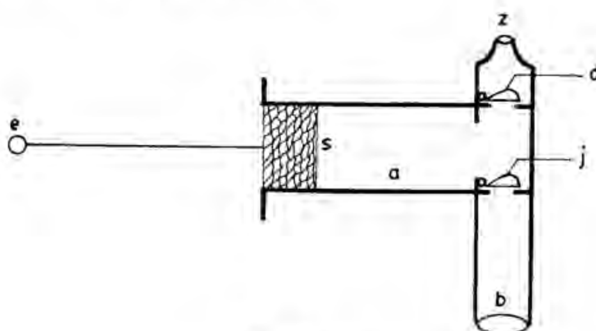


Fig. 7 a
(based on MS. 3472)

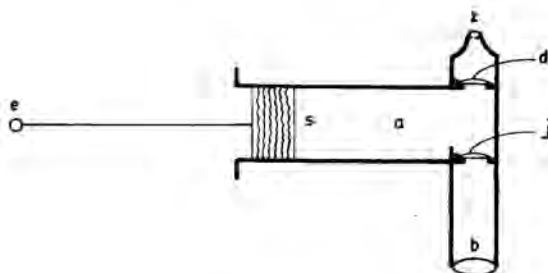


Fig. 7 b
(based on MS. 3606)

12. Al-Hassan, Ahmad Y., *Taqī-al-Dīn and Arabic Mechanical Engineering*, with a facsimile copy of "The Sublime Methods of Spiritual Machines." (الطرق السنية في الآلات الروحانية) Aleppo IHAS, Aleppo University, 1976.

guity which was caused by the wrong orientation of the illustration in the Bodleian manuscript.

The translation of the text is as follows:

"The second version: a wheel with paddles is fitted to the end of a horizontal axle, some of its paddles immersed in running water. On the other end [i.e. of the axle] is a toothed-wheel which turns, with its rotation, a disc having teeth on its perimeter, and which has on its side a *vertical* dowel which operates the machine. I have shown a picture of that [Fig. 6]; the paddle wheels, the toothed-wheel *x*, *which turns a disc on the upper end of an axle* (على أعلى محور), *the lower end of which is in a pedestal bearing* (اسكرجة). *Below its upper end* (ودون طرفه الاعلى) *is a ring in which the axle rotates*, and on its extreme end is the disc *l*, and on the side of the disc is a *vertical* dowel z, which operates the machine".

Some words were printed in italics to point out that, in this version also, as in the first version of drive, the activating or driving disc *l* in Fig. 6 (which has a vertical dowel) is carried on the top of a vertical shaft, and that this disc is horizontal. This also means that the pivoted oscillating slotted lever arm should lie in a horizontal plane.

Now we will consider Fig. 8 which is a reproduction of the whole machine. This figure is based on plate 45 (مه) in the manuscript. The above concept of a horizontal driving disc is obvious from this figure. Although al-Jazarī is obliged to show all major details in one illustration, he was still able to explain by the way he drew the two toothed-wheels that they were not in one plane.

From the above remarks and from the text that follows we conclude that the triangular box is horizontal and not vertical. This means that the two flat triangular faces of the box lie in a horizontal position.

The text states:

"As for the machine: a triangular box is made, its side about 8 sp. long and its *height* (وعلوه) 2 sp."

Then it states:

"Below its upper [face] a disc is installed at the end of an axle, *the other end of which is in the floor of the box and is rotating in a pedestal bearing. Underneath the disc is a ring in which the axle rotates.* On the circumference are teeth which project from the box. The disc inside the box is marked *w*, and the teeth which emerge *from the side* of the box are marked *sh*. On the face of the disc and at its side is a vertical dowel.

« ثم يتخذ دون أعلاه قرص على طرف محور، والطرف الآخر من المحور في أرض الصندوق ويدور على اسكرجة . وتحت القرص حلقة يدور فيها المحور وعلى داير القرص دندنجات بارزات عن الصندوق . وعلى القرص من داخل الصندوق و وعلى الدندنجات وهي خارجة عن جانب الصندوق ش وعلى وجه القرص وتد منتصب عند حرفه » .

[وليكن الوتد ملبساً بصفيحة من حديد ، وداخل خرق نَ ملبس بصفيحة من حديد]

Device 5 of Category V

This is the most important machine in this category. It has been discussed or described by several authors.[11] Burstall gave an incorrect description of this machine, which was then cited by Needham. The interpretations of Wiedemann and Hauser and of Hill are correct, with only a few minor errors. Due to the importance of this pump which can be considered as "a more direct ancestor of the steam engine", it is significant to give here the main points which have been revealed in the edited Arabic text.

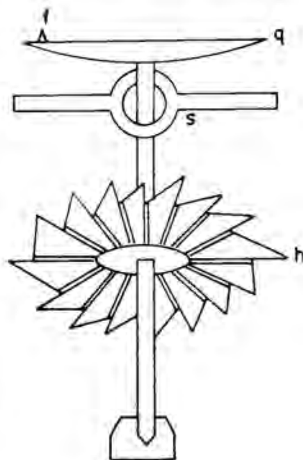


Fig. 5
(based on MS. 3472)

Fig. 5 is a reproduction of the first version of drive suggested by al-Jazarī. This is an immersed horizontal waterwheel similar to that of a Norse watermill. The vertical shaft of the waterwheel carries on its upper end a flat horizontal disc with an eccentric vertical peg on its surface. The disc with the eccentric peg, directly drives the pivoted oscillating slotted lever arm which actuates the two piston rods. *This can happen only if the oscillating slotted lever arm lies in a horizontal position.*

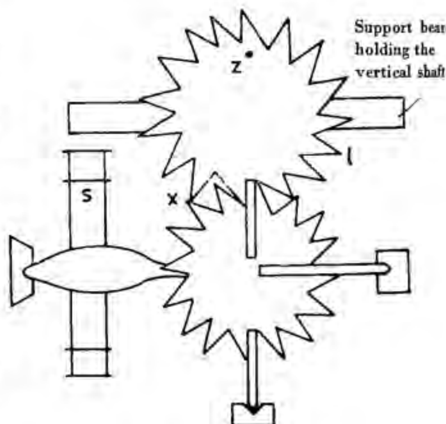


Fig. 6
(based on MS. 3472)

Fig. 6 is a reproduction of the second version of drive suggested by al-Jazarī. This corresponds to Fig. 139 in Hill's text. Fig. 6 solves the ambi-

11. Needham, Joseph, in collaboration with Wang Ling, *Science and Civilization in China*, vol. 4, Part II, Mechanical Engineering, Cambridge, 1965.

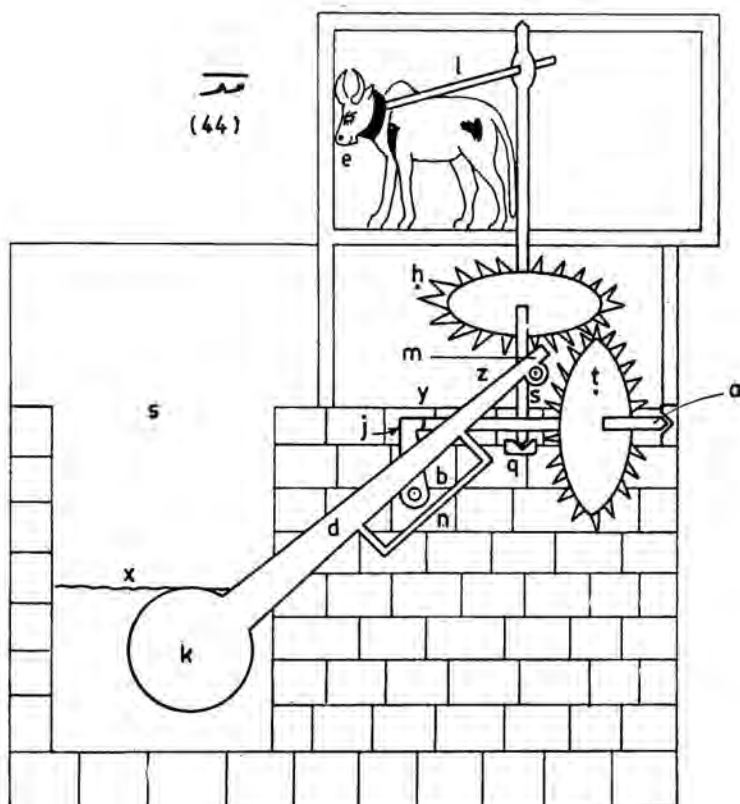


Fig. 4
(based on MS. A 3472)

The importance of this machine makes it necessary to define the two major points, which are made clear in the edited Arabic text:

1. al-Jazarī states that axle *a y* is drawn projected on the plane of the paper in full length:

[... وعلى طرفي محوره ، وهو مبطوح ، أي ...]

2. He also states that the crankpin (or dowel) is sheathed in an iron sheet, and that the internal surface of the slot (n) is also sheathed in an iron sheet. Thus the Arabic text reads :

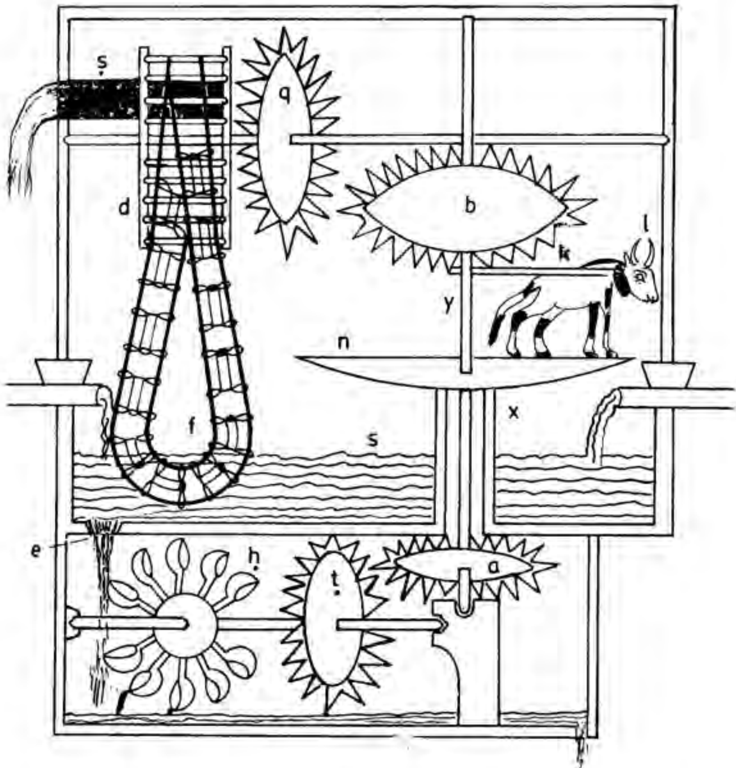


Fig. 3 b
(based on MS. A 3606)

Device 4 of Category V

Fig. (4) is based on plate 44 (مد) of MS. A 3472. This illustration is quite correct and corresponds to the text. The illustration which appears in MS. H 414 is equally good (if not better), whereas that of MS. A 3606 is less accurate. They correspond to Fig. 137 in Hill's book. This Fig. of the Bodleian manuscript has some obvious mistakes.

Device 3 of Category V

Fig. (3 a) is based on plate 43 (ج) in MS. A 3472, and Fig. (3 b) is based on MS. A 3606. This last figure has been redrawn just to show the details of the runged-wheel (*d*). They both correspond to Fig. 136 in Hill's English text.

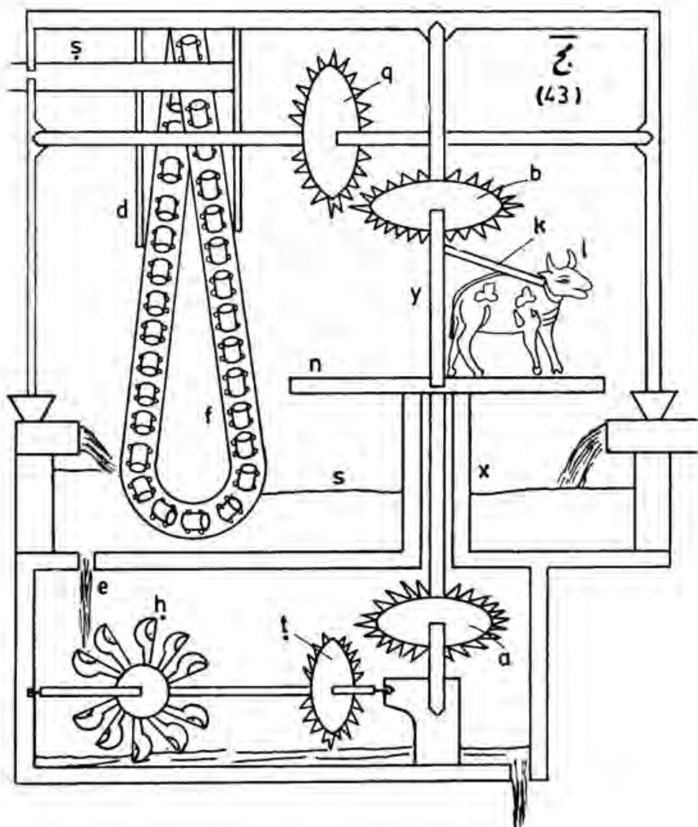


Fig. 3 a
(based on MS. A 3472)

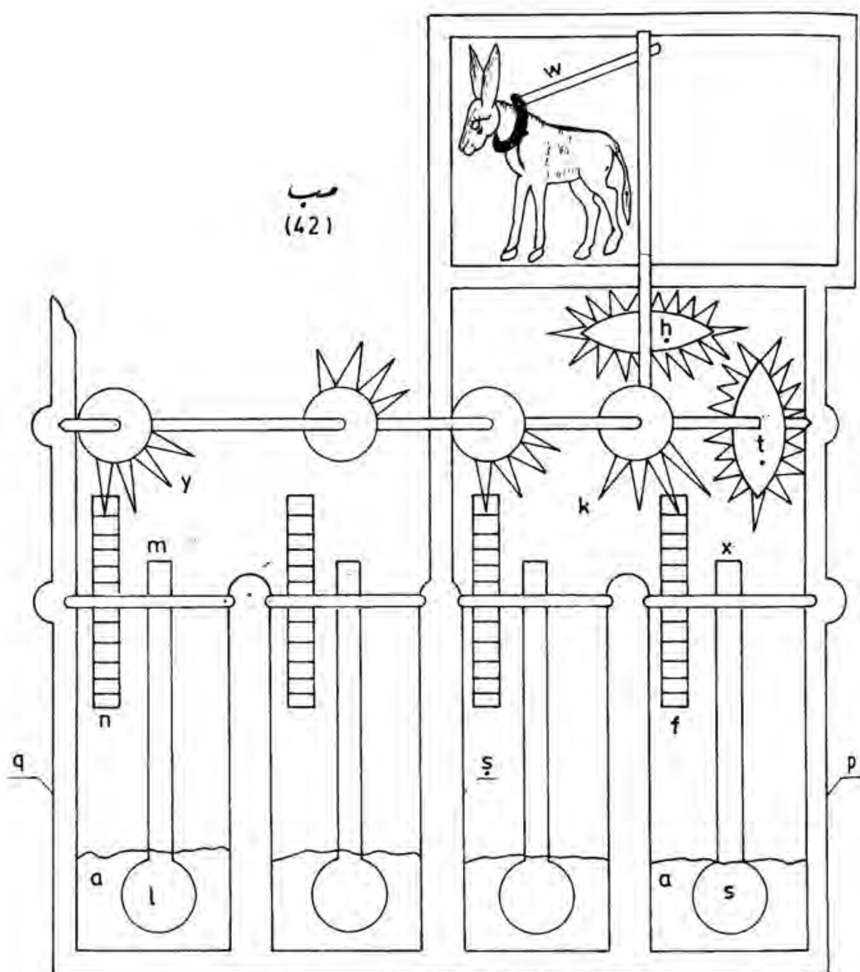


Fig. 2 b

(based on plate 42 مب of MS. 3606, from the Museum of Fine Arts, Boston)

between the illustrations reproduced here and the one based on the Bodleian Manuscript lies in the location of letters *n*, *y*, *k*, and *f* which denote wheels rather than axles, and in the location of letter *w* which denotes the transverse lever-arm rather than the vertical shaft.

Device 2 of Category V

Figs (2 a) and (2 b) illustrate the second device. They are based on plate 42 (صب) in MSS. A 3472, and A 3606, corresponding to Fig. 135 in Hill's English text. The position of the letters corresponds carefully to the Arabic text. This was checked on manuscripts A 3472, A 3606, and H 414. The main difference

Fig. 2 a
(based on MS. A 3472)

Appendix

Explanatory Notes

Category V

Machines for Raising Water

Device I of Category V

The illustration of this machine (plate 41 ط) in the Bodleian Manuscript has the animal drawn in the upside-down position. This is Fig. 134 in Hill's book, and it has been re-drawn here (Fig. 1), with the proper Latin letters which correspond to the Arabic ones according to Hill's convention.

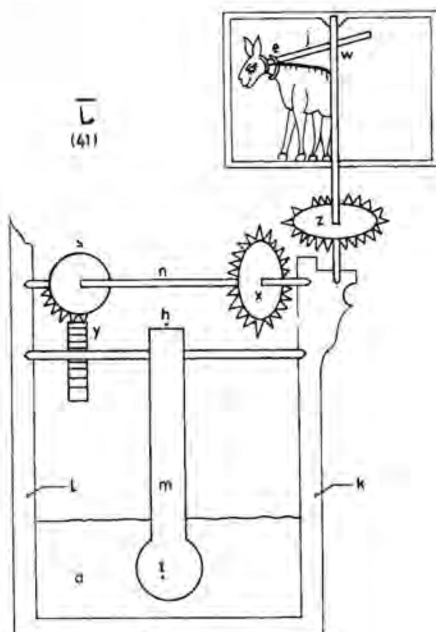


Fig. 1
(Based on MS. 3472)

The Bodleian manuscript (Graves 27) which was used for the dispersed German translation by Wiedemann and Hauser and for the complete English translation by Hill, dates back to 891 / 1486. Judging from the illustrations accompanying the text reproduced here and based on the Istanbul manuscripts, we can safely conclude that the above three copies which pre-date the Bodleian copy have better and more accurate illustrations.

After taking the above points into consideration, it was decided to edit an Arabic text based on these four manuscripts. The Bodleian copy was included since it was the basis for the German and the English translations.

A sample of the edited text appears in this issue. The part dealing with water-raising machines has been published here. Outline drawings mainly based on the illustrations of MS. A 3472 accompany the text. This was done in order to replace the secret symbols which al-Jazarī used in his illustrations with normal Arabic letters of the alphabet. This problem does not exist in the Bodleian manuscript which used the normal letters of the alphabet.[10] Furthermore, these outline drawings are supposed to clarify the original drawings by giving attention to the main details.

A major feature of this edited Arabic text is the reproduction of the illustrations of MS. 3472 in colour by offset printing. We hope that the illustrations reproduced will match the original ones as nearly as possible. It was felt rightly that the black and white reproduction could not convey the correct interpretation and details of a machine. Engineering drawings in the modern sense were not yet known. Al-Jazarī relied on colours to differentiate between different machine elements in his attempt to convey the whole concept of a machine in a single illustration.

It is natural that the edited Arabic text will throw light upon points which were incorrect or obscure in the Bodleian manuscript, and which were sometimes reflected in the German and in the English translation. The Arabic text will be accompanied by an English section outlining the major points which the Arabic text reveals. Minor errors in the Bodleian copy will not be discussed in the English section.

To enable readers to use both the Arabic text and Hill's English translation, a glossary of Arabic-English terms has also been included. Similarly an English-Arabic glossary is included for the benefit of Arab scholars and institutions involved in decisions about the proper Arabic terms in modern Arabic technical literature. Until now classical Arabic technical terms have not been available for this purpose, and it is felt that such technical terms as those used by al-Jazarī will disclose a wealth of useful terms for modern usage.

Since the editing of this work is still in progress, readers may send their comments and suggestions to the author for consideration.

10. al-Jazarī used twenty-one letters of the alphabet. In his illustrations he adopted symbolic letters to replace the normal Arabic letters, and he called these al-abdāl (الأبدال) i.e., the replacements. "These replacement letters (al-abdāl) are active ones, and they can be understood by the learned only and they are camouflaged with twenty-one false symbols or letters to mislead the ignorant".

The Institute for the History of Arabic Science (IHAS), was able to secure microfilms of all manuscripts known to exist of al-Jazarī's work. They have been listed in this paper. From a comparison of these manuscripts, we found that the three best copies are the following:[5]

1. Topkapi, Ahmet, III, 3472
2. Topkapi, Hazine, 414
3. Hagia Sophia, 3606

All three copies are in Istanbul, and it is possible that either they were not known to Wiedemann & Hauser and to Hill, or that they were not available.

MS. A 3472 is probably the earliest. It is a rather complete one, probably written c. 602 / 1206. The date of this manuscript must be further explored.[6] But from our examination of the copy we think it is a very fine one, both in handwriting and in the quality and accuracy of illustrations, and the author thinks that it is the best available copy of al-Jazarī's treatise.

IHAS was fortunate to receive a black and white negative microfilm and a coloured microfilm of this manuscript from Professor F. Sezgin.[7]

Manuscript H 414, dates back to 672/1274. Its quality is comparable to the previous copy. According to Schioler,[8] this manuscript had not been listed in any of the catalogues, and he regarded it as the second-best of all al-Jazarī's manuscripts, (i.e. second to MS. 3606 according to his judgment). It was possible for IHAS to secure a microfilm from the Institue of Arabic Manuscripts, Arab League, Cairo.

Manuscript A 3606 is also a very fine copy. It dates back to 755 / 1354. Some authors considered it the best available copy. It is however not complete. Many illustrated pages were detached from it. These very beautiful miniature paintings became known as the "automata miniatures", and several papers were published about them.[9] Although it is incomplete, this copy is still very useful in the editing of the Arabic text.

5. In his above mentioned review, David A. King recommended the study of MS. Topkapi A 3350. This copy was studied and its illustrations were found of much inferior quality (as to technical accuracy) At the same time it is dated 863 / 1459 and it is thus considerably later than the three main manuscripts utilized in preparing the present Arabic edited text.

6. King gives in his review an argument about the date 602 / 1206 of MS. Topkapi A 3472. This matter is under consideration and further information will be published with the completed Arabic edition which is under preparation.

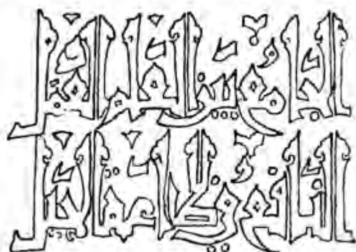
7. IHAS expresses its gratitude to the Minister of Culture, Ankara, Turkey, and to the Director of the Topkapi Library who kindly gave their permission (through Prof. Sezgin) to publish this manuscript.

Professor Sezgin suggested that IHAS should publish a facsimile edition of MS. 3472 in colour. After careful study of Category V on water-raising machines, it was found more useful to scholars if an edited text were published. This would hopefully avoid some obvious errors in the manuscript, and it would be possible to edit the illustrations and ensure their consistency with the text. It was decided however to publish all the illustrations of MS. A 3472 in colour.

8. Schioler, Thorkild, *Roman and Islamic Water-Lifting Wheels*, Odense University Press, 1973.

9. Riefstahl, M. R.,"The Date and Provenance of the Automata Miniatures", *The Art Bulletin*. II (1920) 206-214.

The Arabic Text of al-Jazarī's



"A Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts"

AHMAD Y. AL-HASSAN*

Scholars have long felt that the Arabic text of al-Jazarī's book on mechanical devices written c. 1200 should be published. With the publication in 1974 of the English translation by Donald Hill[1] this feeling was revived. Thus in his review of this translation, King[2] explicitly expressed the need for the Arabic text.

Al-Jazarī's treatise has been translated into German by E. Wiedemann and F.Hauser.[3] Their translation was published in different journals between 1908 and 1921. Both Wiedemann and Hauser rendered a great service to the history of Arabic and Islamic science and technology. Hill's English translation which came more than fifty years after the Wiedemann-Hauser German version, was greatly welcomed since it offered in a single volume the complete work in English, with detailed explanatory notes. This could not have been achieved without the appearance of a "rare bird of a scholar" like Hill who has a deep interest in Arabic technology and a "unique combination of qualifications as an engineer and an Arabist".[4]

It was unfortunate however that Wiedemann and Hauser had used the Bodleian manuscript only, and that even Hill fifty years later, also mainly relied on this manuscript. This was due to the unavailability of the Istanbul manuscripts.

* President, Aleppo University
Director, Institute for the History of Arabic Science

1. Ibn al-Razzāz al-Jazarī, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*. Translated and annotated by Donald R. Hill. Reidel, Dordrecht, 1974.

2. King, David A., "Medieval Mechanical Devices", a review of the English translation of al-Jazarī by Hill. *History of Science*. 13 (1975) 284-289.

3. Wiedemann, Eilhard and Hauser, F., "Über Vorrichtungen zum Heben von Wasser in der Islamischen Welt", Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereines Deutscher Ingenieure, 8 (1918) 121-154.

4. In addition to King's review of Hill's Translation, the following review is also of importance: Derek de Solla Price, *Technology and Culture*. 16 (1975) 81-83.

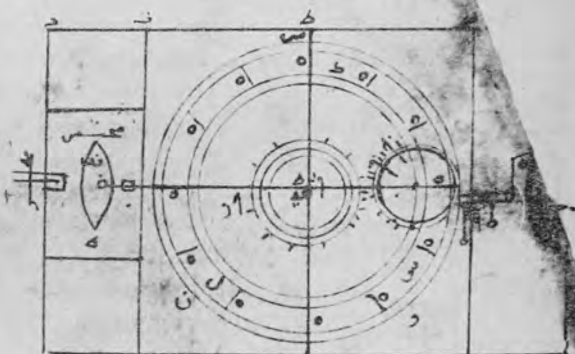


Fig. 2 : *Reproduced by kind permission of the Biblioteca Laurenziana, Florenca.*

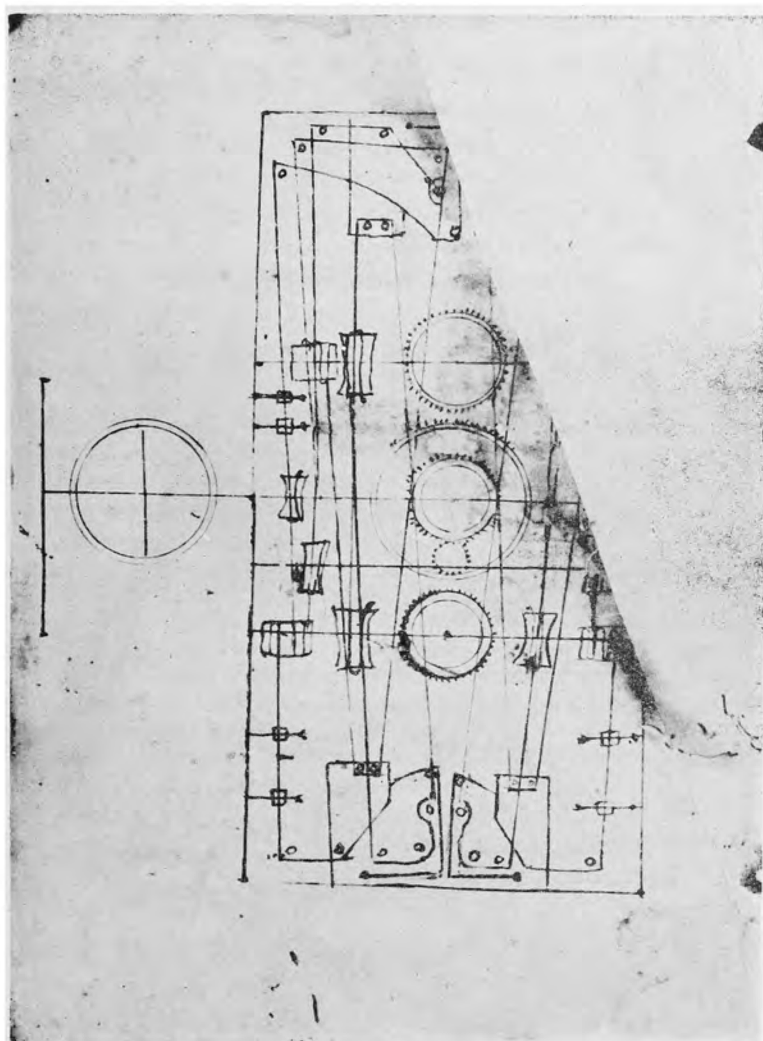


Fig. 1 : *Reproduced by kind permission of the Biblioteca Laurenziana, Florence.*

wheel = *dawlab* or *dawlāb* = دولب أو دولاب

Page 40 Description of mirrors, of 'fine white glass' is on 15 R. It reads :

[ويكون في كل جزء] مرآة من زجاج أبيض رقيق

concentric siphon = *ka's al-ʿadl* = كأس العدل

reservoir = *khizāna* or *maḥbas al-mā'* = خزانة أو محبس الماء

outlet = *jazʿa* or *majfar* = جزعه أو مجفر

Page 41 objects = *ashkāl* = أشكال

This necessarily brief and sketchy outline of the contents of the treatise naturally omits much of importance, but it is hoped that it fulfils its purpose in bringing this crucial work on machines to the attention of scholars. It seems reasonable to advance the hypothesis that there were two distinct traditions of mechanical technology in medieval times in Europe and Western Asia. The eastern tradition, represented by the Banū Mūsā and al-Jazarī, although it included water-raising machines and large water-clocks, was characterised by the use of delicate mechanisms and subtle hydraulic and pneumatic controls. The western tradition was common to Europe, North Africa and Andalusia — i.e. it was applied both in Christendom and in Islam and placed much more emphasis on large machines with powerful prime movers. Of course, the two traditions were not wholly different, nor was the one unaffected by the other. Nevertheless, the hypothesis of the two traditions may help us to avoid the assumption that the development of a heavy machine technology was mainly a European phenomenon.

Notes for Translation into Arabic

So that there shall be no ambiguities in the translation, the following list of words and phrases, referred to in the pages of the typescript, is provided for guidance.

Page 36 box = *ṣandūq* = صندوق

Page 39 cross = *ṣalīb* = صليب

tube = *qaṣaba* = قصبة

mercury = *zibaq* = زبق أو زئبق

raṭl = رطل

lantern-pinion = *dawlāb dhū ʿawāriḍ* = دولاب ذو عوارض

tooth = *dandānja* = دندانجة

Page 38 *falak* pl. *aflāk* = فلك ج أفلاك

wheel = ʿajala = عجله

Sentence about the noria reads in the original (on 5 V) :

فلتعمل فلك شبيه النعورة [وهو فلك زح] فان كان الماء قليلا كان على شبيه الساعورة التي تدير الأرحى.

water conflicts with the required change in the hydrostatic formula.[13] Instead the objects must have been below the datum line, a positioning indicated by the writer, who says that they were 'in the water'. As mentioned above, this clock, Model 8, had a set of twelve mirrors, one of which was illuminated every hour — a very similar system to the glass roundels in al-Jazarī's first clock. In the nights the displacing weights were changed, as was the direction of the wheel that uncovered the mirrors, and a lamp was kindled in the box-like structure.

Figure 2 shows Model 10 (17v-18v), whose main release mechanism is of interest since it is a copy of the ball discharging device in the 'Archimedes' clock. A wheel is fixed to a vertical axle and has twelve equally spaced holes, each one fingerbreadth in diameter, bored through its surface near its circumference. Close below this is a static wheel that does not touch the axle; in its surface is a single hole that coincides with the holes in the upper wheel as they pass over it. A channel from this hole leads to the head of a figure. One ball is placed in each of the twelve holes in the upper wheel, so that as this wheel rotates a ball reaches the lower hole every hour and runs through the channel and is ejected from the figure's mouth. Fixed to the same axle, below these two wheels, is a cogwheel 2 spans in diameter; it has a groove on its perimeter to receive the rope which passes over a system of pulleys to the float in the clepsydra. Another cogwheel, also of 2 spans diameter, meshes with the first cogwheel. It operates a mercury balance and a system of pulleys, ropes, and weights for turning the head of the figure of an astrolabist — the precise operation of these mechanisms has not yet been determined. It is apparent however, that these mechanisms were quite sophisticated and contrast markedly with the relative crudeness of the clepsydra itself. It is strange that the engineers whose work Ibn Mu^cādh was describing knew of the ball-release in the 'Archimedes' clock, yet did not adopt the elegant system of outflow control described in the same work.

13. In a vessel of uniform cross-sectional area A, let the datum be height H above the orifice and the end of the scale height H_0. Let the height for a given day on the scale be H_1. If t is the time taken for the water to fall from H to H_0, and t_1 the time from H_1 to H_0 then, assuming the coefficient of discharge and the area of the orifice remain constant:

$$t = k\ A\ (H^{\frac{1}{2}} - H_0^{\frac{1}{2}})$$

and

$$t_1 = k\ A\ (H_1^{\frac{1}{2}} - H_0^{\frac{1}{2}}) \quad (1)$$

where k is a constant.

If water is poured in up to height H_1 and the cross-sectional area of the vessel is reduced from the bottom to H, to a uniform cross-sectional area of A_1, then

$$A_1 = A \cdot H_1/H. \quad (2)$$

It is impossible to reconcile (1) with (2), so the displacing weights must have been used to reduce the cross-sectional area of part of the vessel only. It is very probable that the correct times were arrived at by trial and-error, since the formula given in (1) above was almost certainly not known at the time of Ibn Mu^cādh. At least 150 years later, al-Jazarī used empirical methods to obtain the correct rates of discharge for different static heads of water (24-25).

The summer solstice was at the top of these divisions and the winter solstice at the bottom. The months were then subdivided into the correct number of days. The table was engraved on the side of the clepsydra for a length corresponding to a fall in the water-level in a period of fifteen hours, this being the accepted time for the hours of daylight in the latitude of Cordoba at the summer solstice. There was an unmarked section at the bottom of the vessel so that an adequate static head was maintained over the orifice on the shortest day. Every day the clepsydra was filled to the mark corresponding to that day, and in the night to its nadir. (There is a drawing of the divisions on 26 v). On the surface of the water there was a float. This float is also called a *falak*, a designation which might lead to some confusion. It is clearly a float, however, because it was weighted, probably with sand (see al-Jazarī 28)[12], until it was almost submerged in the water. The rope which provided the drive for the mechanisms was tied to a ring on the top of the float.

Clearly, some further refinement was required in order to keep the distance fallen by the float constant throughout the year, while allowing the speed of its descent to vary from day to day. In the clocks of the pseudo-Archimedes, Muḥammad al-Sāᶜātī and al-Jazarī this was achieved by using a float-chamber and flow-regulator, although only al-Jazarī was able to make the system completely accurate. No mention of such a system occurs anywhere in this treatise, but a passage on 15v, although it is somewhat obscure and partly defaced, indicates how the adjustment was made. When the clepsydra had been graduated, the mark for the longest day was taken as the datum, i.e. the start position for the float's travel every day. On the longest day the vessel was filled to this line. The gears and transmission systems were sized so that the time-recording devices tripped twelve times in the period taken by the float to complete its full travel. On other days the water was poured in up to the level corresponding to the day in question on the scale, then raised to the datum line by placing solid heavy objects in the water. There was a set of large objects *(ashkāl)*, and a set of small ones, so that the correct displacement could be obtained for the different periods of daylight by varying the combinations of objects that were placed in the water. In fact, the changes were not made daily, but at intervals of four days, so the number of objects in each set need not have been large. The writer does not specify the exact number, but says 'three, four, or five, or any number we wish'. It would not have been possible to have achieved correct results by reducing the cross-sectional area of the clepsydra over its full working length by different amounts for each four-day period, because such a change in the volume of the

12. Al-Jazarī's monumental clock was accurately reconstructed for the Science Museum, London, for the 1976 World of Islam Festival. It was found necessary to pour sand into the float until its total weight was 9 pounds (about 4 kg.), before the weight of the float was sufficient to drive the mechanisms. The reconstruction of the clock is to be described in a paper for the *Journal of the Antiquarian Horological Society*, by myself and Mr. P. N. Haward, the craftsman who built the clock.

wheel, is almost intact. The setting of three sets of teeth is described (page 7): one set is on the outer perimeter, and two are on the inside, 'facing the axle'. Without any question, therefore, these machines contained segmental gears. It is not quite so certain that they contained epicyclic gearing, but taking the illustrations and the surviving parts of the text together there seems little room for doubt. Surely, no-one interested in the history of machines and clockwork can examine Figure 1 without a sense of excitement, since it shows a system of gears for transmitting torque that is much more complex than any other power-driven gears known to have existed so early. Its most obvious ancestor is the Antikythera geared calendar[11], but this was a delicate manually operated device, not a water-powered machine in which the main cogwheel was three spans in diameter.

The clocks, Models 6-20 and 27-30 are all water-clocks except No. 29, which is a clock having lamps, one of which lights up every hour. The water-clocks all have the same basic driving system, together with a set of mechanisms for transferring the movements to the automata. The automata are of the usual types, already familiar from the works of other Arabic writers: doors that open to reveal figures, figures that discharge pellets from their mouths, figures that move their heads and arms, etc. Model 8 has a set of mirrors of 'fine, white glass', in the original:

(ويكون في كل جزء) مرآة من زجاج أبيض رقيق

one of which is illuminated every hour. The figures are on the outside of large box-like stuctures that house the mechanisms and the water reservoir. All the clocks record the passage of temporal or solar hours, i.e. the hours of daylight and darkness are divided by twelve to give hours that vary in length from one day to the next. The water-machinery is described most fully, although with some obliterations, for the mirror clock (Model 8, 15r-v). It is a cruder device than that used by al-Jazarī, being simply an outflow clepsydra of constant cross-section in which the outlet is a small concentric siphon *(ka^ɔs al-^cadl)*. In the other Arabic works the reservoir is called *khizāna*, but here the term is *maḥbas al-mā^ɔ* and, instead of *jaz^ca*, the outlet is called *majfar*. To graduate the clepsydra it was filled with water while the outlet was blocked, then the outlet was opened and the outflow was allowed to continue for a full day. As the water discharged, marks were made on a vertical line on the inside of the vessel at the passing of each hour. On either side of the vertical line, at right angles to it, horizontal lines were drawn for each month, according to the known length of daylight at the start and finish of each month. There were thus six divisions on each side of the line — the horizontal lines did not coincide as they would have done if the division had been into zodiacal 'houses'.

11. Derek de Solla Price, *Gears from the Greeks* (Science History Publications, New York, 1975), *passim*.

clock. We must therefore now qualify Needham's statement that there is no evidence for any Arabic influence on Chinese developments, and that the Arabic material indicates the passage westwards of certain Chinese elements.[9] As far as water-wheels and their use are concerned, it would be premature to draw any conclusions at all about transmissions between cultural areas. The question of the diffusion of water-wheels, horizontal and vertical, from Roman times onwards, is still hedged with confusion, and there is no space here to enter into a discussion of this topic. It is worthwhile, however, to take note of three points :

1. The use of both types of water-wheel was widespread in Islam from the 3rd/9th century onwards.[10]
2. The machines described by Ibn Muᶜādh show that water-wheels were used by the Arabs for other purposes besides the driving of corn-mills.
3. Al-Jazarī, writing in 602/1206 mentions an old machine which he inspected, in which a musical automaton was powered by a vertical water-wheel. In his comments on this machine he clearly implies that he knew how to control the speed of such a wheel by means of an escapement. (p.170)

On present evidence, therefore, it seems just as likely that the idea of using an escapement-controlled water-wheel to drive a clock moved from Islam to China as that the transmission was in the reverse direction. In any case, the idea was never developed in Europe, where the importance of water-wheels lies in their application to milling and industrial uses. The spread of the water-wheel and its application has yet to be intensively studied with reference to all cultural areas. At present it seems a reasonable hypothesis that the spread of both types of wheel was continuous from Roman times to the Middle Ages in Europe, Western Asia and North Africa, and that the uses to which the wheels were put varied according to social and economic needs. There is also reason to suppose that the selection of the type of wheel to be used was not haphazard, but rather that the choice was consciously made to suit the local hydraulic conditions.

Returning to Figure 1, the noria was mounted on an axle that passed into the box and rested in bearings fixed to its walls. The main central gear-wheel was on this axle. This wheel had 64 teeth on half its perimeter, and meshed with the two outer cogwheels, each of which had 32 teeth around its complete perimeter, and had a diameter equal to one quarter of the diameter of the large wheel. Each of the smaller wheels therefore made two rotations for one rotation of the large wheel. The description of the wheels inside the main wheel is badly defaced. The description of the main wheel for Model 4, however, which is very similar to Model 5 except that there is no central cog-

9. Joseph Needham, *Science and Civilisation in China*, Vol.4, Pt. 2 (Cambridge University Press, 1965) p. 536.

10. Norman Smith, *Man and Water* (Peter Davies, London, 1976), p. 142.

is different from the others and I have so far not been able to establish how it works. The remaining four, from page 3v to 11v, are all similar and contain features of the first importance for the history of mechanical technology.

Figure 1 is the illustration from Model 5, which is the most complex of these machines. The others contain some, but not all, of the mechanisms shown in Figure 1. (It has, however, been necessary, because of obliterations, to study all the four Models in order to deduce their essential features). The purpose of Model 5 was to cause a set of doors, set in a row, to open at successive intervals, revealing jackwork figures. These doors were on one side of the usual boxlike structure that contained the working parts. The prime mover was a waterwheel, mounted in a stream outside the box – in Figure 1 this is represented by the circle with a double perimeter to the left of the illustration. This is called a *falak* pl. *aflāk*, a term which requires some explanation. *Falak* usually means the celestial sphere and is used by al-Jazarī, for instance, for the large disc carrying representations of the sun, moon, and zodiacal signs which rotates at constant speed at the top of his monumental water-clock (Category 1, Ch. 1). Ibn Muᶜādh does not use the word in this sense only, and it is important to emphasise that most of his *aflāk* are not for display, and are not analogous to the geared planetaria displayed on the outside of de Dondi's clock.[8] The *aflāk* in this treatise are anything that simulates celestial motion by mechanical means, namely the prime movers and their associated gears and wheels. A *falak* may be a gear-wheel, a water-wheel, or even a float! (See below). The word is often qualified, e.g. 'a *falak* like a wheel *(ᶜajala)*' and in the present case it is like a noria: "we make a *falak* on the pattern of the noria *(nāᶜūra)* and if the flow of water is scanty it is like the noria (naᶜūra) which turns the mills" (5v) In the text it is.

فلنعمل فلك شبيه النعورة (وهو فلك زح) فان كان الماء قليلا كان على شبيه الناعورة التي تدير الارحى

(Note that the spelling of noria varies; this happens with other words – e.g. *dawlab* and *dawlāb* are both used for a wheel). This remark seems to indicate that Ibn Muᶜādh was recommending the use of an overshot wheel if the flow was small, since this type of wheel is more efficient than the undershot type in such conditions. This implies that the engineers of the 5th/11th century were aware of the necessity for varying the design of the water-wheel to suit the flow conditions. Of greater significance, however, is the use of a full-size water-wheel to power a large machine. This brings us directly to the monumental water-clock of Su Sung, who flourished in China some decades later than the time of Ibn Muᶜādh. Now, admittedly, Su Sung's water-wheel was furnished with an escapement and it provided the power for a clock, but it is nevertheless evident that Ibn Muᶜādh's devices are basically similar to Su Sung's

8. Silvio A. Bedini and Francis R. Maddison, "Mechanical Universe, the astrarium of Giovanni de Dondi", *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S., lvi, 5 (1966).

The important ideas incorporated in the prime movers can be identified with some confidence, but it has proved impossible so far to discover precisely how the motion was transferred to the automata. We can be fairly sure, however, that these mechanisms were basically similar to those described by Riḍwān and al-Jazarī. Boards were mounted in the box to carry the pulleys and other mechanisms for transferring power. On the axle of the last wheel in the driven chain there was often a cross *(ṣalīb)* whose purpose is not yet clear to me. The automata themselves were also similar to those that are found in other Arabic works, e.g. doors that open each hour to reveal standing figures, figures that move their heads and limbs, etc. A novel feature in this treatise, however, is Ibn Muᶜādh's use of mercury in balances (e.g. Model 1,2 r). He says, apparently assuming that his readers were familiar with such devices, that the tube *(qaṣaba)* of the balance has mercury *(zībaq)* inside it. Perhaps its purpose was similar to that of the lead ball placed by al-Jazarī in the tube of a balance-arm. (e.g. Category IV, Ch. 5). When the balance tilts, the ball or the mercury runs to the lower end and holds the balance in that position until it is made to tilt in the opposite direction. This use of mercury suggests a link between this treatise and later Christian works on similar subjects, since the *Libros del saber* contain a clock operated by mercury[7].

Ibn Muᶜādh's machines are notable for their sheer size and power. This feature, which is brought out in the ensuing discussion, distinguishes the work sharply from that of the Banū Mūsā, with its emphasis upon delicate mechanisms and controls, and from those machines of al-Jazarī which embody similar concepts. In Ibn Muᶜādh's work there are no conical valves, delay systems, feedback controls, or use of small variations in atmospheric pressure — all the ideas, in fact, that have until now been regarded as typical of Arabic mechanical technology. The element of intermittent operation is not of course absent from the present treatise – indeed it is of the utmost significance – but it is achieved by different means. Delicacy is replaced by ruggedness: we have ropes instead of strings; large wheels up to 3 spans in diameter (about 72cm/28 inches); spanning weights up to 1½ *raṭls* (say at least 3 kg); with other weights and dimensions in proportion. Gearing is important, and in addition to the special gears discussed below we find all the usual types: parallel meshing, meshing at right angles, worm-and-pinion. For parallel meshing the lantern pinion *(dawlāb dhū ᶜawāriḍ)* is used for one of the two wheels, as it was by al-Jazarī. On page 28 we have the important statement that the teeth of cog-wheels were cut to the shape of equilateral triangles, proving that they were true teeth and not wooden pegs. As usual, the word *dandānja*, of Persian origin, is used for a tooth.

We now come to the kernel of this paper, namely the prime movers of the automata machines and the water-clocks. Of the first five models, No. 1

7. See Wiedemann and Hauser, "Über die Uhren", 18-20.

the quality of the illustrations can vary enormously among the various manuscripts, to the extent that one copy may contain all the faults listed above, and another none.

The manuscript is written in a clear *maghribī* hand and is easily legible; consonantal points are usually provided. The grammar is accurate. The vocabulary presents little difficulty, although some of the expressions used are different from those used for the same objects in the works of other Arabic writers and translators, but the differences are relatively few when compared with the parallels. In particular, nearly all the words used for the mechanical parts are the same as those occurring in the works of the other writers.

Ibn Muᶜādh's method of presentation demonstrates clearly his inclination towards geometry rather than engineering. First, the operation of the device is described in three or four lines: typically, a man holding an astrolabe turns his head towards a slave-girl, whereupon she ejects a pellet from her mouth (a less elegant variation of the birds used by 'Archimedes' and al-Jazarī). Then the Model is described in geometrical terms. Usually the main structure is a box *(ṣandūq)*, rectangular in cross-section, with the shorter dimension two thirds of the longer. Lines are drawn on the illustration, these lines being identified by letters, many of which, as mentioned above, are omitted from the illustrations. Nominally, the drawings are elevations, but parts are shown from any view which suits the draughtsman's purpose. Thus all wheels are drawn as full circles, including cogwheels meshing at right angles. When these lines have been drawn the axles, wheels, and other components are placed on the drawings with reference to the lines, somewhat in the manner of a mapmaker plotting features on a basic grid. Throughout the treatise, details of construction are almost totally lacking: all we are given are phrases such as 'we place wheel (kl) on axle (ty)' or 'the ends of the axle are on points (ew)', and so on. Occasionally materials such as wood and copper are mentioned, but with no instructions about how they are to be cut, formed and jointed. On the other hand, dimensions and weights are often supplied, either directly or in relation to other components. Care is taken, for example, to specify the relative sizes of meshing cogwheels and the number of teeth on each of them.

The following sequence for the descriptions of the various parts of the machines is usual: the box-like structure with its lines is described first, then the placing of the main wheels and axles, followed by the means of imparting motion to them, and finally the description of the systems of ropes, pulleys and cams that activate the automata. Unfortunately, Ibn Muᶜādh does not follow the example of the Banū Mūsā and al-Jazarī who, having given a description of the construction of a machine, conclude with a clear summary of how it works and how the various mechanisms interact with one another. This lack of a summary is particularly frustrating, because such a summary would have helped to make up for the obliterated passages.

and the water-clocks, pending a more thorough examination of the entire treatise.

Every page is partly obliterated, either being cut or affected by dampness. On average about 40% of each page is affected: the verso pages are worse than the recto, since usually about half the page to the right of the main diagonal is missing; the recto pages have been affected by damp along their right-hand margins, to the extent that about 30% of the text is missing or illegible. This means that no page can be read in its entirety. By taking a selection of passages from different Models, all describing a similar mechanism or technique it is sometimes possible to make a plausible reconstruction of what is being described, particularly when the concept is known from the writings of other Arabic authors. A careful and protracted study on these lines may one day permit us to make a fair assessment of the treatise, but failing the discovery of a better manuscript, a full explanation of each of the Models may never be possible. In the first place, some passages describing similar mechanisms are partly obliterated wherever they occur. Thus none of the descriptions of the very significant gear-trains in Models 2-5 is complete, and some vital concepts embodied in this gearing must therefore be conjectured. Secondly, some systems are described fully only once, and subsequent brief mentions of the same system refer back to the key passage. A notable example of this is the basic water machinery of the clocks, which is described in detail only in a partly obliterated section of Model 8. Thirdly, the descriptions are far too short in view of the size and complexity of the machines. For instance, the length of the descriptions for each of Ibn Muᶜādh's clock is only a small fraction of the lengths of the descriptions in Archimedes[3], Riḍwān,[4] and al-Jazarī,[5] for clocks of equivalent complexity. Finally, the illustrations are badly drawn and quite inadequate, even when they are intact. Identifying letters are often omitted, the drawing of the transmission systems is haphazard and almost impossible to unravel, and no detailed drawings are provided. The omission of all drawings of human and animal figures adds a further element of uncertainty. All these defects, except the omission of detailed drawings, are probably the fault of the copyist rather than of the author. We know, from the extant manuscripts of the works of the Banū Mūsā[6] and al-Jazarī, for example, that

3. Donald R. Hill, *On the Construction of Water-clocks* (Turner and Devereux, London, 1976).

4. Eilhard Wiedemann and Fritz Hauser, "Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur", *Nova Acta Abh. der Kaiserl. Leop. Carol Deutschen Akademie der Naturforscher* 100 (Halle 1915) 176-266.

5. Donald R. Hill, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices* (Reidel, Dordrecht 1974) (All the references to al-Jazarī in this paper are taken from this book).

6. Fritz Hauser, "Über das Kitāb al-Ḥiyal - das Werk über die sinnreichen Anordnungen der Banū Mūsā", *Abh. zur Gesch. der Naturwissenschaften und der Medizin*, Erlangen, 1922.

Wiedemann and Hauser, "Über Trinkgefässe und Tafelaufsätze nach al-Gazarī und den Banū Mūsā", *Der Islam* 8 (1918), 268-291.

(An annotated English translation of the Banū Mūsā's *Kitāb al-Ḥiyal* has been prepared by the present writer and will be published by Reidel of Dordrecht).

discussed more fully below. Also, the length of daylight is given in the treatise as fifteen hours, for the day of the summer solstice. This corresponds to the latitude of 40 degrees, whereas the latitude of Cordoba is 37 degrees 53 minutes. If, however, the apparent times of sunset and sunrise, due to refraction, were used then the time would be very close to fifteen hours. It is almost certain, therefore, that the treatise was written in Cordoba by someone well versed in mathematics and astronomy, but with little engineering knowledge. This, together with the location of the treatise among other works attributed to Ibn Muᶜādh, puts the burden of the argument upon those who would ascribe its authorship to another hand. For the remainder of this paper it is assumed that the author was indeed Ibn Muᶜādh.

My purpose here is to draw the attention of scholars to the existence of this primary source for the study of medieval Arabic technology, to list briefly its contents, and to emphasise some of its most significant contents. Because of the poor state of the manuscript a long and careful study will be required before a more thorough assessment of the work's unquestionable value can be made. It is important however, that this preliminary notice be written, not least because some of the concepts embodied in the treatise have been thought not to have occurred in Arabic writings, and their introduction has been assigned to other cultural areas.

The manuscript is dated 644/1266, and although the text is probably a faithful copy of the original, the illustrations are almost certainly inferior to those that were drawn by, or under the guidance of, Ibn Muᶜādh. It is particularly unfortunate that all representations of human and animal automata have been omitted (see below), an indication that the austere influence of the Almohades *(al-muwaḥḥidūn)* was still powerful in western Islam in the middle of the 7th/13th century. One or two of the leaves in the first part of the manuscript seem to be out of order, but it has not yet been possible to re-arrange these with confidence. This minor fault in the sequence is probably of recent occurrence but there is also some slight disorder from an earlier time. On folio 5v, for instance, there is a note in Arabic by the side of the illustration in different handwriting from that of the main text, saying that the text and illustration refer to Model 2, whereas they are paginated under Model 3. This is indeed the case.

The treatise, on folios 1v-46r, consists of 31 Models of which Nos. 1-5 are essentially very large toys, similar to clocks in that automata are caused to move at intervals, but without precise timing. Nos. 6-20 and 27-30 are water-clocks, all of which record the passage of the temporal hours by the movements of automata. Nos. 21-24 are war machines in the form of towers which can be raised and lowered by a scissors action like that of 'lazy tongs'. Nos. 25 and 26 are machines for raising water from wells, and No. 31 is a universal sundial. In this paper discussion will be confined to the first five machines

A Treatise on Machines by

Ibn Muʿādh Abū ʿAbd Allāh al-Jayyānī

Donald R. Hill*

The work that concerns us here is part of a manuscript preserved in the Biblioteca Medicea Laurenziana in Florence[1]. Numbered Or. 152 (formerly 282), it is catalogued as *anonymi tractatus de mechanicis*. The treatise is entitled *kitāb al-asrār fī natā'ij al-afkār*, 'The book of secrets about the results of thoughts', and it occurs among a number of mathematical treatises attributed to Abūʿ Abd Allāh known as Ibn Muʿādh[2]. The *nisba* al-Jayyānī refers to Jaén, the capital of the Andalusian province of the same name. Little is known of his life. He was born in Cordoba in 379/989-90 and died later than 1 July 1079 A.D., since he wrote a treatise on the solar eclipse which occurred in Jaén on that date. He was primarily an astronomer and a mathematician. Two of his astronomical works, not known to be extant in Arabic, were translated into Latin by Gerard of Cremona. In the *Libros del saber* (II 59, 309) he is quoted as considering the twelve astrological houses to be of equal length. Several of his mathematical works are extant in Arabic, and he was regarded as an eminent and progressive mathematician by Ibn Rushd (Averroes). He was a fervent admirer of Euclid, and was the most successful of those scholars who attempted to reconcile Euclid's doctrine of proportions with Arabic concepts and methods.

The attribution of the treatise on machines to Ibn Muʿādh cannot be fully verified but in the absence of evidence to the contrary he may be considered as its author. It might be objected that the treatise differs essentially from the mathematical and astronomical works which form the bulk of Ibn Muʿādh's writings, although there is no reason why a mathematician should not turn his attention to mechanics. It is perhaps more to the point, however, that the writer was obviously a scientist and not an engineer. It is quite evident that he is describing machines that he had seen by a method that he understood well, i.e. that of geometry, and that he had virtually no knowledge of, or interest in, the messy business of contruction. This point is

* "Springhill", 3 Amey Drive, Great Bookham, Surrey, England.

1. I wish to thank the Director of the Biblioteca Laurenziana for kindly providing me with the necessary photographic material, and for giving permission for the use of this material in the preparation of this paper.

2. David A. King, "Medieval Mechanical Devices", in *History of Science* 13:22 (1975) 284-289. For additional biographical material on Ibn Muʿādh, see the article "al-Jayyānī" in the *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. VII (New York, 1973), pp. 82-83.

TABLE 3
AL-MUḤKAM TABLE OF QAZWĪNĪ

γ′	C_4 Shāṭir	Al-Qazwīnī			C_6 Shāṭir	Interpolation Minutes/Seconds		
			SIGN	0				
		0 σ(2η) →	30′ →	60′ →	γ′	1	3	6 →
0	0; 0	8; 0, 0	8; 0, 0	8; 0, 0	0; 0	0, 0	0, 0	0,02
15	—1;11	6;49,16	6;31,46	6;14,16	—0;35	0,35	1,45	3,30
29	—2;13	5;46,39	5;13,39	4;40,39	—1; 6	1, 6	3,18	6,36
			SIGN	1				
0	—2;18	5;42,20	5; 8,20	4;34,20	—1; 8	1, 8	3,24	6,48
15	—3;17	4;42,54	3;53,54	3; 4,54	—1;38	1,38	4,54	9,48
29	—4; 3	3;57,31	2;43, 7	1;53,31	—2; 4	2, 4	6.12	12,24
			SIGN	2				
0	—4; 5	3;54,38	2;52, 8	1;49,38	—2, 5	2, 5	6,15	12,30
15	—4;39	3;20,54	2; 7,53	0;54,54	—2,26	2,26	7,18	14,36
29	—4;55	3; 5,12	1;45,12	0;25,12	—2,40	2,40	8, 0	16, 0
			SIGN	3				
0	—4;55	3; 4,36	1;44,36	0;24,36	—2;40	2,40	8, 0	16, 0
15	—4;52	3; 8,15	1;46,15	0;24,15	—2;44	2,44	8,12	16,44
29	—4;30	3;30,57	2;11,57	0;53,27	—2;37	2,37	7,51	15,42
			SIGN	4				
0	—4;27	3;32,38	2;54, 8	0;55,38	—2;36	2,37	7,51	15,42
15	—3;43	4;17,24	3; 9,54	2; 2,24	—2;15	2,15	6,45	13,30
29	—2:44	5;15,34	4;24,34	3;33,34	—1;42	1,42	5, 6	10,12
			SIGN	5				
0	—2;40	5;20,10	4;30,40	3;41,10	—1;39	1,39	4,57	9,54
15	—1;24	6;36,27	6; 9,27	5;42,26	—0;54	0,54	2,42	5,24
29	—0; 6	7;54,20	7;52,20	7;51,20	—0; 4	0, 4	0,12	0,24
			SIGN	6				
0	[0;0]	8; 0, 0	8; 0, 0	8; 0, 0	[0;0]	0, 0	0, 0	0, 0
15	1;24	9;23,33	9;50,33	10;17,33	0;54	0,54	2,42	5,24
29	2;35	10;35, 3	11;23,33	12;12,3	1;37	1,37	4,51	9,42
			SIGN	7				
0	2;40	10;39,50	11;29,20	12;18,50	1;39	1,39	4,57	9,54
15	3;43	11;42,36	13; 3,36	13;57,36	2;15	2,15	6,45	13,30
29	4;25	12;24,54	13;42,54	15; 0,54	2;35	2,36	7,48	15,36
			SIGN	8				
0	4;27	12;27,22	13;45,52	15; 4,22	2;36	2,37	7,51	15,42
15	4;52	12;51,45	14;13,45	15;35,45	2;44	2,44	8,12	16,24
29	4;56	12;55,41	14;16,11	15;36,41	2;41	2,40	8, 0	16, 0
			SIGN	9				
0	4;55	12;55,24	14;15,24	15;35,24	2;40	2,40	8, 0	16, 0
15	4;39	12;39, 6	13;52, 7	15; 5, 6	2;26	2,26	7,18	14,36
29	4; 8	12; 8, 4	13;11,34	14;15. 4	2; 7	2, 7	6,21	12,42
			SIGN	10				
0	4; 5	12; 5,22	13; 7,52	14;10,22	2; 5	2, 5	6,15	12,30
15	3;17	11;17, 6	12; 6, 6	12;55, 6	1;38	1,38	4,54	9,48
29	2;22	10;21,53	10;56,53	11;31,53	1;10	1,10	3,30	7, 0
			SIGN	11				
0	2;18	10;17,40	10;51,40	11;25,40	1; 8	1, 8	3,24	6,48
15	1;11	9;10,45	9;28,14	9;54,44	0;35	0,35	1,45	3,30
29	0; 5	8; 4,46	8; 5,46	8; 6,46	0; 2	0, 2	0, 6	0,12
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX

TABLE 2

FIRST LUNAR EQUATION

Shāṭir		Al-Qazwīnī			Shāṭir	Al-Qazwīnī		
		SIGNS 0		And	6			
2η		Minutes 0		△		Minutes 30 △		
	Text	Text	Comp.	Min	Text	Text	Comp.	Min
0	0; 0	13; 0	13; 0	0	0;17	13;19	13;16	3
15	7;32	20;32	20;32	0	7;44	20;44	20;44	0
29	11;37	24;37	24;38	1	11;42	24;42	24;43	1
		SIGNS 1		and	7			
0	11;47	24;47	24;48	1	11;52	24;52	24;52	0
15	12; 8	25; 8	25; 9	1	12; 6	25; 5	25; 6	1
29	9;45	22;45	22;47	2	9;38	22;38	22;40	2
		SIGNS 2		and	8			
0	9;31	22;31	22;33	2	9;24	22;23	22;26	3
15	5;11	18;11	18;11	0	5; 1	18; 1	18; 1	0
29	0;22	13;22	13;21	1	0;12	13;12	13;11	1
		SIGNS 3		and	9			
0	[0;0]	13; 0	13; 0	0	—0;12	12;49	12;49	0
15	—5;11	7;49	7;49	0	—5;21	7;39	7;39	0
29	—9;16	3;44	3;42	2	—9;24	3;37	3;34	3
		SIGNS 4		and	10			
0	— 9;31	3;29	3;27	2	— 9;38	3;22	3;20	2
15	—12; 8	0;52	0;51	1	—12;11	0;50	0;49	1
29	—11;56	1; 4	1; 4	0	—11;52	1; 8	1; 8	0
		SIGNS 5		and	11			
0	—11;47	1;13	1;12	1	—11;42	1;18	1;17	1
15	— 7;32	5;28	5;28	0	— 7;20	5;40	5;41	1
29	— 0;34	12;26	12;27	1	— 0;17	12;41	12;44	3
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX

TABLE 1
THE SOLAR EQUATION

	Ibn al-Shāṭir	Al-Qazwīnī					
		SIGN 0					
		Minutes 0		Δ	Minutes 45		Δ
	Text	Text	Comp.	Sec	Text	Comp.	Sec
0	0; 0, 0	2; 3, 0	2; 3, 0	0	2; 1,35	2; 1,35	0
15	—0;28,11	1;34,39	1;34,50	1	1;33,26	1;33,27	1
29	—0;53,17	1; 9,43	1; 9,44	1	1; 8,27	1; 8,27	0
			SIGN 1				
0	—0;55, 0	1; 8, 0	1; 8, 1	1	1; 6,45	1; 6,44	1
15	—1;19, 7	0;43,53	0;43,54	1	0;42,47	0;42,47	0
29	—1;37,55	0;25, 5	0;25, 3	2	0;24,12	0;24,10	2
			SIGN 2				
0	—1;39, 6	0;23,54	0;23,53	1	0;23, 2	0;23, 1	1
15	—1;53,33	0; 9,27	0; 9,23	4	0; 8,53	0; 8,50	3
29	—2;0 ,56	0; 2, 4	0; 2, 3	1	0; 1,59	0; 1,50	9
			SIGN 3				
0	—2; 1,13	0; 1,47	0; 1,46	1	0; 1,37	0; 1,36	1
15	—2; 0,48	0; 2,12	0; 2,12	0	0; 2,27	0; 2,27	0
29	—1;52,30	0;10,30	0;10,30	0	0;11,10	0;11,10	0
			SIGN 4				
0	—1;51,36	0;11,24	0;11,23	1	0;12, 6	0;12, 5	1
15	—1;33,35	0;29,25	0;29,25	0	0;30,34	0;30,32	2
29	—1; 9,30	0;53,30	0;53,29	1	0;54,58	0;54,56	2
			SIGN 5				
0	—1; 7,33	0;55,27	0;55,26	1	0;56,56	0;56,55	1
15	—0;35,27	1;27,33	1;27,33	0	1;29,16	1;29,16	0
29	—0; 2,24	2; 0,36	2; 0,36	0	2; 2,24	2; 2,24	0
			SIGN 6				
0	0; 0, 0	2; 3, 0	2; 3, 0	0	2; 4,48	2; 4,48	0
15	0;35,27	2;38,27	2;38,27	0	2;40, 8	2;40,10	2
29	1; 5,34	3; 8,34	3; 8,36	2	3;10, 4	3;10, 5	1
			SIGN 7				
0	1; 7,33	3;10,33	3;10,34	1	3;12, 1	3;12, 2	1
15	1;33,35	3;36,35	3;36,35	0	3;37,42	3;37,41	1
29	1;50,40	3;53,40	3;53,41	1	3;54,22	3;54.23	1
			SIGN 8				
0	1;51,36	3;54,36	3;54,37	1	3;55,17	3;55,17	0
15	2; 0,48	4; 3,48	4; 3,48	0	4; 4, 2	4; 4, 2	0
29	2; 1,26	4; 4,26	4; 4,28	2	4; 4,17	4; 4,17	0
			SIGN 9				
0	2; 1,13	4; 4,13	4; 4,14	1	4; 4, 2	4; 4, 2	0
15	1;53,33	3;56,37	3;56,33	4	3;56, 2	3;55,58	4
29	1;40,15	3;43,15	3;43,16	1	3;42,23	3;42,25	2
			SIGN 10				
0	1;39, 6	3;42, 6	3;42, 7	1	3;41,33	3;41,14	19
15	1;19, 7	3;22, 7	3;22, 6	1	3;21, 0	3;20,59	1
29	0;56,41	2;59,41	2;59,42	1	2;58,24	2;58,25	1
			SIGN 11				
0	0;55, 0	2;57,59	2;57,59	0	2;56,42	2;56,42	0
15	0;28,11	2;31,11	2;31,10	1	2;29,48	2;29,46	2
29	0; 1,53	2; 4,53	2; 4,54	1	2; 3,28	2; 3,28	0
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

$\delta(\gamma, 2\eta)$. A preferable alternative is the *muḥkam* table found in Qazwīnī's zīj and described by King in the Yemeni Mukhtār Zīj[19]. It is

$$\delta'(\gamma', \sigma) = C_4(\gamma') + C_5(\gamma') \cdot \sigma + 8^0,$$

where the 8^0 insures that always $\delta' > 0$. The reason for regarding the σ rather than 2η as an independent variable is that δ' is linear with respect to σ.

Now

when $2\eta = 0^0$ or 180^0, $\sigma = 0$, and $\delta' = C_4(\gamma') + 8^0$, and
when $2\eta = 90^0$ or 270^0, $\sigma = 1$ and $\delta' = C_4(\gamma') + C_5(\gamma') + 8^0$

For intermediate values of σ, γ' being held constant, δ' can be calculated by taking proportional parts of the difference between the end values shown above, that is, proportional parts of C_5. By this means the *muḥkam* table has been computed for the domain

$$\gamma' = 0^0, 1^0, 2^3 \ldots, 360^0$$

and $$\sigma = 0, 0;6, 0;12, \ldots, 1;0.$$

with columns of increments, $\Delta\delta'$ for

$$\Delta\sigma = 0;1, \quad 0;2, \ldots, 0;10.$$

Our Table 3 excerpts as follows:

Columns II and VI show selected entries from Ibn al-Shāṭir's C_4 and C_5. Columns III, IV, and V are from the *muḥkam* for the same set of γ' and for $\sigma = 0$, 0;30, and 1 respectively. Columns VII, VIII, and IX give $\Delta\delta'$ for $\Delta\sigma = 0;1$, 0;3, and 0;6 respectively. Note that

Column II + 8 = Column III,
Columns (II + VI) + 8 = Column V,

except for the seconds. Perhaps Qazwīnī used a version of *al-zīj al-jadīd* calculated to seconds.

Column IV is the mean between Columns III and V.

To calculate a lunar true position, obtain $\bar{\lambda}$, γ, and η from the mean motion tables for the given time. Now calculate γ' by using the E_3 table, and obtain σ from its table. With these γ' and σ enter the *muḥkam* table to get δ'. Finally,

$$\lambda = \bar{\lambda} - 8^0 + \delta'$$

with addition the only arithmetic operation.

19. King, *Centaurus*, *op. cit.*, p. 134.

To eliminate the need for interpolation, Qazwīnī drastically thickened the domain of his equation table, giving a value of e at intervals of quarter degrees, instead of Ibn al-Shāṭir's one degree. Presumably the former did not calculate the table *de novo*. He added the $2;3,0^{0}$ to each value in Ibn al-Shāṭir's table and filled in the interstices by interpolation *(K. al-zīj*, ff. 28r-29r).

4. *The Lunar True Longitude*

The motion of the moon is much more complicated than the sun's in that once the mean position, $\bar{\lambda}$, a linear function of time, has been calculated it must be modified by a correction, δ, involving two independent variables. These are γ, the anomalistic argument, and η, the mean elongation, both linear functions of time. In our text the lunar true longitude is given by the equivalent of the expression.

$$\lambda = \bar{\lambda} + \delta(\gamma', 2\eta)$$

where $$\delta = C_4(\gamma') + C_5(\gamma') \cdot \sigma(2\eta),$$

and $$\gamma' = \gamma + C_3(2\eta)$$

The mode of computation is Ptolemaic, but the underlying mechanism is that of Ibn al-Shāṭir — Copernicus. The standard arrangement was to present tables of four functions, C_3, C_4, C_5, and σ, each of a single variable. These are shown graphed in Figure 2. We note that the first three are sometimes negative, and that a multiplication is required to produce λ.

In the case of C_3 the matter is easily remedied by the familiar lifting device. He defines

$$E_3(2\eta) = C_3(2\eta) + 13^{0}$$

which is everywhere positive as seen from its curve on Figure 2. The selected entries in Table 2 are, in Columns II and VI taken from Ibn al-Shāṭir's zij (ff. 35v-36r), in Columns III and VII from Qazwīnī's, and in Columns IV and VIII from results turned out by the Harvard computer. From the difference in Columns V and IX the agreement is seen to be quite good. The domain again covers every quarter degree. Again it is necessary that a correction, here -13^{0}, be applied to the epoch position of γ in order to insure that the same γ' will result whether C_3 or E_3 is used.

The interpolation function σ is always positive, hence taken over unchanged.

5. *The Lunar Muḥkam Table*

The crux of the problem is the determination of δ by operations involving only the addition of tabular values. In principle this could be accomplished by calculating an enormous, everywhere positive two-argument table of

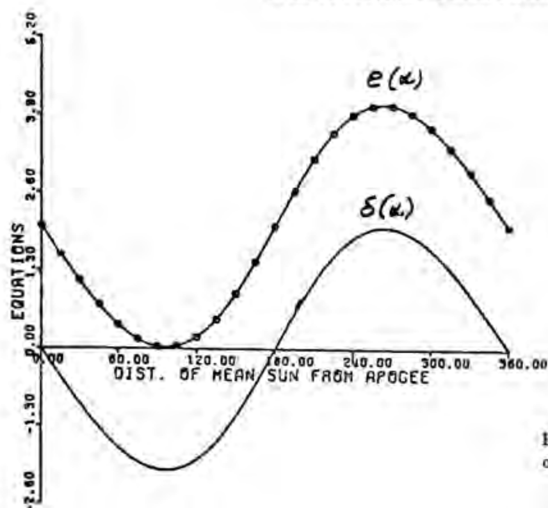


Fig. 1. The solar equation $e(\alpha)$ of Qazwīnī compared with that of Ibn al-Shāṭir, δ (α)

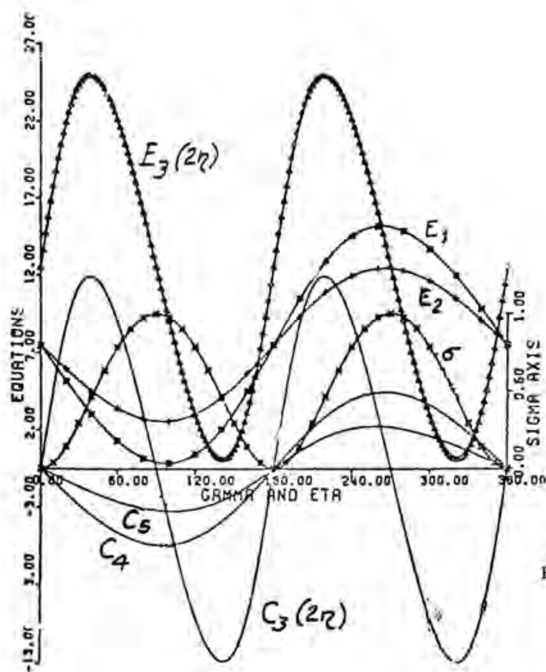


Fig. 2. The lunar equations of Ibn al-Shāṭir: C_3,C_4,C_5, and Qazwīnī; E_1,E_2,E_3, and σ.

3. *Calculation of the Solar True Longitude*

The investigation below confines itself to the systems used for the two luminaries only, the sun and the moon. The methods applied to the latter resemble those for the other planets. In all cases the underlying models are non-Ptolemaic, having been worked out by Ibn al-Shāṭir. They have been adequately described in the reference already cited. Like Qazwīnī, we assume their definitions, considering only their reduction to numerical results.

The solar longitude is

(1) $$\lambda = \lambda_a + \alpha + \delta(\alpha),$$

where λ_a is the apsidal longitude, and α is the mean longitude measured from the apogee. Both are linear functions of time, and for any desired instant are formed by adding properly chosen entries from the mean motion tables.

The only difficulty is offered by δ, the "equation" (*taʿdīl*). Ibn al-Shāṭir's δ is shown as the lower curve of Figure 1, and selected values from a copy of his *al-zīj al-jadīd* (Bodleian Ms. Seld. A. inf. 30, f. 31v) have been transcribed in Column II of Table 1 below. Note that for half the span the function is negative, necessitating a subtraction rather than an addition. Moreover, should the argument, α, turn out to be non-integer, a linear interpolation would be called for. However trivial, this involves multiplication and division.

Qazwīnī got around these difficulties by using two expedients. He eliminated the subtraction by adding a constant to Ibn al-Shāṭir's δ sufficiently large to make the resulting function everywhere positive. Thus Qazwīnī's solar equation table is

$$e = \delta + 2;3,0^0 \quad .$$

The resulting function is shown as the upper curve of Figure 1, and values corresponding to those of Ibn al-Shāṭir have been transcribed to Columns III and VI of Table 1. To check the precision of these values a program was written and run at the Harvard University computer center to recalculate Qazwīnī's table of $e(\alpha)$ using Ibn al-Shāṭir's parameters. The results have been excerpted in Columns IV and VII of the same table. Differences between corresponding pairs of values rarely exceed four seconds of arc.

To compensate for the constant by which the equation was increased, the same number was subtracted from the mean longitude at epoch so as to yield the same true longitude as expression (1). That is

$$\lambda = \lambda_a - 2;3,0^0 + \alpha + e(\alpha)$$

This procedure was a stock device in astronomical computation, appearing already in the ninth century.[18]

18. E. S. Kennedy and Hala Salam, "Solar and Lunar Tables in Early Islamic Astronomy", *Journal of the American Oriental Society*, 87 (1967), 492-497.

Such work was indeed carried through in the Middle Ages.[13] Rather, al-Qazwīnī was one of the last participants in a quite different tradition. Workers in this field, accepting the models as valid, set themselves the objective of converting the abstract machinery into numerical results. In particular, they sought to ease the task of the individual computing planetary positions to the extent that, ideally, the job became a sequence of

1. looking up values in numerical tables, and
2. adding pairs of numbers.

These activities are to be regarded as computational mathematics rather than astronomy. They were widespread in the medieval Middle East, and have been the subject of several studies in recent years.[14]

2. *The Source*

Our author's full name is ᶜAbd al-Raḥīm al-Qazwīnī, Ibn al-Mullā ᶜAbd al-Karīm al-shahīr bi al-ᶜAjamī, and his work here studied is called *Kitāb al-zīj fī al-falak* (The Book of the Tables of Astronomy). The copy used is Berlin Ms. 5762, described briefly by Ahlwardt[15] and mentioned by Brockelmann.[16] The little that is known about Qazwīnī's life has been inferred from his writings. Ẓāhiriyya Ms. Falak 10378, containing prayer tables, states that, like Ibn al-Shāṭir three centuries before him he was a muwaqqit (time keeper) at the Umayyad mosque in Damascus. The year 1019 A. H. (=1610 A.D.) fixing his lifetime is the epoch of his planetary tables (*K. al-zīj*, f. 19v), and this is confirmed by a marginal note (f. 14r) stating that the author calculated the longitude of the fixed stars as of 1020 A.H. He composed at least two other astronomical treatises, both using the models of Ibn al-Shāṭir. Their names are given (f. 1r, *K. al-zīj*) as (1) *al-ḥabtaq fī al-taqwīm al-muṭlaq* (= *al-ḥabtaq* for planetary positions) and (2) *al-rawḍ al-zāhir bi-ḥall wa'ikhtiṣār zīj ibn al-Shāṭir* (lit. the flower garden, which is the solution and the summary of the *zīj* of Ibn al-Shāṭir).[17] Dr. David King states that the Cairo Ms. attributed by Brockelmann[16] to Qazwīnī is in fact not by him.

13. For examples, see A. Sabra and N. Shehabi, Ibn al-Haytham: *Al-shukūk ᶜala Baṭlamyūs* (Cairo, 1971); Ibn al-Shāṭir, *Nihāyat al-Sūl* (unpublished English translation by Victor Roberts, the papers of Hartner cited above, and E. S. Kennedy and I. Ghanem, *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir*, Aleppo,1976).

14. See, e.g., M. Tichenor, "Late Medieval Two-Argument Tables for Planetary Longitudes", *Journal of Near Eastern Studies*, 26 (1967), 126-128; Jensen, op. cit.; G. Saliba, "The Double-Argument Lunar Tables of Cyriacus", *Journal for the History of Astronomy*, 7 (1976), 41-46; O. Neugebauer, "Studies in Byzantine Astronomical Terminology", *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S. 50 (1960), 1-45.

15. W. Ahlwardt, *Verzeichnis der arab. Hss. der königlichen Bibliothek zu Berlin*, Vol. 5 (Berlin, 1893). Dr. D. King brings to my attention another incomplete copy of this work, mis-catalogued at the Ẓāhiriyyah library in Damascus, which I have not yet seen.

16. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Literatur* (Leiden, 1943), vol. II, p. 413. Brockelmann does not mention the other two works of this author, kept in Princeton Yehuda 3152 and Ẓāhiriyyah Falak 10378.

17 Titles such as *ᶜāṭir* or *zāhir* that rhyme with Shāṭir were numerous as shown by King, *DSB*, *op. cit.*, which attests to the influence and popularity of Ibn al-Shāṭir.

Computational Techniques in a Set of Late Medieval Astronomical Tables

GEORGE SALIBA*

1. *Introduction*

It is a commonly held opinion that the decline of Islamic science coincided with the rise of al-Ghazzālī in the early twelfth century. This notion can be maintained only at the risk of neglecting the important work of such people as Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī (d.1274 A.D.)[1], Ibn Maḥfūẓ al-Baghdādī (fl. ca. 1295)[2], Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī (d. 1311)[3], Ibn al-Shāṭir (d. ca. 1375)[4], Qāḍī Zāda al-Rūmī (ca. 1436)[5], Jamshīd Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī (d. 1429)[6], and Ulugh Beg (ca. 1440)[7], to name only some major figures and only in the East. Less well-known individuals are Ibn al-Majdī[8] and Shams al-Dīn al-Ṣūfī[9], both of fifteenth century Egypt, and ᶜAbd al-Raḥmān al Ṣālihī (15-16 th centuries)[10], Ibn Zurayq (fl. ca. 1400), Ibn al-Kayyāl (fl. ca. 1550)[11], al-Nābulsī (fl. ca. 1590)[12], and ᶜAbd al-Raḥīm al-Qazwīnī (fl. ca. 1610), all working in Damascus.

This paper elucidates some aspects in the work of the savant last named above. It is also a contribution in support of the claim that Islamic astronomy, if not science generally, retained its vigour well beyond the time of al-Ghazzālī, down through the seventeenth century.

The material to be described does not involve reform or improvements in the abstract models used to describe the motions of the heavenly bodies.

* Department of Near Eastern Languages and Literature, Faculty of Arts and Sciences, N.Y.U., Washington Square, New York City 10003.

1. H. Suter, *Die Matematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke* (Zurich 1900), No. 368. The main works discussing the contributions of Ṭūsī are now listed in the short biography in the *Dictionary of Scientific Biography* (New York, abbreviated hereafter *DSB*). Add the two important articles by Willy Hartner: "Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's Lunar Theory", *Physis* 11 (1969), 287-304, and "Copernicus, the Man, the Work, and its History", *Proceedings of the American Philosophical Society*, 117 (1973), 413-422.

2. Claus Jensen, "The Lunar Theories of al-Baghdādī", *Archive for History of Exact Sciences*, 8 (1972), 321-328, and Suter, No. 490.

3. S. H. Nasr, *DSB*, *s.v.* Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī.

4. D. King, *DSB*, *s.v.* Ibn al-Shāṭir, esp. the bibliography section which updates the literature on Ibn al-Shāṭir.

5. H. Dilgan, *DSB*, *s.v.* Qāḍī Zāda al-Rūmī.

6. A. P. Youschkevitch & B. A. Rosenfeld, *DSB*, *s.v.* al-Kāshī, with excellent bibliography.

7. T. N. Kari-Niazov, *DSB*, *s.v.* Ulugh Beg.

8. D. King, "A Double Argument Table for the Lunar Equation Attributed to Ibn Yūnus", *Centaurus*, 18 (1974), 129-146, esp. p. 131.

9. *Ibid.*

10. D. King, *DSB*, op. *cit.*

11. *Ibid.*

12. *Ibid.*

4. Kennedy, E. S., "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S. 46, Pt. 2, Philadelphia, 1956.

5. Kennedy, E. S., and Hamadanizadeh, Javad, "Applied Mathematics in Eleventh-Century Iran: Abu Jaᶜfar's Determination of the Solar Parameters", *The Mathematics Teacher*, 58 (1965), 441-446.

6. Neugebauer, O., *The Exact Sciences in Antiquity*, 2d, ed., Providence, 1957. There exist paperback printings by Harper, 1962, and by Dover, 1962.

7. Salam, Hala, and Kennedy, E.S., "Solar and Lunar Tables in Early Islamic Astronomy", *Journal of the American Oriental Society*, vol. 87 (1967), p.p. 492-497.

8. Sayili, A., *The Observatory in Islam*, Türk Tarih Kurumu Basimevi, Ankara, 1960.

9. Suter, H., "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften* .... X Heft, Leipzig, 1900.

In order to show the degree to which Ibn al-A^clam was an innovator, the first and second columns of the table give respectively the maximum equations of Ptolemy's Almagest, the greatest work of ancient and medieval astronomy, and al-Battānī [1], Ibn al-Aᶜlam's able predecessor. Out of the total of thirteen parameters in the table, Ibn al-Aᶜlam has altered seven from the Ptolemaic values. The apparent increase of two minutes in the epicyclic equation of Mercury does not imply an increase in the underlying function – the table in which it occurs has been calculated with values more closely spaced than in the Almagest, hence the table maximum is slightly closer to the maximum of the function.

The change in the solar equation is not surprising, and may well be based upon observations. The technique for deriving the sun's parameters is straightforward, and was applied by several Islamic astronomers, e.g. Abū Jaᶜfar in [5].

What is unique is the large number of alterations in the planetary equations. Almost all medieval astronomers took over the Ptolemaic values without question. No explanation is available giving Ibn al-Aᶜlam's reasons for the changes he effected, and according to al-Bīrūnī (in [2], p. 35) no explanation was ever written.

Bibliography

Manuscript Sources

A. Aya Sofya (Istanbul) MS 2694. Al-Zīj al-muḥaqqaq al-sulṭānī ᶜalā uṣūl al-raṣad al-īlkhānī (in Persian), by Muḥammad b. ᶜAlī, Shams al-Munajjim al-Wābkanwī.

B. Bodleian MS Or. 218, 1. Al-Sirr al-maktūm fi-l-ᶜamal bʾil-zīj al-manẓūm, a commentary by the geographer Abu al-Fidāʾ upon a zīj in verse.

C. Escorial Codex Arabe 927. Al-Zīj al-Maʾmūnī l'il-mumtaḥan, by Yaḥyā b. abī Manṣūr.

D. Paris BN Arabe 2486. A zīj, by Jamāl al-Dīn abū al-Qāsim Maḥfūz al-Munajjim al-Baghdādī.

E. Paris BN Arabe 2513. An anonymous recension of the Muṣṭalaḥ Zīj, (F) below.

F. Paris BN Arabe 2520. Kitāb al-zīj al-muṣṭalaḥ li ibn Yūnus. The attribution on the title page is false, the work being an anonymous thirteenth century Egyptian zīj.

G. Paris BN Arabe 5968. Dastūr al-munajjimīn, an anonymous compilation of chronological and astronomical materials.

H. Paris BN Suppl. Pers. 1488. Zīj-i ashrafī (in Persian), by Muḥammad b. abī ᶜAbdallāh Sanjar al-Kāmilī, Sayf-i Munajjīm.

Published Materials

1. *Al-Battānī sive Albatenii Opus Astronomicum*, edited and translated by C. A. Nallino, 3 vols., Milan, 1899-1907.

2. *Al-Bīrūnī on Transits*, a study of an Arabic Treatise entitled *Tamhīd al-mustaqarr litaḥqīq maᶜnā al-mamarr*, translated by Moḥammad Saffouri and Adnan Ifram with a commentary by E. S. Kennedy, American University of Beirut, 1959.

3. Caussin de Perceval, "Le livre de la grande Table Hakémite... par Ebn Iounis...", *Notices et extraits des mss. de la bibl. nationale ...*, tome septiéme, Paris, an XII (=1803/4) de la republique.

corresponding entry in Table 3. This is sufficient, however, to verify the statement of Ibn Yūnus (in [3], p. 168) that Ibn al-Aᶜlam's apsidal motion amounts to one degree in seventy years (Persian years of 365 days each). For 0;0,0,8,28 × 365 × 70 = 0;0,0,8,28 × 6,5 × 1,10 = 1;0,5,23,20.

7. *Planetary Equations*

With the single exception noted below, we do not possess any equation tables from the Ibn al-Aᶜlam zīj. Since, however, several sources make it possible to assemble a reliable set of maximum equations, and since the model is Ptolemaic, it would be no great job to write a computer program to print out a complete set of Ibn al-Aᶜlam's equation tables. The maxima are shown below in the third and fourth columns of Table 4. In general there is a pair of entries for each planet, the first being the deferent equation (equation of the center) the second the epicyclic equation.

With the single exception discussed in the next paragraph, those obtained from the Ashrafī Zīj [H], in the third column, are all from tables (ff. 234-237). Hence the probability of scribal errors is nil, for the maxima have been picked from a whole range of nearby entries in each table. The values in the fourth column, inferred from remarks in Bīrūnī's "Transits" ([2], pp.26, 27, 35, 136, 147), are less secure. Generally speaking they are the same as, or very close to, the corresponding entries in the third column.

On f.229v the Ashrafī text states that in the Sanjarī zīj (No.27 in [4]) Ibn al-Aᶜlam's maximum lunar equation is 4;51°, so in calculating lunar true longitudes the table of al-Battānī may be used. But the corresponding parameter in al-Battānī's zīj is 5;1° ([1], vol. ii, p. 80). Moreover, we have found no such statement in the Vatican copy, MS Arabo 761, of the Sanjarī Zīj. We are unable to resolve this difficulty.

	The Almagest	Battānī [1]	Ibn al-Aᶜlam	
			from the Ashrafī Zīj	from Bīrūnī's "Transits"
Sun	2;23°	1;59,10°	2;0,10°	2;0,10°
Moon	5;1 13;9	5;1 13;9	4;51 13;9	4;53
Saturn	6;31 6;13	6;31 6;13	5;48 6;13	5;43
Jupiter	5;15 11;3	5;15 11;3	5;32 11;3	5;33
Mars	11;25 41;9	11;25 41;9	11;25 42;9	11;25
Venus	2;24 45;57	1;59 45;59	1;59 45;59	2;0
Mercury	3;2 22;2	3;2 22;2	3;40 22;22	3;40

Table 4. Maximum Planetary Equations

Planet	Degrees per day
sun	0;59,8,19,46,42
moon	13;10,35,2,1
lunar anomaly	13;3,53,56,12
lunar nodes	– 0;3,10,41,9
Saturn	0;2,0,35,28
Jupiter	0;4,59,16,23
Mars	0;31,26,39,36
anomaly of Venus	0;36,59,28,12,19
anomaly of Mercury	3;6,24,7,14
(apsidal motion)	0;0,0,8,28

Table 3. Planetary Mean Motions in Ibn al-Aᶜlam's Zīj

The mean rate of Jupiter is the same as that used in the Īlkhānī Zīj (No. 6) and the Khāqānī Zīj (No. 20).

For Mars also the rate shown is the same as that of the Īlkhānī and Khāqānī Zījes, and additionally the Escorial version of the Mumtaḥan Zīj (No. 51). This parameter is confirmed independently by a table in the Baghdādī Zīj ([D], ff. 85v, 86v) of mean motions for Mars specifically attributed to Ibn al-Aᶜlam. The Mars parameter given in our Table 3 does not occur as such in the Baghdādī Zīj table, but it has been shown to underly it by a process of "squeezing" the tabular entries.

Dr. David King pointed out that f. 43r of the Muṣṭalaḥ Zīj [F] is a table of the mean "center" (longitude measured from apogee) of Mars according to the doctrine of Ibn al-Aᶜlam. Squeezing of this table leads to a total motion of 1,32,50;59,17° for Mars' center in a 30-year Hijra cycle. This number is secure, for its residue modulo 360° is given, ascribed to Ibn al-Aᶜlam, on f.92r, a page of incidental astronomical parameters, in [E]. Division of this number by the number of days in the cycle yields 0;31,26,30,59,26° for the daily motion of the center. If the daily apsidal motion is added to this, there results the mean motion, 0;31,26,39,27°. This is reasonably close to the entry for Mars in Table 3, considering the imprecision of the apsidal motion, discussed below.

Again, the anomalistic motion of Venus is very close to the analogous parameter in the Īlkhānī and Khāqānī zījes.

The apsidal (or precessional) motion is so slow that even in a span of twenty years its travel in degrees involves only two sexagesimal digits. For this reason, only the two significant digits shown can be relied upon in the

According to Islamic doctrine, the apogees are fixed in the celestial sphere, hence their longitudes increase with precession. If this was the case with Ibn al-Aᶜlam, and if none of the reported values were corrupt, there should be a constant difference between corresponding elements of any two sets of apogees. The last three columns of Table 2 give the three sets of such differences between the three pairs of apogee sets.

As remarked in Section 6 below, Ibn al-Aᶜlam gave the apogees a motion of one degree in seventy years. The time elapsed between the dates assigned to columns (3) and (1) is $1303-632=671$ years. Hence the motion in this time is about $671/70=9:35^0$. The entries in column (6) do not differ far from this number. However, they are not all the same. The situation in column 5 is much worse. Now the elapsed time is $1303-1211=92$ years, and $92/70\approx1;19$. None of the entries in (5) equal this, and some are far off indeed. In column (4) also the entries for Jupiter and Mercury vary drastically from the other elements in the column. At the same time, the common terminal digit of 51 in column (1) and 19 in column (3) indicate a uniform precessional correction added at some time. Evidently some of the apsidal longitudes have been garbled in transmission, the set in column (2) being particularly bad. Nevertheless they are worth passing on, against the possibility of better copies turning up.

6. *Mean Motions*

On f.234r of the Ashrafī Zīj [H] is a table giving, to seconds of arc, the motion in twenty years of each of the planets according to each of eleven zījes. Five of these are extant, hence their mean motion parameters are at hand and provide ample control of techniques for extracting the corresponding parameters for the six zījes which are not available.

In fact, although the text says "Jalālī" years, it can be shown that what is intended is Julian years of 365 ¼ days each. Twenty of these years contain 2,1,45 days, so all that is needed is to divide this number into each of the text numbers after having added the requisite multiples of 360^0 to each of the latter. The quotients are mean angular velocities in degrees per day.

For our author the results are tabulated in Table 3 (p. 21).

The value for the solar motion is very close to the 0;59,8,19,46,51, calculated from a number given by Ibn Yūnus in [3], p. 154 (the Ḥākimī Zīj No. 14 in [4]).

This lunar motion is that of the Sanjarī Zīj (No. 27), and close to that of the Riḍāʾī Zīj writen by Abū al-Ḥasan Yazdī.

The lunar anomalistic rate given here is that of the Sanjarī Zīj.

The rate of the lunar nodes is close to the value used by Ptolemy in the "Planetary Hypotheses".

The mean rate of Saturn is the same as that of Yazdī's Riḍāʾī Zīj, and is close to the rate used by Ibn Yūnus in the Ḥākimī Zīj, No. 14.

Planet	Dastūr, (G) Yazdigird Era	Check	Ashrafī, (H) 13 March 1303	
mean sun	87;46,53°	87;14,48°	11ˢ	27;58,41°
mean moon	4;39,26	66;41,36	9	11;9,44
lunar anomaly	29;17,45	291;58,35	9	12;49,17
lunar node	304;	298;12,22	2	18;20,8
mean Saturn	239;24	224;20,6	5	0;47,41
mean Jupiter	271;33	254;38,54	3	10;45,42
mean Mars	332;46,47	311;1,8	4	2;54,1
Venus, anomaly	122;11,52	122;21,47	10	21;37,5
Mercury, anomaly	illegible		8	7;41,19

Table 1. Mean Positions at Two Dates

The elapsed time between the two epochs expressed in sexagesimals, is 1,8,3,7 days. This number was multiplied by each of the mean motions in degrees per day displayed in Table 4 below. The resulting products were subtracted from the corresponding entries in the third column and the resulting differences entered in the second column. When they are compared with the corresponding entries in the first column it is seen that at least two pairs are hopelessly divergent, and only the anomalies of Venus show good agreement.

The same two sources (on ff. 2r and 232 v respectively) give apsidal longitudes at the same two dates. They have been transcribed, in zodiacal signs and degrees, in columns (1) and (3) of Table 2. A third set of apogees, found in source [B] by Dr. David King, is given in column (2). They are said to be for the (beginning) of year 580 of Yazdigird, which corresponds to 23 January, 1211.

Planet	(1) Dastūr [G] Yazdigird Era 16 June, 632		(2) [B] 23 Jan., 1211		(3) Ashrafī [H] 13 March, 1303		(4) =(2)−(1)	(5) =(3)−(2)	(6) =(3)−(1)
the sun	2ˢ	19;30°	2ˢ	28;9°	2ˢ	29;5,19°	8;39°	0;56,19	9;35,19
Saturn	8	7;5,51	8	15;44	8	16;[55],19	8;38,9	1;11,19	9;49,28
Jupiter	5	21;4,[51]	5	19;43	6	0;57,19	−1;21,51	11;14,19	9;52,28
Mars	4	6;15,51	4	14;56	4	16;5,[19]	8;40,9	1;9,19	9;49,28
Venus	2	6;4,51	2	15	2	15;55,19	8;55,9	0;55,19	9;50,28
Mercury	7	7;2,51	7	26;32	7	16;55,19	19;29,9	−9;36,41	9;52,28

Table 2. Planetary Apogees According to Ibn al-Aʿlam

see [4], p. 134), Kūshyār b. Labbān (fl. 1010, see [4], p. 125), and Farīd al-Dīn ᶜAlī al-Bakū'ī ([4], p. 128).

As for Ibn al-Aᶜlam, we cannot say whether the tables in his zīj were of the original or the displaced type, but the probability inclines toward the former. At the top of f. 37v of [C] is an Arabic title translated as "A Table of the Equation(s) of Mars – Observation of the Sharīf Ibn al-Aᶜlam". The entries in the table are, by and large, identical with those of the corresponding table in al-Battānī's zīj, which are of the original, not the displaced variety. It seems probable that this was copied from the zīj of Ibn al-Aᶜlam. Of course the implication in the title that the table is based upon observations by Ibn al-Aᶜlam is absurd – the parameters are Ptolemaic. Dr. David King informs us that the same table (except for scribal variants), also attributed to Ibn al-Aᶜlam, appears on ff. 43v-44v of [F].

It is true that two of the equation tables in the appendix of the Ashrafī Zīj for calculating true longitudes according to the doctrine of Ibn al-Aᶜlam, are of the displaced type. These are for the first equation of Saturn (f. 234 v) and the first equation of Jupiter (f. 235v). On the other hand, the same appendix (at ff. 236v-237v) gives a complete set of equation tables for the sun and for Mercury, incorporating Ibn al-Aᶜlam's parameters, and they are of the original, not the displaced type.

At another place (f. 239r) in the Ashrafī appendix a page is entitled "Table of the Solar Equation According to the Battānī Displaced *(waḍᶜī)* Zīj". The table is indeed of the type indicated, whereas none of the tables in the published version of al-Battānī's zīj, [1] are of this kind. Hence we infer that recensions of popular zījes were sometimes made in which the tables were converted from the original into the displaced form.

5. *Epoch Mean Positions*

To calculate planetary true positions, three determinations are necessary. First, one notes the mean position at a particular epoch. Second, by using the mean motion tables, obtain the mean angular distance the object has travelled from epoch to the time in question (dropping complete revolutions). Third, use the equation tables to calculate the correction converting from mean to true position. Ibn al-Aᶜlam's material on each of these three topics is discussed in this and the last two sections respectively.

Table I below shows two sets of mean positions. In the first column are the values for Ibn al-Aᶜlam (given together with those of several other zījes) on f. 2v of the Dastūr [G] for the epoch of Yazdigird, 16 June, 632 A.D. The third column, the entries being in zodiacal signs and degrees, is from f.231v of [H] the Ashrafī zīj. The epoch of Ibn al-Aᶜlam's zīj is presently unknown.

In the main expression,

$$\Lambda = \lambda_0 + \alpha' - k_3 + c_6(\gamma') + k_3 + c_8(\alpha' - k_3 + k_3) \cdot \left\{ \begin{matrix} c_5(\gamma'), c_8 \leqslant 0 \\ c_7(\gamma'), c_8 \geqslant 0 \end{matrix} \right\} = \lambda .$$

That is, provided the imposed conditions are satisfied, true longitudes calculated by this category of tables will be the same as those using the standard variety of tables.

For the planet Mars in the Ashrafī tables [H] the upward displacement of the first equation, $k_2 = 12^0$. That of the second equation, which is also the leftward displacement of c_8, the interpolation function, $k_3 = 48^0$. The leftward displacement of the first equation, $k_1 = 60^0$, so that the condition $k_1 = k_2 + k_3$ is indeed satisfied. This is the case also for the tables for other planets examined by us, although, of course, different k's are used for different planets.

In zījes in which this type of equation tables appears it is necessary that the mean motion tables be modified accordingly. The independent variables to be fed into (1) to obtain λ are α and γ tabulated among the mean motions. If (2) is used, the entries in the corresponding tables must be decreased by k_1 and increased by k_2 respectively.

4. *Purpose and History of the "Displaced" Tables*

In the medieval literature, tables of the type used in (1) are said to be *aṣlī* (original), whereas the transformed variety appearing in (2) (which we designate with capital letters) are called *waḍʿī* (relating to position, positivistic, etc.) which we call "displaced." Evidently the reason for working them out was to ease the task of the astronomer or astrologer who calculates planetary positions for almanacs or horoscopes. In (1) the first and second equations, c'_3 and c_6, take on (as we would put it) both negative and positive values. The medieval user of (1), not having the concept of negative numbers at his disposal, must continually bear in mind a complicated set of rules as to when a particular term is to be added and when subtracted. Expression (2) is easier to use because in it C'_3 and C_6 are always positive. By no means does the use of (2) eliminate all subtractions, since c_5, c_7, and C_8 still take on negative values, but there are fewer than with (1). The displaced tables are typical of a pervasive tendency in Islamic science to provide extensive and elegant numerical tables for the convenience of practitioners. The underlying astronomical theory is neither questioned nor affected.

The techniques sketched here were already being used in ʿAbbasid times. The lunar equation tables in the zījes of Ḥabash al-Ḥāsib (fl. 850, see [4], p. 126), are of the displaced type. They are described in [7]. The author of the Ashrafī Zīj ([H], f. 48) has a long discussion of variant approaches in the manipulation of planetary equations. With each technique he associates an originator, naming, e.g. the well-known Abū al-Wafāʾ al-Buzjānī (fl. 970,

Figure 1. — Original and displaced equations of Mars.

Finally, a horizontal translation of the interpolation function c_8 by the distance k_3 to the left carries it into C_8. I.e., $C_8(x) = c_8(x+k_3)$.

To calculate a true longitude by using tables of this sort, form

$$(2) \qquad \Lambda = \lambda_0 + A' + C_6(\Gamma') + C_8(A') \cdot \begin{cases} c_5(\Gamma'), & C_8 \leqslant 0, \\ c_7(\Gamma'), & C_8 \geqslant 0, \end{cases}$$

where $A = \alpha - k_1$, $\Gamma = \gamma + k_2$, $A' = A + C'_3(\mathrm{A})$, $\Gamma' = \Gamma - C'_3(\mathrm{A})$.

We proceed to express (2) in terms of the lower case symbols rather than the capitals which appear, making use of the transformations already given and imposing additionally the condition that $k_1 = k_2 + k_3$.

$$\begin{aligned} A' &= A + C'_3(A) = A - c'_3(A+k_1) + k_2 = \alpha - k_1 - c'_3(\alpha - k_1 + k_1) + k_2 \\ &= \alpha - c'_3(\alpha) + k_2 - k_1 = \alpha' - k_3 . \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Gamma' &= \Gamma - C'_3(A) = \Gamma - (-c_3(A+k_1) + k_2 = \gamma + k_2 + c_3(\alpha - k_1 + k_1) - k_2 \\ &= \gamma + c_3(\alpha) = \gamma' . \end{aligned}$$

When numbers are represented in sexagesimals in the sequel the now standard convention is applied whereby digits are separated by commas, and the "sexagesimal point" is represented by a semicolon.

2. *Ptolemaic Planetary Equation Tables*

In the Almagest, and in the large number of astronomical tables modeled directly upon it, planetary true longitudes are calculated by applying the expression

$$(1) \qquad \lambda = \lambda_0 + \alpha' + c_6(\gamma') + c_8(\alpha')\cdot\begin{cases} c_5(\gamma'), & c_8 \leq 0, \\ c_7(\gamma'), & c_8 \geq 0, \end{cases}$$

where $\gamma' = \gamma + c'_3(\alpha)$, and $\alpha' = \alpha - c'_3(\alpha)$.

λ_0 is the longitude of the planet's apogee; α is the "center" (Arabic *markaz*), the planet's mean longitude measured from the apogee; and γ is the argument of the epicyclic anomaly. All three of these variables are linear functions of time, and can be obtained from the mean motion tables of the zīj being used.

The function c'_3 is the equation of the center, the "first equation" of the Islamic literature; c_6 is the epicyclic equation, the "second equation," calculated for the epicycle at mean distance. The last term of (1) is a modification introduced to take account of the fact that in general the epicycle is not at mean distance. c_8 is an interpolation function varying between +1 and −1. c_5 and c_7 are, for fixed values of γ', the decreases and increases in c_6 engendered by shifting the epicycle from the mean to its greatest and least distances respectively.

Graphs of these functions for the planet Mars are shown on Figure 1; the configurations defining them are to be found in [6], pp. 198-202. There α' is not defined, and the argument of c_5 and c_7 is the unmodified α. But in the Ashrafī Zīj [H] the use of α' is explicit.

3. *"Displaced" Equation Tables*

In many zījes some of the functions tabulated for the calculation of planetary tables differ from those described above. As with the standard Ptolemaic tables there are five functions for each planet, and of these c_5 and c_7 reappear. The function analogous to c_6, the epicyclic equation, we call C_6. For the planet Mars it also has been plotted on Figure 1. It has the same shape as c_6, but has been displaced upwards a distance k_3 which has a different value for each planet. That is, for any x, $C_6(x) = c_6(x) + k_3$.

The function corresponding to c'_3 appears in the figure with the label C'_3. The elements of this pair of curves are also related, but in a more complicated fashion than c_6 and C_6. To transform c'_3 into C'_3, invert the former, then translate it upward a distance k_2 and to the left a distance k_1. In symbols, $C'_3(x) = -c'_3(x + k_1) + k_2$.

The Astronomical Tables of Ibn al-Aᶜlam

E. S. Kennedy*

1. *Introduction*

In studying the history of medieval astronomy, some significance attaches to a category of documents called zījes. These are collections of numerical tables which made it possible for the possessor of one to solve the standard astronomical-astrological problems of his time. The total number of such handbooks produced from the eighth through the fifteenth centuries amounted to something over a hundred and fifty, of which perhaps half are extant. Among the zījes which seem to have disappeared is the one known variously as the Zīj al-Sharīf, al-Zīj al-ᶜAḍudī, and ambiguously, as al-Zīj al-Baghdādī. It has been given the number 70 in the list in [4], now badly out of date. (References in square brackets are to the bibliography at the end of the paper).

Its author was one ᶜAlī b. al-Ḥusayn abū al-Qāsim al-ᶜAlawī, Ibn al-Aᶜlam, al-Sharīf al-Ḥusaynī, d. 985. From the title last named came one of the apellations of his zīj. From ᶜAḍud al-Dawla, Buwayhid dynast and the author's patron is the second, and from his place of residence the third. (See [9], p. 62; [8], pp. 106-8.)

Ibn al-Aᶜlam's work commanded great respect, particularly because of his observations. The literature of his time and later contains numerous references to him. The object of this paper is, by studying these references, to form as complete a notion as possible of the contents of his lost zīj. In order to do this it has been necessary first to explain certain variant forms of planetary tables widely used in the Middle Ages. Worked out by several Muslim astronomers, they were based on Ptolemaic theory, but better adapted to quick computation than those in the direct Almagest tradition. The explanation takes up Sections 2, 3, and 4 below. It is assumed that the reader is conversant with the Ptolemaic planetary models as described in, say, the first appendix of [6]. In particular we have taken over the notation there used by Neugebauer.

The concluding three sections present Ibn al-Aᶜlam's planetary parameters: epoch positions, mean motions, and equations respectively. A corollary of the investigation is the validity of Wābkanwī's allegation (in [A], f. 3r) that the famous Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī did not apply his own observations in the Īlkhānī Zīj, but took over and used mean motions of Ibn al-Aᶜlam.

Most zījes contain material on calendars, tables of trigonometric and spherical astronomical functions, geographical tables, and tables of fixed stars. No information is available on such things in Ibn al-Aᶜlam's zīj.

* The American University of Beirut, and the Smithsonian Institution Project in Medieval Islamic Astronomy, American Research Center in Egypt, 2 Midan Kasr al-Dubara, Garden City, Cairo, A.R. Egypt.

the Persians; the direction and division came in that year to the twentieth degree of Pisces[9]. And 10 years after this shift, that is, in the year 3681[10] of the Flood, there had elapsed 11 periods from the period which began 279 years before the Flood. This is the revolution of the year of the Blessed One[11], namely of the period in which we are.

And there was the completion of 12[12] periods from the period which began 279 years before the Flood — at the completion, namely, of the solar year 4041[13] of the Flood — at 2 and 5/6 hours and a fifth of 1/6 of an hour at the city Arin[14] on the Saturday which was 9 Jumādā II (namely the sixth lunar month) in the year 328 of the Arabs, which was 21 March[15] in the year 1251 of Alexander; and it was <27> Isfandārmudh (which is the twelfth[16] month of the Persians) in the year 308[17] of king Yazdijird[18]. The ascendent and the planets were equated by means of the *Zīj*, that is, the *Book of motions*, of al-Khwārizmī[19] according to the master of the Indians at the center of the world[20]; at the city Corduba they are 10 and 2/3 hours of the night[21] of the afore-mentioned Saturday[22]. The lord of the period from among the signs was Cancer, the lord from among the planets Mercury; the degree to which the direction had come was the first degree of Aries, and the divisor was Jupiter[23].

The[24] *Liber universus* of ᶜUmar ibn al-Farrukhān al-Ṭabarī[25] is completed, with the praise of God and His aid, which master John of Seville and Luna translated from Arabic into Latin."

9. This agrees with Māshā'allāh's statement (*The Astrological History*, p. 48).

10. 3682 *D*.

11. Benedicti *H*, habenda *D*. The Blessed One is, of course, Muḥammad, who was born, according to Māshā'allāh (*The Astrological History*, p. 127), on 7 February 572; but the astrological history in Berlin Arab 5900 (*The Thousands*, p. 69) also connects the birth of the Chosen One (Muḥammad) with the Fardār of Venus and Gemini.

12. 11 *D*.

13. 4021 *D*, 4091 *H*.

14. Arim *H*. ارين is a simple corruption of اوزين or Ūzayn = Ujjayinī.

15. Maii *H*.

16. 11 *D*.

17. 369 *D*.

18. Iazdagird *H*, ierdagird *D*.

19. Alchoarizam *H*, algehar *D*.

20. For medius mundus see *The Thousands*, p. 45.

21. noctis *om*. *D*.

22. The time-difference of 2:52 A.M. minus 10:40 P.M. or 4:12 hours between Baghdad and Corduba is that used by al-Majrīṭī (see O. Neugebauer, *The Astronomical Tables of al-Khwārizmī*, Kobenhavn 1962, pp. 110-111).

23. The divisor (قاسم) is the lord of the term in which the division falls (*The Thousands*, p. 63); the first term of Aries is ruled by Jupiter.

24. The colophon is omitted by *H*.

25. Aomar Benigaii Tyberiadis *D*.

APPENDIX

This translation of the *Liber universus* is based on the printed edition (*H*) and the Digby manuscript (*D*). Only the more significant variants are noted.

"Kanaka[1] the Indian said that the beginning of the period (orbis[2]) was 279 years before the Thursday which was the beginning of the years of the Flood; and that Saturn and Cancer ruled that period; and that at the beginning of that period the division[3] and the direction[4] had come to the first degree of Aries.

Therefore, if you wish to know when this period is completed, take the years of the Flood and add 279 to them. Whatever should be the sum, cast out by 360, that is, divide by 360. If the number should be used up, the period is already completed; and if something should remain, they will be the years to come of the period which is not yet finished. While you cast out by 360, know how many times you have cast out this number. Cast out one zodiacal sign for each time, and begin from Cancer; in whichever sign the number should be used up, that sign will be the lord of the period. If you should cast out a planet for each time and begin from Saturn, that planet to which the casting out should come will be the lord of the period. If you should take the years of the Flood, add to them 279, cast out the periods (that is, divide them by 360), and a number should remain for you, cast that number out from the beginning of Aries at the rate of one degree per year. The degree to which the number should come out of (all) the degrees is the very degree to which the direction and division shall have come.

Know that 3671[5] solar years elapsed from the Flood until the conjunction shifted from the airy signs to the watery signs, that is, in Scorpio, and this was 61[6] years 3 months 15 days and 12 and 1/3 hours[7] before Yazdijird[8], the king of

1. Kankaraf *N*, Vakal *D*.
2. Orbis = فردار
3. Divisio = قسمة
4. Directio = انتهاء
5. 3682 *D*. The date of the mean conjunction of Jupiter and Saturn in Scorpio at the required shift was 12 December 570; see *The Astrological History*, p. 98. But the significant vernal equinox was taken to be that of 19 March 571.
6. 60 *H*.
7. Māshā'allāh gives the interval as 61 years 2 months 17 days and 16 hours (*The Astrological History*, p. 48), to which must be added 5 epagomenal days (*ibid.*, p. 100); but his computation is wrong. The interval from 19 March 571 till 16 June 632 includes 61 Julian years and 90 days or 61 Persian years and 105 days; and 105 days equal 3 Persian months and 15 days. The remaining 12:20 hours represent the time-difference between the computed hour of the vernal equinox on 19 March 571 and the hour at which the era of Yazdijird III began.
8. Iazdagird *H*, redargui *D*.

For Heller's edition of al-Jahānī begins the addition (the *Liber universus)* with the words: *Dixit Kankaraf Indus*, which imply the Arabic : قال كنكه رب الهند . But the Digby manuscript begins: *Dixit Vakal Indus*, which suggests : قال : وقال الهند . Since Kanaka the Indian was apparently in Baghdad contemporaneously with ᶜUmar and Māshā᾽allāh, and was interested in astrological history, I am inclined to accept the reconstruction of the Arabic original supported by Heller's text. Then ᶜUmar's little treatise (assuming that it really is his) began with a paragraph citing Kanaka's opinion; this was followed by a second paragraph spelling out the practical computations that result. The third paragraph gives chronological data relevant to the birth of Muḥammad and to the commencement, in 580 A. D., of the Mighty Fardār current during ᶜUmar's lifetime; most of the material in this third paragraph is found also in Māshā᾽allāh's كتاب في القرانات written in about 810 A.D.[18]

But the last paragraph gives as the date of the commencement of the current Mighty Fardār Saturday 9 Jumādā II, 328 A.H. = 21 March 1251 A. A. (Seleucid Era) = <27> Isfandārmudh 308 A.Y. at 2:52 A.M. at Ujjayinī (really Baghdad), which was 10:40 P.M. (Friday evening) at Corduba; this date corresponds to Friday/Saturday 20/21 March 940 A. D., which does indeed mark the commencement of a new Mighty Fardār. The text also refers to a horoscope for that time (not given in John's translation) cast by means of the *Zīj* of al-Khwārizmī according to the master of the Indians[19], and it has utilized the time-difference between Baghdad and Corduba that appears in al-Majrīṭī's revision of that *Zīj*. The text of ᶜUmar's *Liber universus* that John of Seville translated in ca. 1125-1140 A.D., therefore, had been revised by someone able to use the version of al-Khwārizmī's *Zīj* made by al-Majrīṭī towards the end of the tenth century.

Thus an examination of the history of the *Liber universus* has allowed us to establish the true extent of ᶜUmar's *De nativitatibus* while casting into doubt the identity of its Latin translator; to suggest that Kanaka the Indian described the Mighty Fardārs and their relation to the epoch of the Flood/Kaliyuga before either ᶜUmar or Māshā᾽allāh — that is, probably in the 790's; and to remove al-Jahānī from any further implication in this particular astrological doctrine.

18. *The Astrological History*, p. 113. On Māshā᾽allāh see further D. Pingree, *DSB* 9, New York 1974, pp. 159-162.

19. For the Indian origin of al-Khwārizmī's *Zīj* see now D. Pingree, "The Indian and Pseudo-Indian Passages in Greek and Latin Astronomical and Astrological Texts," *Viator* 7 (1976), 141-195, esp. 151-169.

based as they are on Ptolemy, Dorotheus, and Māshā'allāh, fits in admirably with what one expects from the pen of ᶜUmar al-Ṭabarī.

There are also at least 16 manuscripts of the *De nativitatibus*[8], of which the earliest are of the thirteenth century. In some of these manuscripts[9] it is followed by a *Liber universus* also ascribed to ᶜUmar and definitely translated by John of Seville; it is the colophon to this work that has led scholars beginning with the author of the catalogue cited in footnote 3 to attribute the translation of the *De nativitatibus* also to John. In fact, the *Liber universus* is quoted as a part of the *De nativitatibus* by the author of a text written in about 1351 and preserved in an Erfurt manuscript[10] and by the author of another text written at Newminster in 1428.[11]

The *Liber universus* contains a discussion of the Mighty Fardārs or periods of 360 years, whose epoch was 11 February -3380 or 279 years before the Flood — that is, before the Indian Kaliyuga which began at midnight of 17/18 February -3101[12]. The Mighty Fardārs are ruled by successive signs (beginning with Cancer) and planets (beginning with Saturn). Concurrently a Qisma and Intihā' rotate at the rate of 1^0 per year; they start at Aries 0^0 in -3380[13].

The *Liber universus* in John's translation was also appended, without the colophon, to the translation by Gerard of Cremona of the *De diversarum gentium eris, annis ac mensibus, et de reliquis astronomiae principiis* of al-Jahānī (al-Jayyānī)[14] which was published by Joachim Heller[15]. Since al-Jahānī wrote in Arabic in the second half of the eleventh century, he could not have included the Latin version of ᶜUmar's work in his book; and I[16] and others[17] have been wrong in assigning to him the reference therein to Kanaka (Kanka) the Indian.

8. Carmody lists 17 manuscripts, of which two (Vat. Pal. 1363 and Vienna 10745) seem to be of other works, while he has missed Venice Marciana 343 ff. 131-134 (Thorndike, 33).

9. Thus Madrid BN 10053 of the thirteenth century on f. 141v (the explicit of the *De nativitatibus* is on f.141) (see J. M. Millás Vallicrosa, *Las traducciones orientales en los manuscritos de la Biblioteca Catedral de Toledo*, Madrid 1942, pp. 200-201); Dijon 1045 of the fifteenth century on f. 71v (see *Catalogue général des manuscrits, Départements*, vol. 5, Paris 1889, p. 270); and Oxford Digby 194 (ff. 96v-98 were copied by T. Brown at Bruges on 31 August 1425) on f. 127v (formerly f. 147v).

10. Edited in E. S. Kennedy and D. Pingree, *The Astrological History of Māshā'allāh*, Cambridge, Mass. 1971, p. 188.

11. Ibid., p. 191. The conjunction that the author there claims to have been mentioned by "Ovidius tertio de Vetula" is that described in pseudo-Ovid,*De vetula* III 611 sqq. (ed. D.M. Robathan, Amsterdam 1968).

12. For Māshā'allāh's doctrine see *The Astrological History*, pp. 48 and 99-100, and D. Pingree, *The Thousands of Abū Maᶜshar*, London 1968, pp. 41-42 and 68-70. For Abū Maᶜshar's adaptation of the Mighty Fardār to his own chronology see *ibid.*, pp. 60 and 66.

13. For Māshā'allāh see *The Astrological History*, pp. 48, 54, 56, and 99-100; for Abū Maᶜshar's adaptation, see *The Thousands*, pp. 59 and 65.

14. See Y. Dold-Samplonius and H. Hermelink in *DSB*, vol. 7, New York 1973, pp. 82-83.

15. Nürnberg 1549.

16. *The Thousands*, p. 41 fn. 3; *DSB*, vol. 7, New York 1973, pp. 222-224.

17. E. g., H. Hermelink, "Tabulae Jahen", *AHES* 2 (1964), 108-112, esp. 110.

The "Liber Universus of ᶜUmar Ibn al-Farrukhān al-Ṭabarī"

David Pingree*

Though ᶜUmar was one of the leading astrologers of the early ᶜAbbāsid period[1], several of his most important works no longer survive in Arabic. One of these seems to be the *Kitāb fī al-mawālīd* in three books[2], of which a Latin translation is commonly ascribed to John of Seville[3].

This Latin translation was published five times in the sixteenth century[4]. It was first edited by Luca Gaurico[5], who added a separate treatise, the *De interrogationibus*, also attributed to ᶜUmar in the Latin[6], as a fourth book. The translation of the *De interrogationibus* by Salomon with the help of the Jew, the son of Abaumet (?), was completed, according to Gaurico's text : *currente anno ab incarnatione Christi* 1217, *Indictione* 5, *tertio die intrante Augusto, annis Arabum* 613 *et menses* 4 *annis* 14, *ultimo die mensis qui est Rabe secundus*. This text is obviously corrupt, but an approximate dating is possible. In 1216 (= 1217 current) A.D. 1 August fell on a Monday, not a Tuesday; and 14 Rabīᶜ II, 613 A. H. corresponds to 31 July 1216. The translation, therefore, must have been completed on 1 or 2 August 1216. But Salomon's translation of the *De interrogationibus* is not a part of the *De nativitatibus*. The latter work, by itself, was edited by Nicholas Pruckner[7]. His edition of the three books,

*Brown University, Providence, R.I., 02912, U.S.A.

1. M. Ullmann, *Die Natur-und Geheimwissenschaften im Islam*, Leiden 1972, pp. 306-307, and D. Pingree in *Dictionary of Scientific Biography* (henceforth *DSB*), vol. 13, New York 1976, pp. 538-539.

2. Its relation, if any, to the work on ff. 162v-172v of Nuruosmaniye 2951 (M. Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker," *QS* B 3 (1936), 437-532, esp. 445) remains to be investigated.

3. The earliest attribution is in a "catalogus librorum ab Arabis scriptorum quos forsan transtulerat Iohannes Hispalensis in Latinum" preserved in a thirteenth century manuscript and published by L. Thorndike, "John of Seville," *Speculum* 34(1959), 20-38, esp. 37-38. The forsan in the title of this catalogue emphasizes its lack of authority. Yet F.J. Carmody, *Arabic Astronomical and Astrological Sciences in Latin Translation*, Berkeley-Los Angeles 1956, pp. 38-39, even claims that the translation was made by John in 1127. The colophons in the manuscripts and printed editions that I have been able to check do not ascribe the translation of the *De nativitatibus* to John, but only that of the *Liber universus*.

4. The second edition listed by Carmody (Venice 1509) is not of the *De nativitatibus*, but of the *Liber novem iudicum* which contains many chapters on interrogations ascribed to ᶜUmar.

5. Venice 1503, 1515, and 1525.

6. But it includes a reference to Abū Maᶜshar, and therefore is at best an expanded version of a work of ᶜUmar.

7. Basel 1533 and 1551.

For the last two decades, my attention and intellectual inquisitiveness have been directed towards the bountiful history and philosophy of the Arabic-Islamic civilization. Precious treasures within this great heritage *(turāthī)* began to unfold upon studying the original manuscripts that survived and which constitute only a small fraction of the contributions of those bygone centuries. My research on the history of Arabic pharmacy and medicine has proved most worthwhile with still ample opportunities for many. The other fields of science and technology are most rewarding and inviting as well.

It is a surprising fact that numerous historians and scholars in the past and present have seen nothing that is worth their while in this civilization. And in their study of or writing on human cultures they pass directly from the Greco-Roman period to the European Renaissance as if nothing took place in the history of science and technology from the fall of Rome in the late fifth century to the fall of Constantinople in the fifteenth. They openly criticize the entire Arabic-Islamic period, avoiding facts and figures. Not knowing the language and its ramifications, this culture remains a closed chapter to them, a fact that in itself constitutes a barrier and a stumbling block. Many others, despite the evidence of new findings, prefer to stay in the dark as regards the true nature and extent of this civilization. They have no taste for "this foreign culture" and lack the desire or the initiative to investigate and discover it.[8]

This Journal:

For our part, in this journal, we shall endeavor to be fair and accommodating to all, to our supporters, but also to any who may who may lack enthusiasm for Arabic-Islamic accomplishments. We shall strive for the highest level of scholarship and accuracy.

Articles are welcome in English and French with Arabic summaries, and in Arabic with English summaries. Each essay or query will be reviewed by at least two editors or referees invited by the editors so as to secure first-class contributions. In addition to its appeal and high quality, we aim to make this Journal a ready and reliable reference to historians and scholars interested in Arabian and Islamic culture the world over.

As this new enterprise gets underway, new difficulties crop up daily. These we strive to surmount. Meanwhile we bespeak indulgence combined with constructive criticism from all. We anticipate, as time passes, a rapid and substantial increase in the number of subscribers and contributors.

We close this inaugural editorial with an expression of gratitude to the Board of Editors and to the Advisory Editors. Even more of their time will be called upon in the future if our journal is to grow and to prosper.

Washington, D.C. January, 1977 **Sami K. Hamarneh**

8. Claudius F. Mayer, "The Collection of Arabic Medical Literature in the Army Medical Library", *Bulletin of the Medical Library Association*, 30 (1942), pp. 96-99; Aldo Miolo et al., *La Science arabe et son rôle dans l'évolution scientifique mondiale*, Leiden, Brill, 1938, pp. 228-256; and Lynn Thorndike, "Latin Manuscripts of works by Rasis at the Bibliothèque Nationale, Paris", *Bulletin of the History of Medicine*, 32 (1958), 54-67, confirming the Arabic influence on educational institutions and circles in the Latin West.

inclusion of many nations with provincial tongues and dialects.[6] Hence let none be disturbed when we refer to Arabic. This was the *lingua franca* of science and technology, not to mention the other fields of learning, throughout the Islamic domain for several centuries. Add to this the fact that Arabic has a remarkable proficiency, clarity, elegance and facility to embrace and articulate all the developing scientific and technical knowledge, with a great potential for expansion. This language inevitably became a convenient medium, not only for the religious forms and ordinances of Islam, but for the needed unity, uniformity and direction of all aspects and expressions of intellectual and social life. As a result, most readers think of Muslims when Arabic is mentioned, and they associate the Islamic faith with the Arabian people. One can only conclude that those who argue this matter and make an issue of it are motivated by prejudice.

The following point, in this connection, also deserves mention. For the most part, the scientific and technical know-how that developed in medieval Islam was based on earlier cultures, significantly Indian, Persian and Greek.

All men of learning then held great respect and admiration for this heritage, realizing how their roots were nourished in Greek cultural soil. In their writings and utterances, they took every opportunity to acknowledge indebtedness, genuine appreciation and enthusiastic reverence. Arabian scholars and translators, such as Abū Zayd Ḥunayn b. Isḥāq al-ʿIbādī (809-873) and his associates were careful to render their translation of the Greek writings as accurate as possible. But in the West the situation was not as commendable regarding the transmission of Arabic learning into Latin and the vernacular tongues. The translations were often inferior and defective. Furthermore, there was a lack of gratitude among the majority of the populace and within learned circles in the West. Many were even hostile and resentful of everything related to the Islamic civilization when they should have been grateful.[7]

Science Has No Boundaries:

Let us remember, what many Muslim scholars have already declared, that science and innovation know no national or religious boundaries. Knowledge is available to all who allow its bright awakening rays to touch their lives. Throughout the Islamic domain, however, it was the Arabic language that preserved the coherence, personality and originality of the nature and identity of this culture.

6. Donald Campbell, *Arabian Medicine*, Vol. 1, London; Paul, Trench, Trübner, 1926, pp. 118-162; and A. A. Khairallah, *Outline of Arabic Contributions to Medicine and the Allied Sciences*, Beirut, American Press, 1946, pp. 161-166.

7. Heinrich Schipperges, "Assimilationszentren arabischer Wissenschaft im 12. Jahrhundert", *Centaurus*, 4 (1956), 325-350; and *Die Assimilation der arabischen Medizin durch das lateinische Mittelalter*, Wiesbaden, Steiner. 1964.

In November of 1976, the new Institute was officially approved through a special decree by the President of the Syrian Arab Republic, Hafez al-Assad. Thereupon public and private financial contributions were collected to foster the activities and objectives of the Institute.[5]

Since its founding in April 1976, a resolution was enthusiastically adopted to undertake the publication of a periodical as an organ for the Institute and its cultural and educational mission. It was overwhelmingly endorsed by the participants of the Symposium, and by the University President, teaching staff, and friends. Its international board of editors will review and supervise its policy and objectives, and provide with other colleagues and arabists accepted critical and unbiased studies, bibliographical notes, and queries for publication in the journal. They will also encourage cooperative endeavors and investigations to utilize all available resources so as to increase and diffuse the knowledge of this culture among our readers around the world.

Why Called Arabic-Islamic?

Our efforts are focused on studies and investigations to rediscover and evaluate scientific and technical activities, most of which were carried out and recorded under Islamic patronage and aspiration. By and large, it was the Muslim rulers who sought scholars of various backgrounds and religious convictions, and encouraged and sponsored their intellectual pursuits and productivities. More than any other rulers of medieval times, they generously supported education and created interest and incentives in support of scientific activities and technical skills among all their subjects regardless of ethnic origins or religious affiliations. The vehicle of communication in learning, trade, politics and religion, however, was Arabic, the language of the Qur'ān, the holy book of Islam, revered and upheld as God's revelation and His word by all Muslims.

In this journal, it should be stated, there will be a conscientious attempt to avoid religious and political involvements, deliberations, debates or quibbles. This is an organ for researchers in scientific and technical matters and will treat the same objectives, rationally and with an open mind and heart. But we shall insist that our aim is strictly to appraise literary, archeological, scientific and technical contributions that were originally written mainly in Arabic, but also in Persian, Turkish or Urdu. Thus for a more flexible attitude and to respect both the language media as well as the civilization, it seems appropriate to use such terms as Arabic (Persian, Turkish or Urdu) – Islamic legacy for a more general application. Those who are invited to participate and contribute should necessarily and justly be qualified and knowledgeable in these languages and the culture that revolved around them. They should be able to examine and consult original sources for the purpose of evaluating their contents and contributions.

Arabic And Latin Compared:

For analogy we can look at the use of the Latin language in Europe from the Middle Ages up to the close of the Renaissance period. It was the language of teaching and of the learned throughout Western Europe. No one then or now, would ever have objected to naming it a Latin western culture, despite the

5. *Ibid.*, No. 3, November, 1976.

shadows of prejudice and misunderstanding for a long time.[2]

In the late eighteenth and nineteenth centuries several scholars, especially in Europe, became interested in the Arabic-Islamic culture. They began to uncover some of the Arabic writings hidden away in libraries, mosques and private depositories. In the present century, furthermore, the circles of researchers and investigators of this past have widened to include many more nations in the East and West, among whom are historians of science and technology of the Arab and Muslim world.

Stimulated by these new discoveries at about the middle of the nineteenth century, several periodicals and series of publications devoted to oriental studies began to appear. They carried important articles, and annotated first editions, thereby bringing to light these newly found treasures.[3] Soon other printing houses, as well, made it a point to publish these studies, and new oriental societies adopted and propagated such endeavors. To all of them, past and present, we acknowledge due recognition and gratitude.

Until now, however, there has never been a periodical solely devoted to the history of Arabic-Islamic science and technology. These fields, we believe, are of utmost significance for an understanding of the place of Arabic civilization in history, and for an appreciation of its contributions to the culture of mankind.

Founding of the Institute for the History of Arabic Science:

On the first day of the assembly of the "International Symposium for the History of Arabic Science" held at the University of Aleppo, April 5-12, 1976, the newly established Institute, (abbreviated IHAS) was inaugurated. The opening ceremonies at its headquarters in the University were attended by delegates from 20 countries together with Syrian officials and colleagues. One of the basic goals of the Symposium was to make known the Arabic scientific and technical heritage. This should be carried out through intensive, cooperative research and investigations of the original, primary sources by qualified scholars. Thereupon, an honest and accurate evaluation of this culture will be possible and fruitful.

Once the creative efforts of the medieval Arabic-Islamic civilization are understood clearly and objectively, they will serve as a challenging incentive both to succeeding generations of young Arabs, and to those interested in Islamic studies everywhere. It is hoped that they will continue this pioneering work with optimism and ingenuity. Their resourcefulness will help develop a progressive Arab society aided by strong scientific and technological incentives. This concept has been eloquently and precisely expressed by Dr. Ahmad Y. al-Hassan, President of the University and Director of the Institute.[4]

وذلك كي يصبح الكشف عن الماضي المجيد إنطلاقة نحو مستقبل مشرق .

2. See George Sarton, *Ancient Science and Modern Civilization*, New York, Harper Torch Books, 1959, pp. 51-83; also his *Introduction to the History of Science*, Baltimore, Carnegie Institute of Washington, 1927, pp. 543, 583-88, 619-24, 647-54, 693-99, and 738-47; and Max Meyerhof, "The Sources of the History of Arabian Medicine", *Ciba Symposium*, Vol. 6 (1944), pp. 1874-57; and "Equisse d'histoire de la pharmacologie et botanique chez les Musulman d'Espagne", *Al-Andalus*, 3, 1953, pp. 1-2.

3. For an annotated list of periodicals with a mention of major societies see S. Hamarneh, *Bibliography on Medicine and Pharmacy in Medieval Islam*, Stuttgart, 1964, pp. 179-189.

4. *I.H.A.S. Newsletter*, first year, No. 1, June 1976, University of Aleppo (Arabic), p. 3.

An Editorial

Arabic-Islamic Science and Technology

SAMI HAMARNEH

With this issue, an international periodical for the history and philosophy of Arabic-Islamic science and technology is launched. It is the first of its kind devoted entirely to these fields of knowledge.

The question may, however, be asked, why a new journal on the history of science when so many periodicals have ample space for the entire medieval period? What are its aims and objectives? And what are the resources that are available for such an undertaking?

To begin with, to most members of the editorial board as well as to our friends and supporters, this journal is a symbol and a fulfillment of a dream and an embodiment of a culture that is now undergoing a renaissance.

The Arabic-Islamic civilization rose and flourished in a time when classical civilizations had crumbled under the onset of barbarism, and when the shadows of ignorance had narrowed and darkened the hopes for enlightenment and prosperity during the early period of the Middle Ages. After the fall of the two great empires of Rome and Persia, the Arabic-Islamic domain spread eastward to the borders of India and westward throughout North Africa and the Iberian Peninsula.[1]

The hospitable Arabian spirit, and the tolerant Islamic faith soothed the wounds of nations and produced order out of chaos, and injected new life into dying old systems. The Arab-Muslim conquerors, fortunately, made good use of the cultures of the nations they subdued, a fact that awakened their creative talents. The end result was a revival of past learning, and continued, substantial improvements in cultural activities leading to remarkable levels of achievement. The light of learning, scholarship, innovation and industry burned brightly for centuries. Unfortunately, this was followed by decline and stagnation. The invaluable intellectual treasures of this important legacy, in the language of the Qur'an, were buried under the dust of ignorance and neglect and in the

1. Volumes have been written on the political and social history of the Arab civilization and the Caliphates. There are for example, a series of books on *al-Futūḥ* and *al-Maghāzī*; chronicles such as *Tarīkh al-Ya'qūbī* and modern histories of the period by Jirjī Zaydān, Aḥmad Amīn, M. Enan and H. I. Ḥasan. See also Carl Brockelmann, *History of the Islamic Peoples*, tr. by M. Perlmann, New York, Putman, 1960, pp. 45-98; David M. Dunlop, *Arab Civilization*, London, Longman, 1971, pp. 17-25; John B. Glubb, *The Great Arab Conquests*, London, Prentice-Hall, 1964, pp. 139-255, 349-365; Anthony Nutting, *The Arabs*, New York, Potter, 1964, pp. 33-81; Philip K. Hitti, *History of the Arabs*, London, Macmillan, 1963 printing, pp. 139-168; William Muir, *The Caliphate, Its Rise, Decline and Fall*, Beirut, Khayats, 1963; pp. 60-185; and *Encyclopedia of Islam*, New edition, 1960 to present, see individual entries.

Journal

for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts, and all editorial materials should be sent in duplicate, to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

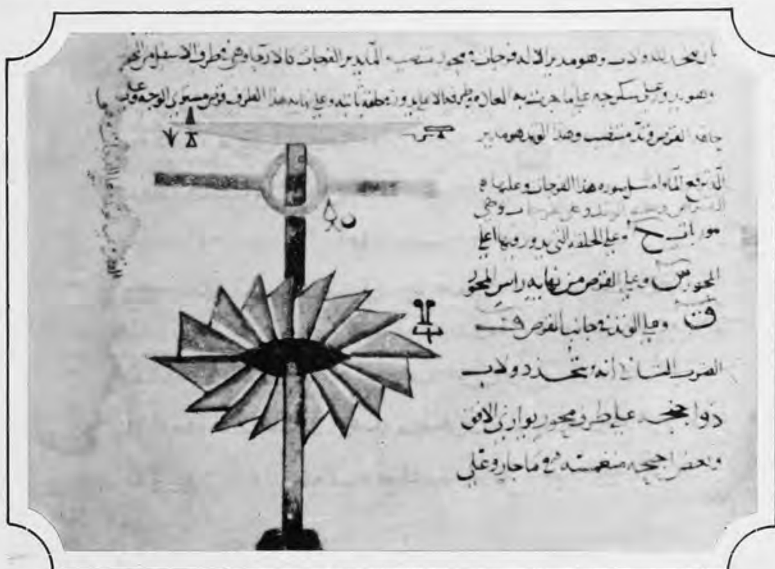
All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should be addressed to the Institute (IHAS).

Annual subscription: surface mail, 25.00 L.S. or $6.00
registered air mail. 42.00 L.S. or $10.00

Single issue: surface mail 15.00 L.S. or $4.00
registered air mail. 25.00 L.S. or $6.00

Printed in Syria
ity Press

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



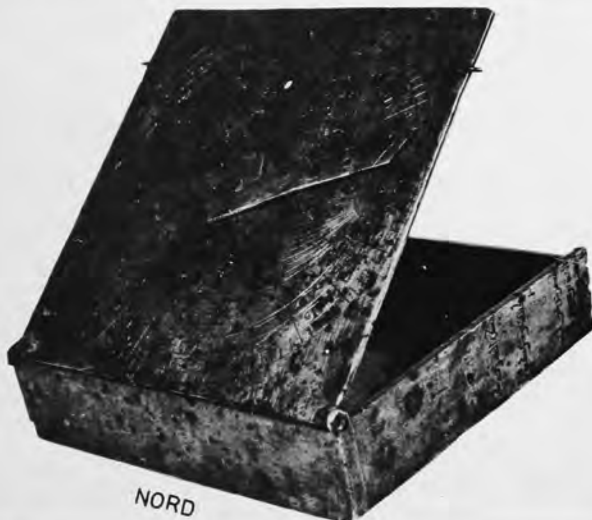
ol. 1
o. 1
1977

مجلة تاريخ العلوم العربية

Institute for the History of Arabic Science
University of Aleppo
Aleppo - Syria



JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



ol. 1
o. 2
, 1977

مجلة تاريخ العلوم العربية

Institute for the History of Arabic Science
University of Aleppo
Aleppo - Syria



مجلة تاريخ العلوم العربية

السنة الأولى — العدد الثاني — تشرين الثاني ١٩٧٧

محتويات العدد

الابحاث العربية

الأبحاث الاجنبية

مقالات قصيرة ومراسلات :

مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر مجلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العربي مرتين كل عام (في فصلي الربيع والخريف) . يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقال الى :
معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

توجه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمور الادارية الى العنوان نفسه .

قيمة الاشتراك السنوي :

بالبريد العادي	٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أمريكية
بالبريد الجوي	٤٢ ليرة سورية أو ١٠ دولارات أمريكية

قيمة العدد الواحد :

بالبريد العادي	١٥ ليرة سورية أو ٤ دولارات أمريكية
بالبريد الجوي	٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أمريكية

مطبعة جامعة حلب

حلم تحقق

الدكتور أحمد يوسف الحسن

كان الاستقبال الحار الذي قوبل به العدد الأول من مجلة تاريخ العلوم العربية فوق ما كان متوقعاً . لم نكن ننتظر مثل هذا الحماس من كافة العلماء والباحثين . ولا نخفي سراً إذا قلنا بأن خوفنا كان كبيراً في أن تقابل المجلة ببرود وعدم اهتمام أو أن نفشل في إصدارها بالحلة المناسبة .

ولكن الجهود المضنية التي بذلت في إخراج هذه المجلة في مطبعة جامعة حلب لم تضع سدى . لقد كرس المحررون الإداريون ومساعدوهم كل طاقاتهم لمراجعة الأبحاث وتصحيحها . وبذل عمال المطبعة جهوداً خارقة وصبراً فائقاً في تنفيذ التعليمات . ونجحت مطبعة الجامعة في إخراج مجلة علمية ذات مستوى عالمي معظم أبحاثها ومقالاتها مكتوبة باللغة الانكليزية . ولقد تم ذلك كله بأيدي عمال عرب غير ملمين بهذه اللغة .

لقد كان تعاون المؤلفين الموزعين في أقطار عديدة متباعدة في التصحيح النهائي للمقالات كاملا . ولكن المحررين الإداريين حرصوا كل الحرص على أن تذهب اليهم المقالات وهي تحتوي على الحد الأدنى من الأخطاء .

ولقد صدرت المجلة قبيل المؤتمر الدولي الخامس عشر لتاريخ العلوم الذي عقد في أدنبره في آب (أغسطس) من عام ١٩٧٧ وأتيحت بذلك الفرصة لكافة المشتركين في هذا المؤتمر الدولي

لأن يطلعوا على المجلة في المعرض الذي أقيم لكتب تاريخ العلوم .

كانت المجلة إحدى المفاجآت الهامة في المؤتمر الدولي ، ولقد انهالت التهاني على كاتب هذه الكلمة من كافة من قابلهم . بل إنّ عدداً كبيراً ممن اطلعوا عليها سعوا خصيصاً للتعرف اليه من أجل التعبير عن إعجابهم وتهانيهم .

وفي حلب كانت هناك بالانتظار رسائل وبرقيات تهنئة عديدة وردت من كافة أنحاء العالم تشيد كلها بالمستوى الرفيع الذي صدرت به المجلة .

كان هذا النجاح وهذا الحماس الذي قوبلت به المجلة أكبر حافز للمحررين الإداريين والمحررين لكي يعقدوا العزم على السير قدماً في جعل هذه المجلة الأداة الفعالة لكافة العلماء والباحثين المتخصصين في تاريخ العلوم عند العرب والمسلمين أينما كانوا من أجل نشر الأبحاث الأصيلة الرفيعة المستوى في هذا المجال .

إننا ندعو كافة أفراد الأسرة العالمية من الباحثين المهتمين بالتراث العلمي العربي للعمل المشترك من خلال هذه المجلة من أجل خدمة قضية البحث العلمي في هذا الحقل الهام من حقول المعرفة الإنسانية الذي كرسوا حياتهم من أجله .

حلب — معهد التراث العلمي العربي

الدكتور احمد يوسف الحسن



قضية هندسية ومهندسون

في القرن الرابع الهجري

تسبيع الدائرة

عادل انبوبا *

آ ـ المقدمة

من القضايا الهندسية المستعصية التي ورثها العرب عن اليونانيين قضية تسبيع الدائرة أي عمل مسبع في الدائرة متساوي الأضلاع **بالمسطرة والبركار** أو بتعبير أوفى بتقاطع خطوط مستقيمة ودوائر وهذه القضية مستحيلة غير أنه لم يكن في وسع القدامى أن يبرهنوا على استحالتها لقصور العلم في أيامهم (١) . فلما باءت محاولاتهم العديدة بالفشل عدلوا عن هذا الطريق وخرجوا إلى القضية من باب تقاطع الخطوط المخروطية . ولعلّ حكاية التسبيع قد بدأت عند العرب في القرن الثالث الهجري حين نقل ثابت بن قرة الحراني الصابىء الرياضي والطبيب والمترجم المبرّز مقالة منسوبة إلى أرشميدس في تسبيع الدائرة وهذه المقالة هي من مؤلفات

* الاستاذ في المعهد الحديث اللبناني ، فنار جديدة – بيروت Institut Moderne du Liban

(١) أول من أوجد قاعدة يكشف بها عن قضية هندسية معينة هل يمكن ان تحل بالمسطرة والبركار ام لا هو، ل. فانتزل سنة ١٨٣٧

L. Wantzel, « Recherches sur les moyens de reconnaitre si un problème de géométrie peut se résoudre avec la règle et le compas, » ***Journal de Math. pures et appl.***, **2 (1837), 366 - 372.**

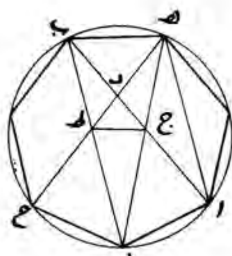
ينظر أيضاً في استحالة القضايا الهندسية بالمسطرة والبركار :

F. Klein, ***Leçons sur certaines questions de géométrie élémentaire***, **Paris, 1931, Chap. 1 - 3.**

J. Pétersen, Théorie des équations algébriques, (Paris, 1897), chap. VII.

J. Pétersen, Constructions géométriques, (Paris, 1946), 105-110.

أرشميدس التي تلف نصها اليوناني (٢) ولم تعرف الا من ترجمتها العربية (٣) . ويؤول حل أرشميدس باختصار إلى ما يلي :



(الشكل رقم ١)

في الشكل الذي بإزائه فرضنا انّ مُسبعاً متساوي الأضلاع عمل في دائرة . و هب از زح ثلاثة من أضلاعه ويقطع وتر اب وترَيْ هز هح على ج د ويقطع بز وتر هح على ط . فينتج من تشابه مثلثي اهد جهد أنّ اد × جد = هد^{٢} ومنه اد × جد = دب^{٢} . ومثلثا طهج جهد متشابهان [زهح = ابز يكون منه أنّ نقاط ه ب ط ج على دائرة اذن ه ط ج = ه ب ج ولكن ه ب ج = ه ج ب الخ ...] فعليه يكون جه^{٢} = طه × د ه ومن ثم اج^{٢} = جب × دب [ج ه = اج في مثلث اج ه طه = ج ب في دائرة ه ب ط ج د ه = دب في مثلث ه ب د] وبالنتيجة فإنّ **خط اب قد قسم على نقطتي ج د بثلاثة اقسام بحيث يكون ضرب مجموع الأول والثاني في الثاني مثل مربع الثالث ، وضرب مجموع الثاني والثالث في الثالث مثل مربع الأول .**

وبالعكس فإنا اذا قسمنا خط اب على هذه الصفة فإنا نعمل مثلث ه ج د (٤) يكون فيه

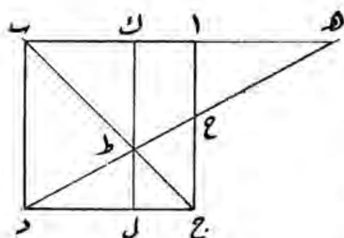
(٢) أنظر ص ٢٨٣ – ٢٨٦ و ص ٣٤٠ من كتاب
T. L. Heath, *A Manual of Greek Mathematics*, (Oxford, 1931.)

(٣) تحتفظ المكتبة الوطنية في القاهرة بمجموعة نفيسة ٤٨ رياضة م ٧٨٠٥ فيها ٣٢ مقالا منها نسخة يتيمة لترجمة ثابت بن قرة ص ١٠٥ ب – ١١٠ آ وليست النسخة في الحقيقة مطابقة لأصل ثابت بن قرة إذ يقول ناسخها : «كتاب عمل الدائرة المقسومة بسبعة أقسام متساوية لأرشميدس ترجمة أبي الحسن ثابت بن قرة الحراني وهو مقالة واحدة وثمانية عشر شكلا . أقول بعد حمد الله والصلاة على نبيه ومجتباه وعلى آله وأصحابه وأحباه ، اني لما أردت أن أستنسخ هذا الكتاب فما ظفرت إلا بنسخة سقيمة مختلة لجهل ناسخها وقصور فهمه فبذلت جهدي بقدر استطاعتي في تحقيق مسائلها وتركيب تحليلاتها وترتيب أشكالها بعبارة سهلة قريبة المأخذ وأوردت فيها بعض براهين المتأخرين والله الموفق والمعين »والبراهين المضافة هي للقاضي أبي العلي الحسن بن الحارث الحبوبي الخوارزمي وهو رياضي معروف أزهر في النصف الثاني من القرن الرابع الهجري ولأبي عبدالله الشني وهو مهندس أزهر في أواخر الرابع وبدء الخامس . وقد نقل كارل شوي شيئاً من مقالة ثابت بن قرة الى الألمانية .
Schoy, C., « Graeco - Arabische Studien ...,» *Isis*, 8 (1926), pp. 35 - 40.

(٤) على أنه يجب أن نبرهن ان كلا من الأقسام الثلاثة أصغر من مجموع القسمين الآخرين .

جـ هـ = جـ ا د هـ = د ب وندير دائرة على ا هـ ب فيكون قوس هـ ب سُبْع الدائرة .

ولكن ما هو السبيل إلى ايجاد نقطتي جـ د على هذا النحو على خط مفروض ا ب ؟ يقدّم لذلك أرشميدس بالمقدمة التالية :



(الشكل رقم ٢)

نأخـــذ مربـــع ا ب جـ د المتساوي الأضلاع والزوايا ونمـــد خط ا ب ثم نضع مسطرة ونثبت طرفا منها في د ونحرّك الطرف الآخر على ا ب فإذا قطعت ا ب في هـ و ا جـ في ح وقطر ب جـ في ط نثبت الطرف الثـــاني هـ عندما يكـــون مثلث ط جـ د مثل ا ح هـ . فإذا ما أنزلنا عمود ك ط ل من ط على ا ب فإنه يتبين بالبرهـــان الصحيـــح انّ هـ ك × ا ك = ك ب^2 ا ب × ب ك = هـ ا^2 . فكان لنا ما نريد من قسمة خط ما بنقطتين على الصفة المطلوبة .

ولكن من المعلوم عند المهندسين انّ هذه الطريقة **بالمسطرة المتحركة** غير مقبولة وأرشميدس وهو سيد العارفين أدرى من غيره بخروج هذه الطريقة عن الاصول الهندسية فكأننا اذاً لم نصنع شيئاً . وقد حار رياضيو العرب في أمر هذه المقالة وعزّ على بعضهم أن يكون أرشميدس الفاضل قد عجز عن هذه المسألة وأخذوا في الحسبان ضياع أجزاء من المقالة (٥) . وهكذا فقد قضى ثابت بن قرة في سنة ٢٨٨ هـ وقضى من بعده ابنه سنان في ٣٣١ هـ وحفيده ابراهيم بن سنان بن ثابت في ٣٣٥ هـ وجميعهم طبيب ورياضي مبرّز (٦) ولم يتأتَ لهم ولا لغيرهم من المهندسين المعاصرين

(٥) رسالة أبي الجود ابن الليث، باريس مخطوط ٤٨٢١ ص ٣٧ ب س ١٨ ، وانظر القسم الثالث من هذا البحث .

(٦) ابن أبي أصيبعة : عيون الأنباء ، مصر ١٨٨٢ ، ج١ ص ٢١٧ ، ٢٢١ ، ٢٢٦ .
ابن النديم : الفهرست ، القاهرة ، دون تاريخ ، ص ٣٩٤ — ٣٩٥ .
ابن الجوزي : المنتظم ، حيدر اباد ١٣٥٧هـ ، ج٦ ص ٢٩ (جاء فيه خطأ ان ثابت ولد سنة ٢٢١ والصحيح ٢١١) ، ص ٣٣٢ .
طبعت لابراهيم بن سنان ست رسائل رياضية بحيدر آباد ١٩٣٧ والرسالة الثانية هي « في طريق التحليل ←

حلّ هذه القضية المستعصية وظلّ تسبيع الدائرة مستغلقاً حتى بعد منتصف القرن الرابع الهجري. وقد ظهر في أثناء ذلك جيل جديد من المهندسين قدم بعضهم إلى بغداد من أقاصي بلاد العجم وطلع على بلاد فارس وكرمان والجبل والعراق دولة جديدة هي دولة البويهيين الرفيعة الشأن ، ويتصل تاريخها بتاريخ العلوم اتصالا وثيقاً ، وإلى بعض ملوكها أهدى الرياضيون رسائلهم في تسبيع الدائرة وغير ذلك ، فاقتضى سياق الحديث وحق البويهيين على العلم أن نخص بكلمة عابرة من كان له صلة ما بهذا البحث .

١ً — **عضد الدولة ٣٢٤ — ٣٧٢ هـ** أعظم البويهيين شأناً وأكثرهم تشجيعاً للعلم ، ولي العهد لعمّه عماد الدولة علي بن بويه **بشيراز** وهو في الرابعة عشرة من عمره (٧) . كان شاباً راجح العقل شديد الفطنة بعيد الهمة فترعرع على هذه الصفات وتدرّب في السياسة على الوزير الكاتب **ابن العميد** ونعم الاستاذ ، وأحبّ العلم فدرس علم الكواكب الثابتة على **عبدالرحمن الصوفي ابي الحسين** وليد الري (٢٩١ — ٣٧٦هـ)،وتعلم حل الزيج على **ابن الأعلم الشريف البغدادي** (ت ٣٧٥هـ) .كما أخذ النحو عن **أبي علي الفارسي النسوي** (٢٨٨—٣٧٧ هـ) وحقّ لعضد الدولة أن يفتخر بأساتذته (٨) . وبعث الأمن والنشاط والازدهار في البلاد ورغّب الناس في

← والتركيب » وتقع في ٩٣ صفحة . وقد ذكر فيها كتابه « في الدوائر المماسة » ص ٥٤ ، ٥٥ ، ٥٦ . والكثير من الصفحات الواقعة في طبعة كتاب استخراج الأوتار للبيروني، تحقيق أحمد سعيد الدمرداش ومراجعة عبد الحميد لطفي،،مصر ١٩٦٥ ، هي في الحقيقة من وضع ابراهيم بن سنان ، أعني الصفحات ما بين ٢٤٧ و ٢٦٨ ويقول صاحب هذه الصفحات : « تركت المتعلم الذي قرأ كتابي في التحليل والتركيب وسائر الأعمال الهندسية وكتابي الذي في الدوائر المتماسة (في الطبعة المحاسبة) (ص ٢٤٦) . . . وليس في مؤلفات البيروني كتب بهذه الأسماء (أنظر فهرست كتب البيروني في المقدمة الألمانية من طبعة الآثار الباقية للبيروني تحقيق سخاو ص ٤٠ — ٤٦) والصفحات المذكورة تعنى بمسائل خارجة عن موضوع « كتاب استخراج الأوتار » وجاء فيها : « وقد كان جدي أبو الحسن ثابت » ص ٢٨٦ . وجاء أيضاً : « قال ابراهيم بن سنان » ص ٢٨١ . وخاتمة الكتاب ليست منه بل هي من كتاب آخر إذ يقول البيروني فيها :«وقد سلكت في استخراج وتر الجزء الواحد في شرحي لعلل زيج حبش طريقاً آخر ثم جمعت ذلك إلى ما للقدماء والمحدثين في كتاب عملته لحصر الطرق السائرة في استخراج أوتار الدائرة ونضيف أن طبعة الهند «لاستخراج الأوتار في الدائرة » حيدرآباد ١٩٤٨ مشوشة أيضاً .

(٧) ابن العبري : تاريخ مختصر الدول ، بيروت ١٩٥٨ ، ص ١٦٨ س ١ .

(٨) لقب عضد الدولة بهذا اللقب سنة ٣٥٢ ﻫ (ابن العبري ص١٨٣ س ١٢) وحل عليه ضيفاً بشيراز المتنبي سنة ٣٥٤. وفي ٣٥٨ و٣٥٩ أقيم رصد بشيراز .
عن افتخار عضد الدولة بأساتذته أنظر ابن العبري ص ١٧٤ س ١٥ وفيه كلام عن ابن الأعلم .

العلم فكان لهم فيه خير مثال ردحاً من الزمن(٩) . مدّ عضد الدولة سلطانه على بغداد سنة ٣٦٧هـ ونال لقب تاج الملة في ٩/٥/٣٦٧هـ. وتوفي ببغداد في آخر يوم من شوال ٣٧٢هـ وكتم خبر موته إلى العاشر من محرّم ٣٧٣ هـ (١٠) .

٢ً – أبو كاليجار **صمصام الدولة** ابن عضد الدولة(٣٥٣–٣٨٨هـ)،خلف أباه ببغداد ولقب شمس الملة في ٢٣ محرّم ٣٧٣ هـ ثم أزيل عن الحكم سنة ٣٧٦هـ (١١) .

٣ً – أبو الفوارس **شرف الدولة** ابن عضد الدولة(٣٥١–٣٧٩هـ)،لقب **زين الملة** في صفر ٣٧٦هـ وفيها حكم بغداد (١٢) . كان كريم النفس معطاء مشجعاً للعلماء (١٣). سنة ٣٧٨ هـ تقدّم إلى المنجمين برصد الكواكب السبعة ومدّهم بالمال لصنع الآلات وبناء بيت للرصد(١٤).

توفي في جمادى الأخرة سنة ٣٧٩ هـ عن ٢٨ عاماً وخمسة شهور وتوقفت الارصاد(١٥).

(٩) ابن الجوزي : المنتظم ، ج٧ ص ١١٥ س ١٢ وما بعده، وحوادث سنة ٣٧٢ ص ١١٢ ، ص ١١٥ س ١١ . وفيها يقول ابن الجوزي أنه وجد في مذكرة لعضد الدولة : إذا فرغنا من حل اوقليدس كله تصدقت بعشرين الف درهم،وإذا فرغنا من كتاب أبي علي النحوي تصدقت بخمسين الف درهم.أنظر في المقدسي: أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم، بريل ١٩٠٦ وصفاً لقصر عضد الدولة وخزانة كتبه ص ٤٤٩ س ٣ ، ص ٢٥٨–س ١٩ ص ٢٩٤ س ٨ ، ص ٤٤٨ س ١١،ودارا ومدينة خطها قرب شيراز ص ٣٩٣ س ١٥، ٤٣٠ س ١٦ ٤٣٤ س ٤ ، ٤١١ س ١٠ ، ص ٤٣٢ س ١٢ ، ص ٤٤٧ س ٢ ، ص ٤١٣ س ١١ .

(١٠) ابن الجوزي : المنتظم، ج ٧ ص ٨٦–٨٧، ٩٨–٩٩، ١١٣–١٣٨ . ظهير الدين الروذراوري: ذيل تجارب الأمم ، مصر ١٩١٦ ، حوادث سني ٣٦٩–٣٧٢ .
المنتظم،ج ٧ سنة ٣٦٧،ص٨٦–٨٧ ومن الواضح ان خطأ وقع في عدد الدنانير ص٨٧ س١٤، ويصح ان يقرأ خمسين الف دينار بدلا من خمسين الف الف دينار ؛ والدينار يزن ٤ر١ غرام ذهباً تقريباً .

(١١) المنتظم ، ج ٧ ص ١٢٠، ١٣٢ .

(١٢) المنتظم،ج٧ ص ١٣٢ س ٥ ، ظهير الدين الروذراوري : ذيل كتاب تجارب الأمم، مصر ١٩١٦ ، ص ١٢٥ .

(١٣) ابن العبري ، ص ١٧٢ س ٢٢ ، والروذراوري ص ١٧٤ ، ص ١٣٦

(١٤) المنتظم ، حوادث سنة ٣٧٨ هـ ص ١٤١ .
ابن العبري، ص ١٧٦ .
ابن القفطي: إخبار العلماء باخبار الحكماء ، طبعة القاهرة ١٣٢٦ هـ ، ص ٢٣٠ – ٢٣١ .

(١٥) المنتظم ، حوادث ٣٧٩ هـ ، ص ١٤٩ .
البيروني : تحديد نهاية الأماكن ، أنقره ١٩٦٢ ، ص ٧٢ ، ٧٣ س ٧.

ب - مراحل التسبيع

في منتصف القرن الرابع الهجري نهض أربعة من جِلّة المهندسين يتبارون في تسبيع الدائرة وهم :

١ً- أبو الجود محمد بن الليث(١٦) .

٢ً- أبو سعيد أحمد بن محمد بن عبدالجليل السجزي(١٧) .

٣ً- أبو سهل ويجن بن رستم القوهي(١٨) .

٤ً- أبو حامد احمد بن محمد بن الحسين الصاغاني(١٩) .

٥ً- وأسهم معهم بنجاح أبو العلاء بن سهل(٢٠) .

وقد ألف المهندسون الأربعة الأوَل رسائل في التسبيع ضاع بعضها وبقي بعضها مخطوطاً ونثبت منها في ما يلي ما اعتمدنا عليه في بحثنا هذا :

١- رسالة **أبي الجود محمد بن الليث** إلى الاستاذ الفاضل **أبي محمد عبدالله بن علي الحاسب** في الدلالة على طريقي الاستاذ **أبي سهل القوهي** المهندس **وأبي حامد الصاغاني** (شيخ أبي الجود)

(١٦) أنظر Sarton George, *Introd. to the Hist. of Science*, *I*, 1953, p. 718.
لا ذكر لابن الليث في إخبار العلماء لابن القفطي ، ولا في الفهرست لابن النديم أوعيون الأنباء لابن أبي أصيبعة أو كتب التاريخ العامة . يجعل سارتون منه معاصراً البيروني يحسن أن يقدم ابن الليث ويجعل في الجيل السابق مع السجزي Sigzi فقد ولد البيروني في ٣٦٢ ﻫ وبدأ ابن الليث بالتأليف قبل سنة ٣٥٨ ﻫ .

(١٧) سارتون : ج ١ ، ص ٦٦٥ راجع جدولا طويلا للمؤلفات المحفوظة له في
Brockelmann C., *G.A.L.*, Leiden I, 1943, p. 247; *Supp.* I., 1937, p. 388.
The Chester Beatty Library, *A Handlist of the Arabic Manuscripts*, III, 1958 Nº 3652.
وانظر W. Thomson, *The Commentary of Pappus*.., (Cambridge, Harvard Univ. Press, 1930), pp. 47 - 51

(١٨) سارتون: ج١ ص ٦٦٥ . له ترجمة في إخبار العلماء لابن القفطي ص٢٣٠ حرف الواو. الفهرست لابن النديم، مصر ، دون تاريخ ، ص ٤٠٩ ، قدري طوقان، تراث العرب العلمي ، مصر ١٩٥٤، ص ٢١٧ .
للقوهي مراسلات رائعة مع الكاتب والرياضي أبي اسحق الصابيء . القاهرة، مخطوط ٧٨٠٤ ص٢٠٩ب-٢٢٢آ وايا صوفيا ٤٨٣٢، ٢٤ و٢٥ .

(١٩) سارتون : ج ١ ص ٦٦٦ ، ابن القفطي ، إخبار العلماء ، ص ٥٦ .

(٢٠) لا ذكر له في سارتون ولا في ابن القفطي ولا في كتب التواريخ مع انه من طبقة المهندسين المبرزين .

وطريقه التي سلكها في عمل المسبع المتساوي الأضلاع في الدائرة (باريس مخطوط ٤٨٢١ ص ٣٧ ب – ٤٦ آ) جاء في آخرها وكتب من نسخة بخط أحمد بن محمد بن عبدالجليل السجزي ووافق الفراغ بكشك همذان في د يب ز ثمد [أي الساعة الرابعة من الثاني عشر من الشهر السابع من سنة ٥٤٤ هـ] .

٢ – كتاب عمل المسبع في الدائرة **لأبي الجود محمد بن الليث** أرسله إلى **أبي الحسن احمد بن اسحق الغادي ؟** وهو على الوجهين اللذين تفرد بهما . (القاهرة مخطوط ٤٩ رياضة م ٧٨٠٥ ص ١١٧ ب – ١٢٠ آ).

٣ – **رسالة احمد بن محمد بن عبدالجليل السجزي** [باريس مخطوط ٤٨٢١ ص ١٠ ب – ١٦ ب ، جاء في آخرها نقل من نسخة سقيمه وقوبل بها ولله الحمد] .

٣ ب – كتاب عمل المسبع في الدائرة وقسمة الزاوية المستقيمة بثلثة أقسام متساوية **لأحمد بن محمد بن عبدالجليل السجزي** [القاهرة ٧٨٠٥ ص ١١٣–١١٧] هي الرسالة السابقة بعينها (٢١) .

٤ – استخراج **ويجن بن وستم (كذا) المعروف بيا (كذا) سهل القوهي** في عمل المسبع المتساوي الأضلاع في دائرة معلومة [باريس مخطوط ٤٨٢١ ص ١٧ ب – ٢٣ آ وقد كتبت بكشك همذان في ه يج ز ثمد أي الساعة الخامسة من الثالث عشر من رجب سنة ٥٤٤ هـ من نسخة بخط أحمد بن محمد بن عبدالجليل السجزي] نسخة ثانية لهذه الرسالة في دار الكتب المصرية بالقاهرة (رياضة ٧٨٠٤ م ، ص ٢٢٢ ب – ٢٢٥ آ ؛ نسخت في ١١٥٩ هـ) .

٥ – رسالة عمل ضلع المسبع المتساوي الأضلاع في الدائرة **لأبي سهل القوهي** [باريس مخطوط ٤٨٢١ ص ١ ب – ٨آ] وهي غير الرسالة السابقة. المخطوط غفل من اسم الناسخ وتاريخ النسخ ونرجح أن تكون بعض العبارات قد سقطت من المقدمة .

٦ – رسالة **احمد بن محمد بن الحسين الصغاني** إلى الملك الجليل **عضد الدولة بن أبي علي ركن الدولة** [باريس مخطوط ٤٨٢١ ص ٢٣ ب – ٢٩ آ وجاء في آخرها وافق الفراغ بكشك

(٢١) نقل الرسالة إلى الألمانية كارل شوي
Schoy, C., « Graeco-Arabische » Studien, *Isis*, 8 (1926), 21 - 35.
نشرت صورتها وترجمتها الى الألمانية
Y. Samplonius, Janus 50 (1963) pp. 227-249.

همذان في زَ يَه زَ ثمد هجرية من نسخة بخط أحمد بن محمد بن عبدالجليل السجزي (أي ٧/١٥/٧/٥٤٤)]. فالرسائل الثلاث ٢، ٤، ٦ كتبت جميعها في أيام تكاد تكون متتالية عن نسخ بخط السجزي وهذا ما يزيد في أصالتها وقيمتها .

٧ ـ ثم هناك رسالة جزيلة الفائدة وضعت على الأغلب بعد وفاة **القوهي والصغاني** (ت ٣٧٩ هـ) وفيها كشف لبعض الملابسات التي رافقت القضية ، وعنوانها : كتاب كشف تمويه **أبي الجود** في أمر ما قدمه من المقدمتين لعمل المسبع بزعمه **لأبي عبدالله محمد بن احمد الشني** [القاهرة مخطوط ٧٨٠٥ ص ١٢٩ ب ـ ١٣٤ ب] وتدل الرسالة دلالة واضحة انّ الشني مطلع اطلاعاً دقيقاً على رسالة أبي الجود إلى أبي محمد الحاسب وعلى رسالة السجزي .

وسنرمز إلى الرسائل المذكورة بالحرف الأول من اسم مؤلفها فيكون :

[ج ١] : رسالة أبي الجود الأولى [ج ٢] : رسالته الثانية .

[س] : رسالة السجزي .

[ق١] : رسالة القوهي الأولى [ق ٢] : رسالته الثانية .

[ص] : الصغاني .

[ش] : الشنّي .

. . .

قبل أن نشرع في الحكاية لا بدّ من تقديم بعض المعلومات التي تساعد على تفهم الأحداث وترتيبها :

١ّ ـ يتضح من كلام أبي الجود [ج١] ص ٤٢ آ س٣، أنه وضع رسالة في التسبيع سنة ٣٥٨ هـ باسم الشيخ أبي الحسين عبيدالله بن أحمد وكان عرض سواد **الرسالة على عبدالله بن علي الحاسب** . غير أنّ البحث سوف يظهر أنّ له محاولة سابقة ظنها صحيحة فكانت خاطئة ولم يشر اليها في [ج١] ولا [ج٢] .

٢ّ ـ يقول الصغاني في رسالته [ص] أنه سبق له أن أهدى عضد الدولة رسالة في التسبيع لخزانته الجليلة بالري ([ص] صفحة ٢٤ آ س٤) ويضيف :«والآن فقد غيرتها صورة

أخرى بيّنت كيفية رجوع المسئلةإلى المقدمة ثم رددتها إلى التركيب» . يتبين من ذلك أنّ تغييراً مهماً في المقالة لم يحدث فالشكلان الأساسيان : قسمة الخط على نسبة معينة وتقسيم الخط بتقاطع الخطوط المخروطية ، هذان الشكلان بقيا على حالهما بحيث يجوز لنا أن نرى في المقالين مقالاً واحداً وينهي الصغاني رسالته [ص] بقوله: (ص ٢٩آ) تمت المسئلة ولله الحمد شكراً وصلى الله على محمد وآله وسلم. استخرجت هذه المسئلة يوم السبت الثاني عشر من شوال سنة **ش س** روز مرداذ من ماه مرداذ [أي ١٢/١٠/٣٦٠ ه] ورغم الابهام الواقع في التعبير فإنا نظن أنّ الصغاني يشير إلى استخراجه المسئلة لأول مرة وحلها . وقد أسرع ولا شك في تحرير الرسالة واهدائها.

٣ً- يحلل أبو الجود في رسالته [ج١] طريقتي القوهي والصغاني وينطبق تحليله انطباقاً جيداً على الرسالتين [ق١] و [ص] أما طريقة [ق٢] فلا يقع عليها وصف أبو الجود ويجوز التقرير هنا أنّ [ق١] و [ص] هما الرسالتان اللتان سارع عبدالله بن علي الحاسب وبعث بهما إلى أبي الجود . وبديهي أنّ وجود مقالين آخرين للقوهي والصاغاني مختلفين عن [ق١] و [ص] وينطبق عليهما تعريف أبي الجود في [ج١] أمر ضعيف الاحتمال جداً .

وسوف نرى في بحثنا أنّ القوهي سبق الصغاني ونستبعد أن يكون قد سبقه بكثير ، كأن يكون سبقه بسنة مثلا ، وإلا لما **أبطأ عبدالله الحاسب** سنة كاملة **في انفاذ رسالة القوهي الى أبي الجود** .

وقائع التسبيع

نشرع الآن في سرد وقائع التسبيع وقد دامت بضع سنين . تظهر الوثائق المذكورة أعلاه أنّ أول من أقدم على عمل المسبع بشيء من النجاح هو أبو الجود ابن الليث (٢٢) وذلك قبل ٣٥٨ ه بمدة يسيرة (٢٣) وكان آنذاك شبه نكرة (٢٤) وكُتُب التاريخ لا تذكر عنه شيئاً

(٢٢) هذا ما يدل عليه قول أبي الجود [ج١] ص ٤٢ ، [ج ٢] ص١١٩آ ويؤيده ضمناً كلام السجزي [س] ص١١ب والشني [ش] ١٣٢ ب- ١٣٣آ وسوف ينجلي الأمر في سياق البحث. ثم انه ليس ما يمنع أن يكون السجزي شاباً وعالماً فقد رصد البيروني في خوارزم سنة ٣٨٤ ه ولما يجاوز عمره ٢٢ عاماً. وأمثلة النبوغ المبكر كثيرة في تاريخ العلوم .

(٢٣) [ج ١] ص ٤٢ آ

(٢٤) [ج ١] ص ٤٢ ب [س] ص ١٠ ب.

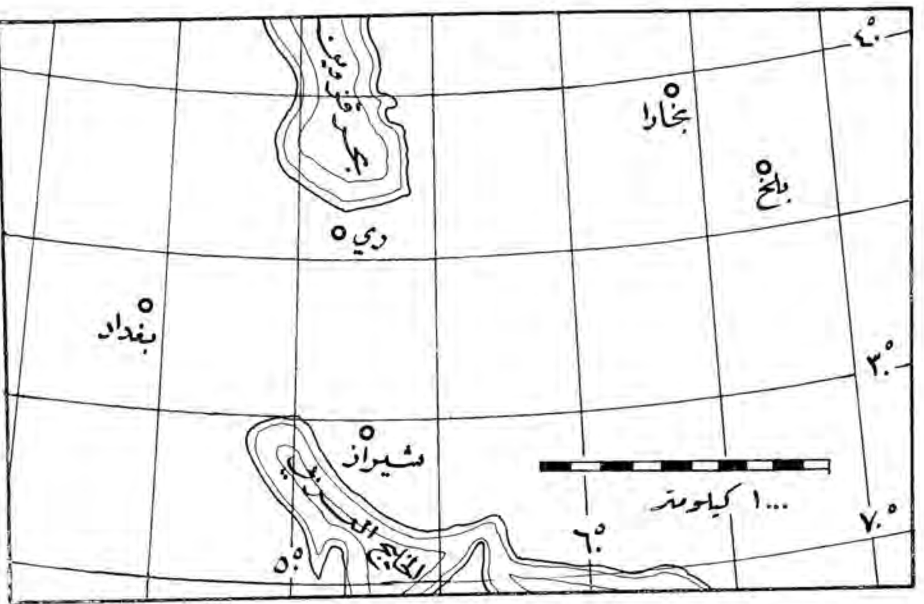
فلا نزال نجهل سنة ولادته وسنة وفاته ومحل اقامته وإن كان يُستشف من رسائله انه عاش بعيداً عن بغداد وبلاد فارس ولعله كان في **بلاد خراسان الشرقية** .

درس أبو الجود على أبي حامد أحمد بن محمد بن الحسين الصغاني كما يتضح من عنوان الرسالة [ج١] ومن متنها وانقطع إلى كسب عيشه في الأعمال السلطانية بعيداً عن الدرس والتدريس(٢٥) ثم لاح له أنه توصل إلى التسبيع بأربع مقدمات من أصول **اقليدس** ذكرها **السجزي** نقلا عنه في رسالته [س] وذكرها الشني(٢٦) وبهذه المقدمات « يقسم خطاً مفروضاً بقسمين يكون ضرب الخط كله في احد القسمين مثل مربع خط نسبته إلى القسم الآخر كنسبة الخط كله إلى جميع الخط مع هذا القسم» ومعناه أنّ الخط **اب** قسم على ج بقسمي **اج بج** بحيث يكون اج × ا ب = س^2 وأيضاً $\frac{\text{س}}{\text{ب ج}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ا ب} + \text{ب ج}}$

ا ج ب

وقسمة الخط **اب** على هذا النحو تؤدي بالفعل إلى التسبيع الصحيح لكن **أبا الجود** أخطأ في حلّه إذ ظنّ **ان التقسيم يحصل بتقاطع الدوائر والمستقيمات** وهذا ممتنع أصلا . وزلّت قدمه في البرهان حين استبدل نسبة بأخرى مخالفة لها ولم يفطن للالتباس(٢٧) فلما وقع كتاب **أبي الجود** إلى **أبي سعيد السجزي** تبيّن له الوهم والخطل فنهض إلى اصلاحه فلم يُفلح . هذا ما رواه لنا **الشني** بعد وقوع الحادثة بسنين عديدة(٢٨) **وأبو سعيد السجزي** الذي أصبح فيما بعد رياضياً مرموقاً كان آنذاك شاباً في بدء حياته العلمية. والسجزي نسبة إلى بلاد سجستان الواقعة شرقي المفازة الكبرى في بلاد العجم(٢٩) ولا تذكر التواريخ سنة ميلاده ، لكن من المعروف أنه توفي في حدود **٤١٥** هـ أي بعد وقوع حادثة التسبيع بسبع وخمسين سنة تقريباً فهو اذن في زمن الحادثة شاب قد يزيد على العشرين بقليل ، لكنه شاب ذكي يقرّ رجال العلم بفضله فلم يغفلوا أن يدعوه في عداد الفلكيين الذين حضروا الرصد العضدي **بشيراز** في سنة **٣٥٩** هـ(٣٠) ويشهد

(٢٥) [ج ١] ص ٤٢ ب .
(٢٦) [س] ص ١٢ا–ب [ش] ص ١٣٠ ب .
(٢٧) [س] ص ١٢ب س ٩ [ش] ١٣٠ ب س ٢٨ ولعل الشني في الصفحة ١٣٠ ب قد بنى كلامه على رسالة السجزي [س] .
(٢٨) [ش] ص ١٣١آ س ٢٢ .
(٢٩) ويقال أيضاً السجستاني .
(٣٠) البيروني : تحديد نهايات الأماكن ، أنقره ١٩٦٢ ، ص ٧٠ .



٤٠°
بخارا
بلخ
بحر قزوين
ري
بغداد
٣٠°
شيراز
الخليج العربي
١٠٠٠ كيلومتر
٧٠°
٦٠°
٥٠°

على عنايته بالعلوم الرياضية مجموعة ثمينة من المخطوطات كتبها بخط يده بشيراز في ٣٥٨ و ٣٥٩ ﻫ وقد ثبتت في وجه الحدثان على مرّ الأجيال وتجدها اليوم درّة فريدة في المكتبة الوطنية بباريس في مجموعة ٢٤٥٧(٣١) .

قلنا إذن أنّ **السجزي** لم يفلح في إصلاح الخطأ الواقع **لأبي الجود** « فكتب إلى **أبي سعد العلاء بن سهل** المهندس وسأله فيه عن قسمة الخط على النسبة المذكورة فتهيأ للعلاء بن سهل تحليل الخط إلى تلك النسبة بقطعين متقابلين من قطوع المخروطات زائد ومكافٍ (كذا) فحلله وأنفذه إلى أبي سعيد السجزي فلما وصل اليه **ركبه أبو سعيد السجزي وبنا (كذا) عليه المسبع وادعاه لنفسه** » هذا ما يفيدنا به **الشني** في رسالته(٣٢). **وأبو سعد العلاء** مهندس مبرّز آخر ازدانت به هذه الحقبة من الزمان وبعض مسائله المنثورة في كتب الأقدمين تقوم شاهداً على مقدرته . ومع ذلك فإنّ التواريخ لا تنبئنا بأخباره ولا تترجم له غير أنّ **أبا الجود** يذكر

(٣١) فوبكه أول من اطلع على المجموعة في القرن التاسع عشر وأفاد بأن الأوراق من ١ إلى ١٩٢ هي بخط ناسخ واحد ويدعم هذا الرأي ويثبته مقابلة صور الصفحات المأخوذة عن المخطوط . ذيل بعض هذه الرسائل بتوقيع السجزي ومكان النسخ شيراز والتاريخ ٣٥٨ و ٣٥٩ ﻫ . منه في ص ٧٥ آ : وكتب أحمد بن محمد بن عبدالجليل من نسخة نظيف بن يمن النصراني المتطبب بشيراز سلخ جمدى الآخر سنة تسع وخمسين وثلثماية وفي ص ٧٢ كتبه من نسخة نظيف بن يمن المتطبب بشيراز .وفي ص ٨٤ب كتبه من نسخة نظيف في شهر رجب . وفي ص ١٢٢ آ وكتب أحمد بن عبدالجليل بشيراز ليلة السبت لثمن بقين من ربيع الأول سنة ثمان وخمسين وثلثماية .

واعترض ﻫ. سوتر على قول فوبكه بعد أن كان أقره وذكر أشياء لا تقنع منها ان بعض الرسائل غفل من التوقيع وأخرى من المكان فكأنما السجزي ، وهو ينقل لنفسه على ما يظهر ، ملزم بالتوقيع وتحديد المكان والزمان في كل مرة وكأن الرسائل المحفوظة في المكاتب مذيلة كلها بالتوقيع والزمان والمكان . أنظر مزيداً من التفاصيل في W. Thomson, The *Commentary* ... pp. 43 - 46.

(٣٢) [ش] ص١٣١آ س ٢٥. وهنا يورد الشني تركيب أبي سعيد السجزي وهو مطا بق لحل الوارد في رسالة السجزي [س] ص ١٣ا–ب والمطابقة واقعة في النص وفي حروف الأشكال مع خلو مخطوط القاهرة [ش] من الرسم ههنا . على أنا نعتقد أن السجزي كان قد كتب رسالة أولى قبل [س] لم يشر فيها إلى أبي الجود لا بسوء ولا بخير وكانت بينهما مراسلة فلما بعث أبو الجود رسالته المؤرخة في ٣٥٨ ﻫ وادعى فيها لنفسه تسبيع الدائرة قامت قيامة السجزي وأعاد تحرير رسالته الأولى طاعناً في أبي الجود دون تسميته. وهذه التورية في الاسم لها معانيها التي لا تخفى على القارىء .

في موضع من رسائله أنه كان حديث السنّ ومعجباً بنفسه(٣٣) وكثيراً ما تتلاقى الحداثة والخيلاء وانضافت اليهما المقدرة اذ ان **أبا الجود** يطري على « تقدم العلا في العلوم الرياضية وصدق براعته في استخراج المسائل الهندسية » .

ويجدر بنا ههنا أن نتوقف عند رواية الشني من أنّ **السجزي** ركّب ما حلله **أبو سعد بن سهل وبنى عليه المسبع وادعاه لنفسه** والرواية إن لم تكن مغرضة فأقل ما يقال فيها انها غير دقيقة . ذلك ان السجزي :

١ً – لا يدّعي لنفسه ابتداع النسبة التي قسم عليها الخط وقد مرّ بنا أنه نسبها إلى أبي الجود دون تسميته وأنه خطأه في طريقة تقسيم الخط ،وابتكار النسبة يُعد عند كل رياضي منصف مرحلة عسيرة من مراحل الحل وتوجيهه .

٢ً – يبيّن السجزي قسمة الخط على النسبة المذكورة في رسالته ثم يضيف : « قد بنا أبو سعيد العلا بن سهل هذا الشكل وسلك فيها طريق التحليل وتركيبنا قسم من تحليله(٣٤) » اذاً قد قدّم السجزي أبا سعد على نفسه ولم يموّه على أحد في هذه المرحلة الثانية والعسيرة من الحل.

(٣٣) عن رسالة في مجموعة القاهرة ٧٨٠٥ ص ١٢١ ب –١٢٨ ب خالية من اسم المؤلف ومن اسم المرسل اليه . عنوانها : كتاب تركيب المسائل التي حللها أبو سعد العلا بن سهل وتقع هذه الرسالة في المجموعة ٧٨٠٥ قبل كتاب كشف تمويه أبي الجود الشني [ش] والأمر جدير بالملاحظة .

المقدمة : قد استعقب الشيخ الفاضل الاستاذ سيدي ومولاي أطال اللهبقاءه وأدام عزه ونماه بما التمس من تركيب المسائل التي حللها أبو سعد العلا بن سهل في رسالته اليه أدام الله تأييده ..» وقد دلنا على هوية المؤلف وهو في نظرنا أبو الجود ابن الليث ما ورد في رسالة الشني [ش] ص ١٣١ب– ١٣٢ آ ان العلاء بن سهل زعم استحالة مسألة طرحها عليه السجزي في قسمة خط على نسبة ما. وذكر الشني مقاطع من كلام العلاء بن سهل ومقاطع من كلام أبي الجود في الحل الذي أعيا العلاء بن سهل وهي مطابقة لما ورد في الرسالة الغفل. يقول أبو الجود في آخر الصفحة ١٢٧ ب (وقد وقع في النسخ بعض التشويش) لا أدرك كيف افضى التعجب منه مع قوته في هذه التعاليم وامعانه في استخراج غوامضها كيف تعذرعليه حتى استبعده وحسن الظن بنفسه فيما اعتقده وكيف حكم فيما تعذر عليه أنه لا يمكن الوصول لأحد اليه ولم يعلم ان بين هذين المثلثين نسبة ما ويمكن الوصول إلى استخراجها واذا تعذر ذلك على أحد تيسر على آخر لكني أحمل ذلك منه على ما يذكره هو بنفسه في أثناء كلامه في رسالته هذه من حداثة سنه وإعجابه بنفسه في جميع ما يأتي به وما يتكلفه من خيلائه [في المخطوط جلائه] في كل فصل من كلامه نعوذ بالله من ادعاء ما لا نعلم ونسئله التوفيق لما نعلم » . ونرجح ترجيحاً قوياً ان المرسل اليه هو أبو محمد عبدالله بن علي الحاسب بعينه ، وهو همزة الصلة بين الرياضيين والمنشط لأعمالهم والاستاذ والحكم .

(٣٤) [س] ص ١٣ب س ١١ في مخطوط باريس « تركنا » بدلا من « تركيبنا » والجملة غير مرضية على كل حال .

٣ً– إنّ عمل المثلث على الخط المقسوم بهذه النسبة مشترك بين أبي الجود والسجزي وهذه المرحلة لا تمثل عقبة أمام رياضي متمرن وقد يكون أبو الجود أول من قطعها . واذا ما عدنا الآن إلى كلام السجزي بعد تعداده مقدمات أبي الجود وتزييفها فإنه يقول بالحرف الواحد: « فأما الآن فلنبتدىء بما **وجدنا** من أمر المسبع ومقدماته وقسمة الزاوية المستقيمة الخطين بثلاثة أقسام متساويه[٣٥] .» فلفظة وجدنا عند الأقدمين وفي اللغة لا تدلّ ضرورة على الابداع والابتكار والاسبقية سيما بعد الايضاحات الواردة في رسالة السجزي كما ذكرنا[٣٦] ولربما تعني أنه وجدها مفسرة لسلف فنقل عنه . اذاً فكيف وقع عمل السجزي على أبي الجـــود ؟ ما من شك أنه شعر بالمرارة والأسى أن تفلت من يديه فرصة فريدة يفلح فيها حيث أخفق أرشميدس ، وما من شك أنه صعب عليه أنّ خطأً وقع في حله يُفَوّت عليه الفوز . نرجع إلى الشني مستفسرين . يقول أبو عبدالله الشني : « ثم وقع بعد ذلك ما عمله العلا بن سهل في قسمة الخط على هذه النسبة إلى أبي الجود فغيّر فيه أدنى شيء ... ثم بنى عليه المسبع وادعاه لنفسه » ولما بلغ أبا سعيد السجزي ما كان منه في هذا الشكل الذي بناه العلا بن سهل من ادعائه لنفسه بالغ في شتمه ونقضه والكشف عن حالته وصورته وضمن ذلك في رسالته[٣٧] . وسنروي كلام أبي سعيد شاهداً على قول الشني واستزادة في الفائدة . وعلى كل حال فقد برهن أبو الجود على قلة دراية في رسالته إذ انه تهجم على ارشميدس الفاضل فأتاه الردّ شديداً كقرع المقرعة . يقول السجزي : « وهذا ابتداء كتابه وترتيب مقدماته (الضمير عائد إلى أبي الجود) قال قد قلّد ارشميدس في خلال مقدمات كثيرة لقسمة الدائرة بسبعة أقسام متساوية مقدمة لم يبيِّن عملها ولم يبرهن عليها ولعلها أصعب عملا وأبعد برهاناً مما له قدّمها[٣٨] » ويشير السجزي هنا إلى رسالة ضائعة لأبي الجود سبقت رسالته [ج١] إلى عبدالله بن علي الحاسب ، وقد ذكرت بالفعل في [ج١] كما سيرد ذكره في سياق البحث . والحقيقة أن مثل هذه العبارة

(٣٥) [س] ص ١٢ب س ١٨ .

(٣٦) يقول الخوارزمي في كتاب الجبر والمقابلة ، مصر ١٩٦٨ ص ١٦ « ووجدت الأعداد التي يحتاج اليها في حساب الجبر والمقابلة على ثلاثة ضروب وهي جذور وأموال وعدد مفرد » وهي معان موجودة قبله بقرون ولا يعني الخوارزمي أنه ابتكرها .

(٣٧) [ش] ص ١٣٢ب س٢٧ ، ص١٣١ب س١٣ .

(٣٨) [س] ١١ب س٧ في المخطوط جاء فا له بدلا مما له .

تتردد في رسائل أبي الجود اللاحقة ولن يكف عنها حتى في آخر حياته فيقول مثلا في رسالته [ج١] : « الشكل الذي قصده ارشميدس في رسالته في عمل المسبع تقليداً من غير ان عمله أو برهن عليه في تالي رسالته » ، ويستدرك « اللهم إلا ان يكون قد صححه في موضع آخر فاعتمده ووقع إلى بعض الناس أو لم يقع والله أعلم(٣٩) » . وفي كتابه إلى أبي الحسن المتأخر عن سنة ٣٦٠هـ بسنين عديدة يقول : « وقلّد شكلا ولم يبرهن عليه ولا اشارة في بعض الكتب اليه(٤٠) » وكلام أبي الجود في حق ارشميدس كان لأبي سعيد حجة وذريعة لمهاجمته والتشفي منه . يقول السجزي : « إنا نعجب ممن يلتمس ويتعاطى صناعة الهندسة مع اقتباسه من القدماء الأفاضل يَظنُ بهم العجز والتقصير وخاصة إذا كان مبتدئاً ومتعلماً مع قلة المعرفة بها بحيث يقعُ في وهمه أنه يتهيأ له بأهون السعي اشياء يُقَدّرها سهلة المأخذ قريبة على الافهام وقد بَعُد ذلك عن فهم الرياضيين في هذه الصناعة المتدربين بها . فليت شعري بأية قوة وحدس ودربة وغوْص يُحسن الظن بنفسه في وجود المسبع من مقدمات من يقرأ بعض كتاب المدخل أعني كتاب أوقليدس في الأصول وليس له دربة ولا رياضة ويستنقص المبرزين في هذه الصناعة . وما الذي يوجب الظن في عجز ارشميدس الفاضل مع تقدمه في الهندسة على سائر المهندسين فإنه بلغ في الهندسة غاية سماه اليونانيون المهندس وهو ارشميدس ولم يُسَمّ أحد من المتقدمين ولا من المتأخرين باسمه(٤١) » هذه مبالغة من أبي سعيد الذي يتابع مطرياً مناقب ارشميدس وأعماله الجليلة ويثني على مقدماته في المسبع التي سلك فيه طريق الصواب –[على حد قول أبي سعيد]– وبقوله أدرك المتأخرون عمل المسبع» . وما أن ينتهي من الحمد والثناء حتى يعود إلى أبي الجود والعصا في يده « هذا البائس الضال يومىء إلى أوائل مقدماته الرديئة الفاسدة البعيدة عن طريق الصواب التي لا يمكن أن يوقف على المسبع بها والتمويه الذي موّه على نفسه وظنّ أنه يموّه على أحد اللهم إلا على من ليس يحسن شيئاً من الهندسة ولا من مدخلها » ويختم : « فنعم ما فعل ارشميدس بما حصّل من البرهان على مقدمات المسبع وما سطر في كتابه لئلا ينتفع به من لا يستحق مثل هذا المحروم(٤٢) » . ولا نجد في رسائل أبي الجود رداً صريحاً أو دفاعاً مقنعاً فهو مذنب في حق ارشميدس ولعله مذنب في حق الأمانة .

(٣٩) [ج ١] آخر صفحة ٣٧ ب .
(٤٠) [ج ٢] ص ١١٧ ب س ٢٠ .
(٤١) [س] ص ١٠ ب .
(٤٢) [س] ص ١١ آ س ٥ .

ويمكننا التصور انّ الأوساط الرياضية في شيراز والري وبخارى وبغداد وغيرها من العواصم كانت ولا شك تتبع باهتمام بالغ المحاولات المبذولة لتسبيع الدائرة وتثليث الزاوية وغيرها من المسائل التي يشغف بحلها المبتدىء والمتقدم على حد سواء ، ولا شك انّ صدىً هذه المحاولات قد دخلت مجالس عضد الدولة وابن العميد والصاحب بن عباد(٤٣) ومَن تشبه بهم من الأغنياء والعظماء وسط أنباء متضاربة عن نجاح هذا واخفاق ذاك وفي جو قد لا يخلو من التشيع والمشادة والمهاترة . ولم يكن أبو الجود منتسباً إلى أمير خطير ولا كان صاحب حلقة يستظهر بتلامذته(٤٤) ولذا نراه يشكو من العزلة والتحامل عليه في رسالته إلى أبي محمد الحاسب [ج١] إذ يقول : وشغلتني الأعمال السلطانية كلفتها والاعتمادات الجليلة على فنها دون خطبتي لها [أي الهندسة] إذ رغبني منذ سنين كثيرة في شيء منها عن الدرس والتدريس ولذلك ينكر بعض المهندسين اليسير من معرفتي والقليل من عملي فيوهم اني منتحله لا عامله(٤٥)».

(٤٣) ينبغي أن لا نأخذ ادعاءات أبي حيان التوحيدي على علاتها في « مثالب الوزيرين » من أن الصاحب بن عباد كان مناهضاً للعلم زارياً بالعلماء فأبو حيان مولع بالتندر والسخرية وكان يجتمع حول ابن عباد جماعة من العلماء البارزين ذكر منهم ياقوت الحموي بني المنجم وأبا محمد الخازن (معجم الأدباء، مصر ١٩٣٦ ، ج٦/٢٨٢) وإلى الصاحب أهدى أبو الفضل الهروي– وهو عالم يقر البيروني بفضله – كتابه المدخل الصاحبي (ذكره البيروني في كتاب تحديد نهايات الأماكن ، أنقره ١٩٦٢ ، ص ٢٠١ ، ٢٠٢ ، ١٣٤) .

(٤٤) وما أحسن ما ذكره المقدسي في زمن قريب من تاريخ رسائل التسبيع إذ قال في « أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم» المحرر في سنة ٣٧٥ ﻫ (ليدن ١٩٠٦ ، ص ٦٥–٦٦) ورأيت المصنفين قبلي على ضربين: منهم من عقد لنفسه مجلس تدريس مدة مديدة وجمع الغرباء وحرص على تخريج التلاميذ لينتشر اسمه في البلدان ويعرفه الخاص والعام حتى إذا بلغ أمله وعلا ذكره وصنف فيلقى كلامه بالقبول وقبلت حكمه العقول وإلى هذا ذهب الكعبي والكرخي. ومنهم من نسب كتابه إلى أمير جليل أو صدر نبيل ليشرف تصنيفه ويعلو قدره » ويتصل بهذا المعنى ما جاء في مقدمة كتاب الجبر والمقابلة لعمر الخيام قال : «ولما منّ الله تعالى علي بالانقطاع إلى جناب سيدنا الأجل الأوحد قاضي القضاة أبي طاهر (محمد بن عبدالله بن الحسين أدام الله علوه)... فانشرح صدري وارتفع بمصاحبته قدري وعظم بالاقتباس من أنواره أمري واشتد بأدبه ونعمه ازري».. (مخطوط جامعة كولومبيا نيورك سمث٤٥) مع إضافة (محمد...) عن مخطوط الفاتيكان باربريني ٣٦، ٢ قلنا هذه ظاهرة اجتماعية لتلك العصور ولما كان أصحاب العلوم الحكمية موضع شك في دينهم فكان انتسابهم لمرجع ديني عال درعا يدرأ عنهم ثورة العامة إلى حد ما .

(٤٥) [ج١] ص ٤٢ب س ١٣ في المخطوط على فنها. هذا النص هو مرجعنا الوحيد لمعرفة العمل الذي يتعاطاه ابن الليث ولا يتضح ما إذا كان كاتباً أو حاسباً في بعض الدواوين أو مهندساً ناظراً على أعمال الأنهر والقناطر . وهذا النص يجعلنا نرجح أنه ربما جاوز الثلاثين ، إلى جانب ما يقوله عن « حداثة » أبي العلاء بن سهل .

كانت الحال على ما حكينا حين دخل حلبة الميدان اثنان من كبار الرياضيين في عصرهما : أبو سهل القوهي وأبو حامد الصغاني[٤٦] . ويفيدنا أبو الجود بوضوح انّ أبا سهل قد سبق الصغاني في عمل المسبع ([ج٢] ص ١١٧ ب س ١٩ وص ١١٨ ب س ٣) أما الشني فإنه لا يعير الترتيب الزمني كبير اهتمام وتعبيره هو بالحرف الواحد : « ثم كان هذا الشكل على حالته حتى تهيأ لأبي سهل ويجن بن رستم الكوهي وأبي حامد أحمد بن محمد بن الحسين الصغاني ([ش] ص١٣٠ ب س ٤) بتقديم الكوهي على الصغاني في الكلام. ولاعجب أن يكون الكوهي هو السابق فقد كان أطول باعاً في الهندسة وأوفر استنباطاً واستخراجاً للمسائل وقد ملأت شهرته الكتب القديمة حتى انها طمست شهرة الصغاني وغيره،فمنه انّ ابن النديم في الفهرست المحرر سنة ٣٧٧ ه يذكر القوهي وجملة طيبة من كتبه آخرها : « استخراج ضلع المسبع في الدائرة » ولا يورد ذكراً للصغاني البتة[٤٧] . وينسب البيروني في كتابه القانون المسعودي عمل التسبيع للقوهي ولأبي الجود[٤٨] ، ويفعل السموءل بن يحيى المغربي شبه ذلك فينسب التسبيع للقوهي ولا يذكر غيره من المؤلفين[٤٩] . ولعلّ القوهي قد أنجز عمله في خلال سنة ٣٦٠ ه مما حمل أبا الجود على القول ، لما تقدمت به السنّ والقى نظرة اعتزاز على ماضيه ، : « ثم عمل بعد ذلك أبو سهل الكوهي رسالة في هذا الشكل بعدما عملته بسنين غير قليلة([ج٢]ص ١١٧ ب س ١٩) .

رفع أبو سهل القوهي رسالته إلى عضد الدولة وضمنها من معاني المديح أجمله وأبلغه في لفظ دال على القصد دون تطويل ولا اطراء مفرط . قال في مقدمته : « قد ظهر في عصر مولانا الملك الجليل المنصور عضد الدولة أطال الله بقاءه وأدام سلطانه كثير من العلوم الشريفة والآداب الحسنة والصنائع اللطيفة والأعمال العجيبة وحسن السياسة وجميل السيرة وبسط العدل وعمارة البلاد وأمن العباد في أيام دولته وزمان اقباله كما **ظهر كثير من الأشكال الهندسية التي لم**

(٤٦) الكوهي نسبة إلى كوهستان في بلاد الجبال في شرقي العجم وهي كورة من خراسان (أبو الفداء، تقويم البلدان، باريس ١٨٤٠ ، ص ٤٤٤) ويقال قوهي (وقوهستان). أما الصغاني ويقال أيضاً الصاغاني فنسبة إلى الصغانيان وهي بلاد ومدينة واقعة في شرقي العجم البعيد وراء نهر جيحون (أبو الفداء ص ٥٠٥) وانظر لسترنج ، بلدان الخلافة الشرقية ، بغداد ١٩٥٤ ، ص ٢٢١ ، ٣٩٢ ، ٤٧٦ ، ٤٨٢ ، ٤٨٣ .

(٤٧) الفهرست ، طبعة مصر ، دون تاريخ ، ص ٤٠٩ .

(٤٨) البيروني ، القانون المسعودي ، طبعة حيدر آباد ، ١٩٥٤ ، ج ١ ص ٢٩٧ .

(٤٩) السموءل بن يحيى بن عباس المغربي (ت٥٧٠ه/١١٧٥م)، كشف عوار المنجمين، ليدن مخطوط ٩٨، ص ٢ ب س ٥

تظهر في عصر أحد من الملوك مع قصدهم لإظهارها(٥٠) » ولعلّ في ذلك اشارة إلى حث عضد الدولة مهندسي عصره على تسبيع الدائرة وتثليث الزاوية والهجوم على المسائل المستعصية . ويعدّد القوهي بعضاً من العلوم الرياضية كالهيئة والعدد ومراكز الاثقال – وقد برع فيها – ويشيد بأهميتها ثم ينتقل إلى موضوع التسبيع فيأتي هنا بالكلام الغريب فبدلا من اقراره صعوبة القضية وأهميتها كما يقتضي المقام فهو على عكس ذلك يقول : « **وأسهل قسم من أقسام هذه الأشكال** التي ظهرت في هذا العصر المبارك هو شكل قد اجتهد **الأوائل المذكورون فيه** ولم يتم لأحد فيهم استخراجه ، كما تممه الله عز وجل بدولة مولانا الملك الجليل المنصور عضد الدولة أطال الله بقاءه وأدام سلطانه على يد خادمه وهو عمل ضلع المسبع المتساوي الأضلاع في دائرة(٥١) » فإلى أي شيء يقصد الكوهي في الحط من أهمية التسبيع والمقام ليس لمثل هذا المقال ؟ أجاء كلامه اشارة عفوية أو مقصودة إلى ما صدر عن أبي الجود والسجزي وأبي العلاء بن سهل من تبجح وتطاول لسبقهم رياضيي زمانهم المشهورين ؟ قد يكون ذلك فلعلّ الكوهي يُذكر بما أنجزه من الأعمال الرائعة التي بوأته مكاناً فريداً في عيون معاصريه ويوازن بين ماضيه وعمل المسبعين فترجح كفته . وعندنا انّ روايته تقرّ ضمناً وبشكل واضح بانجاز التسبيع عن يد غيره قبل ان يتناوله هو بمهارته الفائقة **فقد خصّ الأوائل وليس المحدثين ولا المعاصرين بالعجز عن التسبيع** وروى انّ التسبيع قسم من الأشكال الكثيرة التي ظهرت في أيام عضد الدولة. ونسخة القاهرة مطابقة لنسخة باريس مطابقة حسنة في النص الرياضي إلا انّ مقدمتها تختلف اختلافاً شديداً وتبدو وكأنّ أميراً من أمراء البيان قد أطلق العنان ليراعه فصقل العبارة وهذبها ونمقها وفخمها . والمقدمتان متفقتان في تلقيب الملك **بعضد الدولة دون زيادة** وفي اعتبار **التسبيع من أسهل الأشكال** التي تحقق استخراجها في زمنه(٥٢) أما رسالة القوهي الثانية [ق٢] فإنه

(٥٠) [ق ١] ص ١٧ب .
(٥١) [ق ١] ص ١٧ب إلا ان النص جاء في المخطوط بلفظة « أحد » قبل هذه الأشكال .
(٥٢) رسالة القاهرة مقدمتها : قد أظهر الله وله الحمد في عصر مولانا الملك الجليل المؤيد المنصور عضد الدولة أطال الله بقاءه وأدام تأييده وعلوه وتمكينه وقدرته وسلطانه من فنون العلم والأدب وضروب البحث والطلب ما لم يزل مستبها لا ينفتح ومستعجما لا ينشرح وأبيا لا يذل ولا يصحب وبعيداً لا يدنو ولا يقرب كما ظهر ببركة دولته ويمن نقيبته كثير من دقيق الأشكال الهندسية بعد مأخذها وصعب مرامها على السلف حتى وكلوا النظر فيها الى الخلف بعد تعذرها على المبرزين وتعسرها على المتقدمين منهم فانثنوا عن حلها خائبين وولوا عن فكها غاربين قد تمروا فيها من حولهم وقوتهم وتفادوا لديها من بأسهم ونجدتهم هذا مع استفراغهم لجهدهم في استخراجها واستنفاذهم

←

قدّمها إلى **أبي الفوارس ابن عضد الدولة** ولم يسمه بالملك ولا لقبه بشرف الدولة والمعروف أن أبا الفوارس ملك فارس ، وعاصمتها شيراز ، بعد موت عضد الدولة في سنة ٣٧٢ ه . في الوقت الذي رفع فيه القوهي رسالته الأولى إلى عضد الدولة في حدود ٣٦٠ ه كان أبو الفوارس المولود في ٣٥١ ه صبياً لا همّ له ولا بال بأصول أقليدس . فالرسالة المرفوعة اليه لا بد أنها أتت بعد الرسالة الأولى [ق١] بعدة سنوات وجاء في مقدمتها : « ... وهو كتاب لطيف لم يُتمم قصده ولا أكمل غرضه في استخراجه عن طريق واحد » الكتاب المقصود هو كتـــاب ارشميدس في تسبيع الدائرة والضمير عائد إلى ارشميدس . ويتابع « فكيف عن طرق كثيرة كما تمم لعبد مولانا » ولا ندري هل صيغة الجمع هنا للتفخيم أم هي للدلالة على ثلاث طرق فما فوق وأما ما اطلعنا عليه فهو طريقتان فقط . والرسالة قد وضعت قبل سنة ٣٦٧ ه وهي السنة التي لُقب فيها عضد الدولة **بتاج الملة** وإلا لكان توجب على القوهي أن يذكر اللقبين . وإذا ما جاوزنا اليقين إلى الظن فقد لا نتعدى الحقيقة بكثير اذا أرخنا الرسالة بحدود ٣٦٥ه ٩٧٦ م وأبو الفوارس آنئذ شاب في الرابعة عشرة من عمره ومن يدري فربما كان القوهي في هذه السنة شيخه في الهندسة والهيئة لاسيما وأنّ التواريخ تشيد بعد ذلك بحب شرف الدولة للعلم والعلماء . وفي سنة ٣٧٨ ه ٩٨٩ م تقدم شرف الدولة برصد الكواكب السبعة وعول على أبي سهل في ذلك فإذا صح فرضنا — **ولا شاهد عليه** — فيكون شرف الدولة قد عهد إلى استاذه بمثل ما عهد والده عضد الدولة إلى شيخه الصوفي(٥٣) .

لوسعهم في استنباطها ثقة منهم بما وعدتهم به أمانتهم من بقاء علم الهندسة على وجه الدهر ونمائه مع نفاذ العمر وابقائه ذكراً جميلا لا يبلى وذخراً جزيلا لا يفنى .. الخ (في المخطوط لا يدل عوضاً عن لا يذل، كثيراً بدلا من كثير ، ومعادوا بدلا من تفادوا : **لا ينشرح أي غير قابل للشرح ، لا ينفتح . يصحب بمعنى يذل**) . ويذكرنا هذا المقطع بأسلوب أبي اسحق الصابىء صديق القوهي وهو على كل حال غير أسلوب القوهي. وفي هامش الصفحة مقدمة أخرى تختصر المقدمة السابقة . ويلاحظ في عدد من مخطوطات الرسائل الرياضية اهمال المقدمات أو اختصارها كما لو كان الناسخ لا يرى فائدة في غير المتن الرياضي .

(٥٣) ابن القفطي، اخبار العلماء، مصر ١٣٢٦ ھ ص ٢٣٠ وجاء فيها : « فبنى (الكوهي) بيتاً في دار المملكة في آخر البستان مما يلي الخطابين واحكم أساسه وقواعده لئلا يضطرب بنيانه أو يجلس شيء من حيطانه وعمل فيه آلات استخرجها» وقد قاس الكوهي الميل الأعظم في منقلب ٣٧٨ ھ الصيفي الواقع في صفر ، حزيران ٩٨٨، وفي المنقلب الشتوي في جمادى الآخرة من ٣٧٨ ھ أيلول ٩٨٨ وشهد العمل ممن ثبت خطه (في المحضر) من القضاة والشهود والمنجمين والمهندسين وأهل العلم بالهندسة والهيئة .. القاضي أبو بكر بن صبر ، القاضي أبو الحسين الحوزي، أبو اسحق ابراهيم بن هلال (الصابىء) ، أبو سعد الفضل بن بولس النصراني الشيرازي، أبو سهل ويجن بن رستم صاحب الرصد ، أبو الوفاء محمد بن محمد الحاسب (البوزجاني)، أبو حامد أحمد بن محمد الصاغاني صاحب **الاصطرلاب** ، أبو الحسن محمد بن محمد السامري ، أبو الحسن المغربي» القفطي ص ٢٣١، البيروني ، تحديد نهايات **الأماكن** ، انقره ١٩٦٢ ص ٧٢ .

رسالة الصغاني [ص]

رفعها إلى الملك الجليل عضد الدولة ابن أبي علي ركن الدولة ويقول في مقدمتها : « وقد كان استخراج وتر المسبع معتاصاً على المهندسين فإنّ ارشميدس وضع مقدمة إذا حصلت هي يحصل بحصولها وتر المسبع وعلى هذا السبيل جرت هذه المسئلة إلى زماننا هذا فتأتى استخراج هذه المسئلة لأحمد بن محمد بن الحسين الصغاني بالهندسة الثابتة وتمت له بدولة الملك الجليل المنصور عضد الدولة أطال الله بقاه وسعادة جده وأيامه ... وقد كنت أنفذت هذه المسئلة وقت مقامي بالري إلى خزانته المعمورة بسعادة جده ويمن طائره[٥٤] والآن فقد عبرتها صورة أخرى بينت كيفية رجوع المسئلة إلى المقدمة ثم رددتها إلى التركيب » وكما قلنا سابقاً فارجاع المسئلة إلى مقدمة ارشميدس والتركيب بعد التحليل — وهما الشكلان جَ دَ من رسالته هذه [ص] — لا يغيران في جوهر الموضوع . ويستدل مما مضى أنّ الرسالة [ص] لم تؤلف في الري ونرجح انّ رسالتي القوهي والصغاني وضعتا في شيراز وقدمتا إلى خزانة عضد الدولة بتلك العاصمة[٥٥] . ومن شيراز حملتا إلى السوق الوراقية في بغداد أو الى رياضي ما ومن ثم نقلتا إلى أبي محمد عبدالله بن علي الحاسب الذي أنفذهما إلى أبي الجود . ويفيدنا ابن الجوزي أن بُرُد عضد الدولة كانت تصل من شيراز إلى بغداد بسبعة أيام[٥٦] .

(٥٤) يقول المقدسي في وصف الري (أحسن التقاسيم ص٣٩٠ س ١٣) : الري بلد جليل بهي نبيل كثير المفاخر والفواكه فسيح الأسواق حسن الخانات طيب الحمامات كثير الأدامات قليل المؤذيات غزير المياه مفيد التجارات. علماء سراة وعوام دهاة ونسوان مدبرات بهي المحلات خفيف ظريف نظيف لهم جمال وعقل وآئين وفضل وبه مجالس ومدارس وقرائح وصنائع... به دار الكتب الأحدوثة وعرصة البطيخ العجيبة » وهذه الدار غير خزانة عضد الدولة. ولا بد من الاشارة إلى ان المقدسي أنهى كتابه في ٣٧٥ هـ بعد ان طوف في البلدان سنين عديدة ويذكر أنه زار بنفسه خزانة عضد الدولة والصاحب (ص ١٠ س ١٣) وانظر ص ١٥ س ١٠ .

(٥٥) يقول المقدسي ص ٤٤٩ : « وبنى [عضد الدولة] بشيراز دارا لم أر في شرق ولا غرب مثلها ما دخلها عامي الا افتتن بها ولا عارف الا استدل بها على نعمة الجنة وطيبها . خرق فيها الأنهار ونصب عليها القباب وأحاط بالبساتين والأشجار وحفر فيها الحياض... وخزانة الكتب حجرة على حدة عليها وكيل وخازن ومشرف من عدول البلد ولم يبق كتاب صنف إلى وقته من أنواع العلوم كلها إلا وحصله فيها وهي أزج طويل في صفة كبيرة فيه خزائن من كل وجه وقد ألصق الى جميع حيطان الأزج والخزائن بيوتاً طولها قامة في عرض ثلاثة أذرع من الخشب المزوق عليها أبواب تنحدر من فوق والدفاتر منضدة على الرفوف لكل نوع بيوت وفهرسات فيها أسامي الكتب لا يدخلها إلا وجيه وطفت في هذه الدار كلها سفلها وعلوها » وفي كتاب التقاسيم أوصاف أخرى جد جميلة لها علاقة بعضد الدولة أنظر ٤١١ ، ٤١٩ ، ٤٣٠ ، ٤٤٧ .

(٥٦) المنتظم ، ج ٧ ص ١١٥ س ٤ .

رسالة أبي الجود إلى أبي محمد الحاسب ورأيه في رسالتي القوهي والصغاني

يقول أبو الجود في مقدمة رسالته : « وصل كتاب الاستاذ مولاي أدام الله توفيقه مطوياً على الرسالتين اللتين عملهما الاستاذ أبو سهل القوهي وشيخنا المهندس أبو حامد الصغاني أيدهما الله في استخراج وتر سبع الدائرة فحملتا اليه من بغداد فشكرت فضله في انفاذهما إلي والله يحسن عني اداءه جزاءه (في المخطوط عن أودايه جزاه) وأنا مبيّن طريق كل منهما في عمله وطريقي التي سلكتها فيه وتفردت بها في استنباطه وحال الشك العارض فيما عمله شيخنا أبو حامد أيده الله لغلط لعلّه وقع من نقل الوراق ليقف الأستاذ أدام الله عزه من رسالتي هذه على الطرق الثلث فيه ومقدار معرفة صاحب كل منها . فأقول انّ كلي المهندسين المذكورين قصد الشكل الذي قدّمه ارشميدس في رسالته ... » ويشير أبو الجود إلى طريقة أبي سهل مطرياً عليه مُبَيّناً كيف أنه أهمل النوافل في عمل ارشميدس : « فأما الأستاذ أبو سهل فإنه بحذاقته بالصناعة ومهارته بالهندسة أضرب عن ذكر هذا المربع والمثلثين المتساويين فيه وخارجه جملةً وتخطاها كلها إلى قسمة الخط لبراعته ومعرفته وذكاء فطنته بقطعين متقاطعين زائد ومكافىء ». وانتقل بعد ذلك إلى الصغاني فقال : « وأما شيخنا أبو حامد أيده الله فقد قصد هذا الشكل الذي قدّمه ارشيمدس بعينه أعني هذا المربع ... » ويتابع شرحه لطريقة الصغاني وينطبق كلامه على ما جاء في نسخة باريس (ص) ومن ثم يعيد تركيب أبي حامد مقدماً عليه بقوله : « ولعلّ الشك العارض فيها لغلط(٥٧) وقع من الوراق في نقلها من الأصل(٥٨) وأنا أحله وأصحح ما سقم منه » وتركيب الصغاني في مخطوط باريس مطابق لتركيب أبي الجود وصحيح لا شكّ فيه غير أنّ نقطتين مختلفتين من الشكل قد سميتا بحرف واحد ع مما يدخل الشبهة والالتباس على القراءة(٥٩) .

بعد ذلك يأتي أبو الجود إلى طريقته هو وغايته الواضحة وأمنيته أن يظهر فضل طريقته على سواها ولا نظن أنّ أبا محمد الحاسب أو أحداً من الرياضيين وافقه على تقديره هذا لنفسه . ويرى أبو الجود انّ المثلث الذي استعمله هو خير من الذي استعمله القوهي والصغاني لأنه مطرد في عمل المضلعات وهذا أيضاً أمر مشكوك فيه كما انه يرى انّ القطع المكافىء أقرب من

(٥٧) في المخطوط « الغلط » بدلا من « لغلط » .
(٥٨) في المخطوط بدلا من الأصل : من الناسخ على .
(٥٩) [ص] صفحة ٢٧ ب .

القطع الزائد ، وقد استعمل شيخنا أبو حامد أيده الله بَدَلَه زائدين فعملُه لذلك ولما سواه أبْعَد(٦٠) » إلا أنه يضيف بعد ذلك ، وأنا معترف بتقدم الاستاذ أبي سهل أدام الله سلامته وتبريزه عليّ وعلى أمثالي وبأنه نسيج عصره في صناعة الهندسة وبقوة شيخنا أبي حامد أيده الله على التسبيع وغيره من الأشكال الهندسية الغريبة فلقد تمهر بها وتدرب فيها (٦١)» .

ثم يأتي على ذكر طريقة أخرى في التسبيع ابتكرها وابتدعها ولكنه لا يرى الكشف عنها قبل أن يعلم أبو محمد من المهندسين هل توصل أحدهم إلى مثل عمله ونص كلامه : « سألت الأستاذ سيدي أدام الله عزه إذ هو المتوسط والمبرز والمعام لهذه العلوم والشاهد العدل والحكم الصدق في كتابي المتقدم أن يتعرف من المشايخ المهندسين الحاضرين الحضرة أجلها الله وأيدهم هل عمل أحد المسبع بقطع واحد أو هل مغى بعلمهم أحد في عمل ذي الاحدى عشرة قاعدة متساويات في دائرة وأن يعرفني مرجوعهم في الجواب حتى إذا نفذت عملي في الشكلين المذكورين لم يسوء خلقهم بقدح فيه كما ساءت مرات بقدحهم فيما سواه ونسبهم إلى غيري إياه(٦٢) » ولعلّ قوله قطع واحد معناه قطع ودائرة ، أما إذا عنى أبو الجود قطعاً وخطاً مستقيماً فالأمر ممتنع والحل خاطىء لا محالة .

ومن المألوف في مثل هذه الحال أن يرسم المهندس بعض معالم حلّه وهذا ما فعل أبو الجود فقد حكى مقدمتين بنى عليهما حلّه الجديد(٦٣). وساء طالع أبي الجود للمرة الثانية فإنّ مقدمته الثانية وهي القاعدة أتت خاطئة والحل القائم عليها فاسد وقد فطن للأمر أبو عبدالله الشني ولم يكن كليل العين وكتب في رسالته : « فرُمت أنا اقامة البرهان على ما ادعا فيه ففتشت عن ذلك فإذا أنه قد غلط فيه وانما تهيأ له ذلك اذا كان عمود $\overline{\text{ا د}}$ مساوياً لقطر $\overline{\text{ا ب}}$ فخطر ذلك بباله أو لم يخطر فأوهم بجهله وغفلته أنه يؤدي إلى مطلوبه وبغيته اذا كان $\overline{\text{ا د}}$ أطول أو أقصر من $\overline{\text{ا ب}}$ فأرسل البرهان على ذلك واحداً أو قد عرف ذلك فتعاما عنه عجزاً وأراد بذلك أن يمخرق(٦٤) » .

ولا شك في أنّ أبا الجود فطن إلى سهوه بعد كتابه إلى أبي محمد فأعرض عن نشر

(٦٠) [ج ١] ص ٤٢ ا-ب .
(٦١) [ج ١] ٤٢ ب
(٦٢) [ج ١] ٤٣ آ في المخطوط بدلا عن مغى : معي (ومغى أي تكلم بكلام يفهم) .
(٦٣) [ج ١] ٤٥ ب .
(٦٤) [ش] آخر صفحة ١٣٣ آ .

طريقته الجديدة وعن عمل ذي الأحد عشر ضلعاً في الدائرة فإنا لا نجد لهما أثراً ما في رسالته [ج٢] التي وضعت بعد [ج١] بسنوات كثيرة ولا في رسالة الشني ولا وجدنا لهما ذكراً في مؤلف قديم البتة .

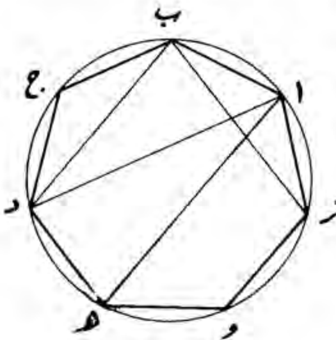
وتمضي الأيام وتصبح قضية التسبيع ذكرى في طيات الفؤاد لا يسترجع منها أبو الجود إلا ساعاتها الحلوة المجيدة ويكتب إلى أبي الحسن الغادي بعد طي السنين : « وكنت حللت هذا الشكل ... وعلمت أنّ بعض المهندسين نسب هذا العمل جزافاً إلى أبي سهل الكوهي ثم غير بعضه وانتحله لنفسه كما بلغني [المقصود هنا السجزي دون شك] ... ثم عمل بعد ذلك أبو سهل الكوهي هذا الشكل بعد ما عملته بسنين غير قليلة ... ودلت رسالته هذه على أني أبدعت فيما عملت وتفردت بالطريق التي سلكت والجميع اليه سبقت »(٦٥) .

ج- مضمون الرسائل الرياضية باختصار

نتنقل الآن إلى مضمون الرسائل ونقابل بين الحلول التي قدّمها الرياضيون الأربعة وسوف نرى أنها تشترك جميعاً في الطريقة العامة ولا تختلف إلا في الشُعب .

المرحلة الأولى من الحل

قسمة الدائرة على سبعة أقسام متساوية كما في الرسم تؤول إلى عمل مثلث $\overline{\text{ا ب د}}$ أو $\overline{\text{ا ب ز}}$ أو غير ذلك من المثلثات .



(الشكل رقم ٣)

طريقة ارشميدس وتبعها الصغاني [ص] والقوهي [ق١] هي عمل مثلث $\overline{\text{ا ب د}}$ ويتبيّن أنّ الزوايا تتوالى فيها على نسبة الضُعف أي زاوية $\overline{\text{ب}}$ ضعف $\hat{\text{ا}}$ وزاوية $\overline{\text{ا}}$ ضعف $\hat{\text{د}}$.

[ص] صفحة ٢٤ آ و [ق١] ١٨ آ .

(٦٥) [ج ٢] ص ١١٧ ب س ٥ ، ١٦ ؛ ص ١١٨ آ س ١ .
وجدير بالإشارة ان ابن الهيثم له « قول في استخراج مقدمة ضلع المسبع » انشأه بين ٤١٨ هـ و ٤٢٩ هـ أنظر عيون الأنباء ج ٢ ص ٩١ س ٢٢ وما بعده وص ٩٧ س ٢٣ و ص ٩٨ س ١٠ .

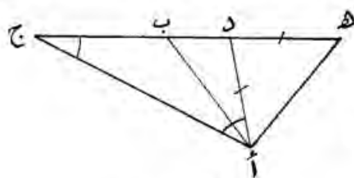
طريقة القوهي [ق ٢] عمل مثلث ا ب ز حيث زاوية آ خمسة أضعاف كل من زاويتي ب ز [ق٢] ص ٢ آ.

طريقة ابن الليث والسجزي [ج١] [ج٢] [س] : عمل مثلث ا ه د حيث كل من زاويتي ه د ثلاثة أمثال زاوية ا .

[ج١] ص ٤٠ ب [ج٢] ١١٧ ب [س] ١٣ ب

المرحلة الثانية من الحل

الانتقال من معادلات بين الزوايا الى معادلات بين الخطوط ويتم ذلك بواسطة المثلثات المتشابهة . لقد حكينا في صدر المقال طريقة ارشميدس ، ونأتي في ما يلي على طريقة القوهي في [ق٢] ص ٢ ب و ٣ آ :



(الشكل رقم ٤)

لدينا مثلث ا ب ج حيث زاوية ب خمسة أمثال كل من زاويتي ا ج نخرج خط ج ب إلى د ه على استقامة ونأخذ نقطتي د ه بحيث يكون زاوية ب ا د مثل ب ا ج وخط د ه مثل ا د . فمن السهل أن نبرهن على تشابه مثلثي ه د ا ه ا ب وتشابه د ا ب د ج ا ينتج عنه :

ه ب × ه د = ا ه^٢ = ب ج^٢
د ج × د ب = ا د^٢ = ه د^٢

فقد آلت المسئلة إلى قسمة خط كخط ه ج على نقطتي د ب بثلاثة أقسام بحيث يكون : «ضرب مجموع القسمين الأولين في الأول مثل مربع القسم الثالث وضرب مجموع القسمين الثاني والثالث في الثاني مثل مربع القسم الأول » .

إلى مثل هذه القسمة يعود عمل القوهي [ق١] والصغاني [ص] وهي بعينها القسمة التي استعملها ارشميدس .

أما أبو الجود ابن الليث فقد قسم خط ا ب على نقطة د بحيث يكون :

ب د أ

(الشكل رقم ٥)

$$\frac{\sqrt{\overline{\text{اب}} \times \overline{\text{اد}}}}{\overline{\text{دب}}} = \frac{\overline{\text{اب}}}{\overline{\text{اب}} + \overline{\text{دب}}}$$

ويُعَرِّف عن ذلك بقوله : « ثم حللت المثلث إلى خط مستقيم معلوم النهايتين يقسم بقسمين ضرب جميع الخط في أحد القسمين مثل مربع خط نسبته الى القسم الآخر كنسبة جميع الخط إلى مجموعه مع هذا القسم الآخر » ([ج١] ص ٤١ ب س ١٧) و ([ج٢] ص ١١٧ب س ١٠) . هذه القسمة استعملها أبو الجود في [ج١] و[ج٢] واستخدمها السجزي في حلّه أيضاً [س] .

ولأبي الجود قسمة ثانية يومىء اليها إيماءً في رسالته الى أبي محمد [ج١] فبقسم « الخط المفروض بثلاثة أقسام وضرب جميع الخط في القسم الثالث مثل مربع القسم الاول وضرب مجمــوع قسمي الثاني والثالث في الثاني ايضاً مثل مربع الاول » [ج١] ص ٤٤ آ س ٢

ب د هـ أ

(الشكل رقم ٦)

$$\overline{\text{اب}} \times \overline{\text{دب}} = \overline{\text{اه}}^{2}$$

$$\overline{\text{هب}} \times \overline{\text{هد}} = \overline{\text{اه}}^{2}$$

ويضيف أبو الجود : وهذا أقرب وأسهل من ايجاد خط مقسوم بثلثة أقسام وضرب مجموع القسمين الثاني والثالث في الثاني مثل مربع القسم الأول كما وضعه ارشميدس وعمله الأستاذ أبو سهل وشيخنا أبو حامد أيدهما الله لعمل المسبع وهو أيضاً أسهل من قسمة الخط بخطين ضرب جميع الخط في أحدهما مثل مربع خط نسبته إلى القسم الآخر كنسبة جميع الخط إلى مجموعه وذلك القسم الآخر كما عملته أنا من قبل لعمل المسبع أيضاً [ج١] ص ٤٤ آ .

وهذه القسمة لا تختلف عن الأولى إلا ظاهراً وقد نبّه الشني إلى ذلك في رسالته (٦٦).

(٦٦) [ش] ص ١٣٤آ س ٢٨. قال الشنّي : « وانما أراد أبو الجود ان يقسم الخط على هذه النسبة التي هي تلك القسمة الأولى بعينها لو تأتى له ذلك ثم يبني عليه المسبع كما بناه على ذلك العمل ويظهر أنها نسبة أخرى خلاف ما عمله العلاء بن سهل » ويبين الشني ان القسمة التي استعملها السجزي وأبو الجود تؤول إلى قسمة ارشميدس [ش] ص ١٣٤ ب

المرحلة الثالثة من الحل وهي قسمة الخط بالقطوع المخروطية

فائدة : جعلنا في الحواشي تذكرة لخواص القطوع(٦٧)

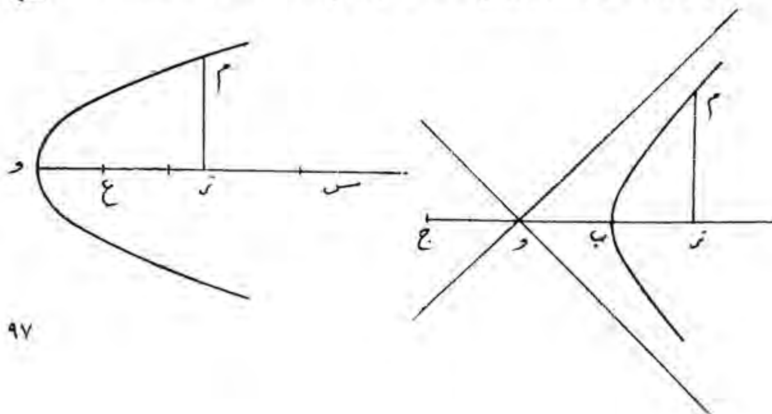
طريقة القوهي في [ق ١] ص ١٩ ب

آ ــ **التحليل** : نعود إلى قضية التسبيع ونفرض أن خط ا ب مقسوم على نقطتي ج د بحيث يكون ا د × ا ج = د ب٢
ج ب × ج د = ا ج٢

ونجعل خط ه ج ز عموداً على ا ب بحيث يكون ه ج = ج د ج ز = د ب ونرسم ز ط موازياً ا ب و ا ط موازياً ز ج فيتبين ان ط ز٢ = ا ج٢ = ج ب × ج د فنقطة ط تقع اذا على القطع المكافىء الذي محوره ه ز ورأسه ه وضلعه القائم ه ج ثم إنّ ا ط٢ = ج ز٢ = ب د٢ = ا د × ا ج فنقطة ط تقع على القطع الزائد الذي محوره ب ج ا ورأسه د وضلعه القائم ج د فقد تعينت نقطة ط بتقاطع قطعين معلومي القدر والوضع .

(الشكل رقم ٧)

(٦٧) إذا أخذنا قطعاً مكافئاً محوره و س ورأسه و فن المعلوم ان ز م٢ = ل × و ز أياً كانت نقطة م على القطع ل خط معلوم القدر و ز : فصلة نقطة م ز م : ترتيب نقطة م فاذا جعلنا نقطة ع على المحور بحيث يكون و ع = ل فانه يكون ز م٢ = و ع × و ز ويسمي القدماء ل : طول الضلع القائم أو المنتصب وكذلك إذا اعتبرنا قطعا زائداً ←



ب – التركيب: [ق١]

ص ٢٠ آ نجعل اب اج المتساويين ضلعين لزاوية قائمة ونخرج كل واحد منهما على استقامة ونرسم قطعاً مكافئاً رأسه ب وسهمه اب وضلعه القائم اب ونرسم قطعاً زائداً رأسه آ وسهمه اج وضلعه القائم اج فيتقاطعان على ه . ونخرج ه ح موازياً از و ه ز موازياً اح ونجعل طج مساوياً لخط اح . ومن ثم يبرهن القوهي انّ خط ط ز مقسوم على ج آ بحيث يكون :

(الشكل رقم ٨)

$$\text{ا ط} \times \text{ا ج} = \text{ا ز}^2$$

$$\text{ج ز} \times \text{ا ز} = \text{ط ج}^2$$

ولا يعنى القوهي بنقطة التقاطع الثانية للقطعين الزائد والمكافىء .

طريقة السجزي [س] ١٣ آ وهي طريقة أبي الجود في [ج٢] ١١٩ آ

ا – **التركيب** : المطلوب قسمة خط اب على نقطة د ليكون $\dfrac{\sqrt{\text{اب} \times \text{اد}}}{\text{د ب}} = \dfrac{\text{اب}}{\text{اب} + \text{دب}}$

خطاه المقاربان له متعامدان ومركزه و ورأساه ب ج فن المعلوم ان $\text{و ز}^2 - \text{ز م}^2 = \text{ب و}^2$ يكون $(\text{ج ز} - \text{و ج})^2 - \text{ز م}^2 = \text{ب و}^2$

أو $\text{ز م}^2 = \text{ج ز}^2 - 2\,\text{ج ز} \times \text{ج و}$ ومنه $\text{ز م}^2 = \text{ج ز}\,(\text{ج ز} - 2\,\text{ج و})$

اذاً $\text{ز م}^2 = \text{ج ز} \times \text{ب ز}$.

وان ما نعتبره اليوم نصف القطع الزائد فهو قطع عند الأقدمين وهو في الرسم السابق أعلاه على اليمين و ج رأسه وطول ب ج هو الضلع القائم أو المنتصب .

نخرج خط $\overline{\text{اب}}$ على استقامته على ط بحيث يكون $\overline{\text{ب ط}} = \overline{\text{اب}}$ ونعمل مربع ب ط ك ل المتساوي الأضلاع والزوايا ثم نعمل قطعا زائداً مركزه ك وخطاه المقاربان له $\overline{\text{ك ط}}$ $\overline{\text{ك ل}}$ ورأسه أو مبدأه $\overline{\text{ب}}$ فيكون ضلعه القائم $\overline{\text{ك ب}}$ ونعمل قطعاً مكافئاً رأسه آ وسهمه $\overline{\text{اب}}$ وضلعه القائم $\overline{\text{اب}}$ فيتلاقى القطعان على م وننزل من م عمود $\overline{\text{م د}}$ على $\overline{\text{اب}}$ فنحصل على نقطة د المطلوبة .

(الشكل رقم ٩)

ولا يذكر السجزي **تحليل** القضية ولكنه يفيدنا أنه ركب تحليل العلاء بن سهل كما سبق القول .

طريقة الصغاني

أطول من الطريقتين السابقتين وتعتمد قطعاً مكافئاً ونصفي قطع زائد أو كما يقول القدماء قطعين زائدين ولن نحكيها ههنا . [ص] ٢٥ ب – ٢٧ آ

المرحلة الرابعة عمل المثلث

طريقة القوهي

لا يفوت القوهي أن يبيّن أنّ الخط اذا قسم بثلاثة أقسام حسب « النسبة » المذكورة فكل قسم أصغر من مجموع القسمين الآخرين [ق١] ٢٠ آ ونعيد « النسبة »

$$\overline{\text{ج ب}} \times \overline{\text{ج د}} = \overline{\text{ا ج}}^2$$
$$\overline{\text{ا د}} \times \overline{\text{ا ج}} = \overline{\text{د ب}}^2$$

(الشكل رقم ١٠)

ثم نعمل مثلثاً من ا ج ج د د ب وهو مثلث ج د ه

حيث د ه = د ب ج ه = ا ج. نخرج ه ج على استقامة الى ج ز بحيث ج ز = ج د مثلثا ب ج ه د ج ه متشابهان وكذلك مثلثا ز ه د ج ه د متشابهان والبرهان على ذلك سهل ونستنتج باعتبار الزوايا الخارجة والداخلة أنّ زاوية ج في مثلث ج د ه هي أربعة أضعاف زاوية ه وانّ د ضعفا ه . [ق١] ص ٢١ ب – ٢٢ ب يحصل من ذلك ضلع المسبع في الدائرة بسهولة [ق١] ٢٢ ب .

طريقة السجزي [س] ١٣ ب – ١٤ ب

سبق للسجزي ان قسم ا ب على نقطة ج بحيث يكون :



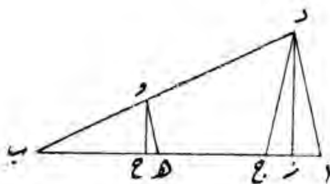
(الشكل رقم ١١)

$$\frac{\sqrt{\text{ا ب} \times \text{ا ج}}}{\text{ج ب}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ا ب} + \text{ب ج}}$$

ثم نبني مثلث ا د ب حيث

$$\text{أ د} = \sqrt{\text{ا ب} \times \text{ا ج}}$$

$$\text{د ب} = \text{ا ب}$$



(الشكل رقم ١٢)

نبرهن انّ ا د أصغر من ب ج ونأخذ على ج ب خط ه ب يساوي ا د ثم نخرج ه و يوازي ا د ونخرج و ح د ز عمودين على ا ب . اعتبار ا ب × ا ج = ا د^2 يؤدي إلى تشابه المثلثين ا ب د ا د ج يكون منه د ج = ا د اذاً ا ز = ز ج

واعتبار «النسبة» $\frac{\text{ا د}}{\text{ج ب}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ا ب} + \text{ب ج}}$ يكون منه $\frac{\text{ا د}}{\frac{1}{2}\text{ج ب}}$ أو $\frac{\text{ه ب}}{\frac{1}{2}\text{ج ب}} = \frac{\text{ا ب}}{\frac{1}{2}(\text{ا ب} + \text{ب ج})}$

من ثم $\frac{\text{هـ ب}}{\frac{1}{2}\text{ ج ب}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ز ب}}$

ولكن $\frac{\text{و ب}}{\text{ح ب}}$ أو $\frac{\text{هـ ب}}{\text{ح ب}} = \frac{\text{د ب}}{\text{ز ب}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ز ب}}$

ينتج $\frac{\text{هـ ب}}{\frac{1}{2}\text{ ج ب}} = \frac{\text{هـ ب}}{\text{ح ب}}$ يكون ح ب = $\frac{1}{2}$ ج ب ومن ثم $\overline{\text{و ج}} = \overline{\text{و ب}} =$ هـ ب = ا د .

وباعتبار الزوايا الداخلة والخارجة في المثلثات نصل إلى زاوية $\widehat{\text{اجد}}$ أعني $\widehat{\text{جاد}}$ تساوي ثلاثة أضعاف زاوية $\overline{\text{ب}}$. وأسلوب السجزي في هذه المسئلة معقد يزيده صعوبة أغلاط الناسخ فيها .

طريقة الصغاني

هي عين طريقة القوهي [ص] ٢٨ آ – ٢٨ ب وطريقة أبي الجود لا تختلف عن طريقة السجزي [ج٢] ١١٨ ب – ١١٩ آ .

الخاتمة

نختم هذا المقال بخواطر واعتبارات تاريخية وأخلاقية في النشاط العلمي العربي :

١ً – قضية التسبيع التي تصفحنا حوادثها في الأسطر الماضية تقوم شاهداً عدلا على نشاط الحركة العلمية في النصف الثاني من القرن الرابع الهجري ، وهيهات أن تكون الشاهد الوحيد . لقد قام فريق من المهندسين كلهم شغف بالتعاليم الرياضية ومؤمن بقدرة العقل على التقدم بالعلم إلى ما شاء الله أن يتقدم ، وقصدوا مسئلة مستعصية طالما وقفت في وجه العلماء كالحصن الذي لا يقهر ففتحت لهم أبوابها الأربعة مستسلمة وذلك على مشهد ومسمع من جماعات المهندسين في بغداد وشيراز وبلخ وغيرها من العواصم . ونكاد أن نسمع همهمة القوم

وجدلهم وهتافهم وهل من ينكر ما كان لاهتمام الجمهور ومن تشجيع الملوك والوجوه واقبالهم على العلم بأنفسهم من أثر بالغ يبعث الحماس والنشاط والرغبة في قلوب الباحثين ؟

٢ً– انّ تسبيع الدائرة وتثليث الزاوية(٦٨) واستخراج خطين بين خطين(٦٩) زاد في انتباه المهندسين للقطوع المخروطية والدعاوي المهمة الناتجة عن استعمالها ولا نبالغ إذا قلنا انّ كتاب عمر الخيام الرائع في الجبر والمقابلة قد وضع حجره الأساسي في هذه الحقبة من الزمن التي نعنى بها، ومن يتصفح كتاب الخيام يجد أسماء القوهي وأبي الجود والشني منقوشة في صفحاته(٧٠) . على أنّ الشيء الكثير من مؤلفاتهم لا يزال مفقوداً ، فما نعرفه من أعمال

(٦٨) ثلث الزاوية ثابت بن قرة (٢١١ – ٢٨٨ ه) واستعمل لذلك قطعا زائداً (باريس ٢٤٥٧ ص ١٩٢آ – ١٩٤ب). وكان التثليث من القضايا التي يتبارى فيها المهندسون في النصف الثاني من القرن الرابع الهجري وبده الخامس. كتب القوهي في التثليث (برلين ٩٤٠٨) والصاغاني والسجزي (باريس ٤٨٢١ ص ١٥آ – ١٦ب). وللسجزي رسالة ثانية جامعة لا يقدر ثمنها (ليدن ١٠١٦٨) وهي مهداة إلى شيخ جليل سقط اسمه في النسخ وقد جمع فيها السجزي طرقاً كثيرة لمن سبقه ومن عاصره منهم ثابت ، القوهي ، أبو الحسن الشمسي ، الصاغاني ، البيروني، أضاف اليها ابتكاراته العديدة ولابن الهيثم رسالة في برهان الشكل الذي قدمه ارشميدس في قسمة الزاوية ثلاثة أقسام ولم يبرهن عليه (ابن أبي أصيبعة ، عيون الأنباء ، مصر ١٨٨٢ ، ج ٢ ص ٩٤) وله أيضاً قول في استخراج مقدمة ضلع المسبع ومقالة في عمل المسبع في الدائرة . (المرجع عينه ص ٩٨) .

(٦٩) نقل ثابت بن قرة كتاب أوطوقيوس : « في حكاية ما استخرجه الحكماء القدماء من خطين بين خطين حتى تتوالى الأربعة متناسبة » وفي المجموعة النفيسة باريس ٢٤٥٧ صفحة واحدة من هذا المخطوط ١٩١ب جاء في مطلعها: « ثمنية عشر شكلا أحد عشر مهندساً وهم ايرن وفيلن البيزنطي أبلونيوس ديوقلس بابوس سودانوس مانخمس أرطستانس أفلاطن ابرخوطس موميدرس . والكتاب معروف عند العرب ذكره ابن النديم (الفهرست ٣٨٧) مع خطأ في العنوان : « كتاب في الخطين وبين جميع ذلك من أقاويل الفلاسفة المهندسين ». وعنه نقل ابن القفطي (إخبار العلماء ، ص ٥٣) .

وتوجد بعض حلول هذا الكتاب في « شرح أوطوقيوس لكتاب الكرة والأسطوانة لأرشميدس » أنظر

Paul Ver Eecke, *Les Oeuvres Complètes d'Archimède*, trad. franç., (Paris , 1960), vol. II.

ونضيف أن لأبي الجود ابن الليث حلا لقضية استخراج خطين بين خطين في كتابه الهندسيات (رسالة الشني ص ١٣٢ب س ٥) ، ولأبي جعفر الخازن محمد بن الحسين حل أيضاً (باريس ٢٤٥٧ ص ١٩٨ ب– ١٩٩) نشره كارا دي فو بالافرنسية في

Carra de Vaux, "Une solution du problème des deux moyennes proportionnelles entre deux droites données". *Bibliotheca Mathematica* 12 (1898), 3-4.

(٧٠) مخطوط كولومبيا ممث ٤٥ ص ٣٧ .

الشنّي(٧١) لا يتعدى بضعة مسائل والكتاب الجامع في « الهندسيات » الذي وضعه أبو الجود ضائع(٧٢) ، وأملنا كبير أن يعثر الباحثون على بعض هذه المؤلفات كما عثروا على كثير من النفيس في هذه السنين ، فتوضح لنا صورة هذا النشاط سافرة ناطقة .

٣ً – إنّ السخط والشغب الذي أثاره أبو الجود على نفسه أحد أسبابه كلامُه سوءاً في حق ارشميدس واستدراكه عليه وكأني به وقد غاص في لجة المعركة بين القديم والحديث وهي المعركة التي لم يخل منها مكان ولا زمان وأثرها سافر في الأدب العربي . ونجد لها اصداء في التاريخ العلمي منها صفحة رائعة للسموءل بن يحيى المغربي كتبها سنة ٥٦١ هـ ولا نذكرها في المتن لتأخر السموءل عن الحقبة التي نحن بصددها(٧٣) . إلا أننا نذكر تقييم السموءل للمستدرك إذ

(٧١) لأبي عبدالله محمد بن أحمد الشنّي من التآليف :

١– برهان عمل الهند في مساحة المنحرف في الدائرة .

٢– أربعة حلول لدعوى الخط المستقيم المعطوف على غير تساو في قوس ما من دائرة .ذكرت هذه المسائل الحسن في رسائل البيروني ، حيدر آباد ١٩٤٨ ، **استخراج الأوتار** ص ٦٤ ، ١١ ، ١٦ ، ٣٣ ، ٤٧ .

٣– مقالة في مساحة المثلث من جهة أضلاعه (بيروت ، المكتبة الشرقية ، ٢٢٣:٤) ذكرها بروكلمان في
***G.A.L. Suppl. II*, Leiden, 1938 p. 1022, Nº 56.**

مع تسمية الشني خطأ السبّي . نقل المقالة الى الانكليزية الاستاذان كندي وعيد
Y.Id and E. S. Kennedy, "A Medieval Proof of Heron's Formula", *The Mathematics Teacher*, 62 (1969), pp. 585 - 587.

وهي عين المقالة : مساحة كل مثلث مختلف الأضلاع من جهة أضلاعه (مخطوط القاهرة ٧٨٠٥، ص ١٤٨ ب – ١٥٠آ) .

٤– كتاب مساحة كل مثلث من جهة أضلاعه (مصر ٧٨٠٥ ص ١٥١ب – ١٥٢ب) وهي غير المقالة السابقة.

٥– مسائل عددية (مصر ٧٨٠٥ ص ١٠٦ب ، ١٠٧ب) .

٦– حاول الشني كما حاول قبله الخازن والنيريزي وغيرهما ان يبرهن على مصادرة أوقليدس . انظر : عمر الخيام ، **مصادرات اقليدس** ، تحقيق عبدالحميد صبره ، الاسكندرية ١٩٦١ ، ص ٦. ولا شك ان ما ضاع من مؤلفاته يفوق بكثير ما حفظ منها .

(٧٢) ذكر في رسالة الشني [ش] ص ١٣٢ آ س ٢٠.

(٧٣) نص السموءل في « كشف عوار المنجمين » ليدن ٩٨ ، ص ٢ آ : ولما توالى على الناس استماع دعاوي الفارغين ولم يلم باسماعهم غيره توهم أكثرهم ان الأوائل قد استخرجوا جميع ما يمكن معرفته من العلوم ، وانه لا يمكن أحداً أن يعلم ما لم يعلمه المتقدمون ، وان ما لم يعلموه غير معلوم وما لم يفهموه غير مفهوم . فلذلك يمج أسماع كثير منهم ما يسمعونه من أنّا قد استدركنا على جماعة من حذاق المتقدمين أو خالفنا ما يراه جماعة المتأخرين وتنفر منه طباعهم ويلوون منه شفاههم . وما ذلك الا إما لأن ما يمكن ادراكه من العلوم العقلية متناه عندهم وان العقول

←

يقول : « ومما يتعين على العاقل اعتقاده أنه ليس يلزم من الاستدراك على المتقدمين أن يكون المستدرك أعلم من المتقدمين بجميع علومهم وفنونهم بل إنما يلزمه التقدم عليهم في العلم بذلك الشيء دون غيره(٧٤) » ونزيد معنى جميلا على قول السموءل وهو لأبي نصر منصور بن عراق (ت ٤٢٧ ﻫ) معاصر أبي الجود. قال في كتابه « تصحيح زيج الصفائح » وكان قد وجّهه إلى تلميذه النجيب أبي الريحان البيروني (٣٦٢ — ٤٤٣ ﻫ) « وأنت إذا تأملت هذه الألفاظ اليسيرة والبراهين القريبة السهلة وقستها بتلك عرفت فرق ما بين هذه وتلك ، ولست أقول هذا افتخاراً بما يتأتى لنا من أمثال ذلك فإنا انما قوينا على استنباطها بأنّا وجدنا ما قدّمه السلف لنا مفروغاً منه لم نُتعب فيه الذهن . ولكنا نومىء إلى مثل هذه المعاني **لأنّ قوماً يبخسون المتأخرين حظهم** ، وما ذلك بمذهب عدل واعتقاد حق في تفضيل جماعة المتقدمين على جماعة المتأخرين ولا كفران لمن أولئك المتقدمين فيما دونوه لنا ولا انكار لأن يسهو بعضهم أويغلط عند كلال الخاطر وتبلّد القريحة بازدحام الفكر في المعاني المتعبة ، ثم يعثر على ذلك بعض المتأخرين فيفهمه ويصلحه ، **بل ذلك يكون منه معرفة لحق أولئك المتقدمين وشكراً لبعض منهم**(٧٥) » .

٤ً — ولنا في حكاية التسبيع عبرة أخرى في موقف الشني الانتقادي فقد أتت رسالته أقرب إلى القدح والتشهير منها إلى النقد والاصلاح وبدا فيها تحامل رجل متتبع لزلات الغير

لا تركب من ذلك غيره ، وذلك غير ما هو شأن العلوم العقلية ، واما لأنهم يعتقدون في الأوائل من العصمة أو من الذكاء ما ليس لمن يأتي بعدهم مثله. فأما العصمة فليست لبشر غير الأنبياء صلوات الله عليهم أجمعين، وأما العلوم فانهم ان لم يحملهم فرط التعصب والاعجاب بالاغراب عل ان يجعلوها وحياً فالأمر يضطرهم إلى الإقرار بتزيدها في الظهور والاتضاح في كل عصر ، وبذلك تشهد السير واخبار أصحاب التعاليم . فان اقليدس جمع أشكالا هندسية كانت متداولة في زمانه ونظمها كتاباً جامعاً لأصول الهندسة مع تكميله إياه بما زاده فيه من الأشكال المفيدة فاما أن يقولوا أنه لم يكن قبل زمان اقليدس مهندساً ولا ذكياً ألمعياً أصلا (كذا) وهذا خلاف ما شهدت به الأخبار وإما أن يلتزموا ان اقليدس أعرف بالهندسة من جماعة الفضلاء الذين تقدموا أوانه ولا يلزم من ذلك أن لا يأتي بعد اقليدس من يكون أيضاً هذه نسبته الى اقليدس كأرشميدس فانه أتى في كتاب الكرة والأسطوانة بما استحق به هذه المنزلة . ثم انه أقر في كتاب المأخوذات بالعجز عن قسمة الزاوية بثلثة أقسام» « بتزيدها » عن مخطوط اكسفورد ١ ، ٩٦٤ . في مخطوط ليدن : « كذلك ، أن تزيدها» في مخطوط اكسفورد «فلذلك» «والايضاح». نقل هذه الصفحة إلى الانكليزية فرانس روزنثال في مقال له عن الأسطرلابي والسموءل والرقي العلمي
Franz Rosenthal, "*Al-Asṭurlābī and as-Samau'al on Scientific Progress*" *Osiris* 9 (1950) , 555-564.

(٧٤) كشف عوار ، ليدن ٩٨ ، ص ٣ آ ، س ٨ .

(٧٥) رسائل أبي نصر منصور بن عراق إلى البيروني ، حيدر آباد ١٩٤٨ ، تصحيح زيج الصفائح ص ١٤ .

يدينهم على أخطائهم ويتجاوزها إلى نواياهم . وليس وضعه كوضع السجزي الذي كتب في وطيس المعركة وهاجم رياضياً ناشئاً لم ترسخ قدمه . أما الشني فقد كتب في زمن متأخر كان أبو الجود قد بلغ فيه شأواً بعيداً. وينزعج المرء أشد الانزعاج حين يزري الشني بأبي الجود « ويسير بضاعته في علمه وبفهمه البليد(٧٦) » فأين هذا الثلب والحط من حكم البيروني الذي عدّ أبا الجود والقوهي من المبرّزين في عصره غير مفرّق بينهما وأين هو من ثناء عمر الخيام على أبي الجود لحله بعض المعادلات التكعيبية وهنا نعود أيضاً إلى أبي نصر منصور بن عراق مستطلعين رأيه في النقد العلمي ورسومه وآدابه . يقول في رسالته تصحيح زيج الصفائح المذكورة : « ولعله أن يكون قد وقع لأبي جعفر من السهو أكثر مما ذكرنا إلا انّا لم نستوف تصفح كتابه **ولا قصَدنا أيضاً إثارة أخطائه** ولكنها أموراً **هجمنا** عليها من كتابه من غير أن يكون منا قصد لذلك ..(٧٧) » وفي موضع آخر : « وان كان بعض الناس يُعَظّم أن يُستدرَك على مثل أبي جعفر في تأليفاته سهوٌ وقع له **فإنّ الأولى بمُؤثر الحق ان لا يهيب ذلك ولا يطوي عن أهل العلم باباً من أبوابه ظهرَ له** ، وإن كان الذي يُستدرَك عليه ما يُستدرَك فاضلا متقدماً في ذلك العلم فإنّ العالم أقلّ ما يَسلَم من أن يقع له ما وقع لأبي جعفر(٧٨) » « **فأما أن يتتبع زلات العلماء عمداً فذاك مما لا استحسنه** ومتى ما جاريت أحداً من أهل العلم نوعاً من نوعه ونظرت معه في كتاب لمتقدم أو متأخر وتبيّن لي فيه موضع خلل أو فساد **فالذي لا استجيزه أن أطويَ ما تبيّن لي عن أهله**(٧٩) » وقد أثبت بهذا القول الجميل ما ترتبه الحقيقة على العالِم من الواجبات وما ترتبه الأخلاق ، فليكن كلامه خاتمة لهذا المقال .

(٧٦) رسالة الشني (ش) ص ١٣٠ب س ١٩ ، ٢١ .
(٧٧) تصحيح زيج الصفائح ص ٤٩ في الطبعة « حجمنا » بدلا من « هجمنا » .
(٧٨) نفس المرجع ص ٣
(٧٩) نفس المرجع ص ٥٠

المناظرة بين المنطق الفلسفي والنحو العربي في عصور الخلفاء

جيرهارد اندرس *

إنّ الحضارة الاسلامية الأصيلة هي حضارة اللغة العربية . لمّا أنشئ الدين الاسلامي بتنزيل القرآن العربي على نبيه محمد رسول الله ، أصبحت اللغة العربية أداة الوحي الواسطة بين الله وبين عباده ، الأداة التي جدّد وأتمّ الله بها الدين الحق . ومن هنا أصبحت اللغة العربية لغة المسلمين . بيد أن شواهد اللسان والخط العربي قبل الاسلام قليلة ركيكة ، فقد ازدهرت بعد ظهور الإسلام وانتشاره السريع ثقافة وفيرة وآداب متنوعة وعلوم متفنّنة ، وانتشرت العربية في بلدان الشرق الأوسط الإيرانية والرومية وخرجت من محيطها الجغرافي والاجتماعي الأول . وأظهرت لغة البادية كفاءتها في سياسة دولةٍ وفي إقامة حضارة متمدّنة مرتقية أعلى الارتقاء . ولم يزل العرب المسلمون إلى يومنا هذا يعون مرتبة لغتهم وفضلها الخاص ، كما يسعون إلى المحافظة على فصاحة اللغة وكمالها .

ومن ناحية أخرى نمت هذه الحضارة وترعرعت في محيط حضارات الدول القديمة التي فتحها المسلمون . فتطوّر الشرع الأسلامي والفقه وعلم الكلام وفقاً لالتقاء الإسلام بالملل القديمة النصرانية واليهودية والمجوسية ، وانطبع نظام الدولة الإسلامية بالمناهج الإدارية الموروثة من الدول السابقة لها وبتنظيماتها الإجتماعية والاقتصادية ، بل وقد نشأ مع استقبال العلوم والفلسفة القديمة ونقلها إلى العربية أوّل عهد علمي دولي في التاريخ تحت ظل الإسلام .

وتمثّلت ماهية هذا المحيط العلمي في المناظرة بين شيوخ النحو العربي ومحامي المنطق الفلسفي . حقاً إن المناظرة بينهم لم تؤدِ إلى اتفاق أو ائتلاف ، ولكنها أثّرت على المقلدين للتراث اليوناني كما أثّرت على مدارس العلوم الشرعية فأصبح كلا الجانبين موسّعاً مستفاداً .

* استاذ الدراسات العربية والاسلامية في جامعة بوخوم ، المانيا الاتحادية

من المعلوم أن بعض نظريات الفلسفة العربية الإسلامية ومناهجها منقول عن مصادر قديمة يونانية وغير يونانية. ولكنّ علوم النحو واللغة العربية نشأت من تلقاء مقتضيات داخلية، وتشكلت مناهجها العلمية حسب قوانين اللسان العربي الخاصة به والموافقة له. قد فرضت الفتوحات الإسلامية لواء الإسلام من جزيرة العرب إلى حدود الهند والمحيط الأطلسي. وهذا ممّا استلزم تأكيد الشهادة وإقرار الشريعة عند المهتدين لإيمان الحنفاء وذلك بتعليمهم القرآن العربي. حقاً إنّ اللغة العربية غلبت قليلاً قليلاً على لغات البلدا ن المفتوحة الإغريقية والقبطية والسريانية والفارسية، ولكن العربية اطّردت عندما شاع الإسلام وازداد انتشاره، فأصبحت اللغة العربية لغة الدولة الإسلامية أي لغة العرب وغير العرب المهتدين للإسلام والمشتركين في إدارة الدولة وفي الدفاع عن دار الإسلام. فكما اضطرّ العرب إلى تعليم العربية لمن أسلم وتعصّب لهم، كذلك اضطر العجم إلى درسها إذ كانوا يتطلّعون إلى التعاون مع العرب والمساواة بهم. وعليه، فقد قام العرب والعجم جميعاً بالاطّلاع على أصول العربية وقواعد صرفها ونحوها. فوضع رجلان أحكام بناء النحو العربي في القرن الثاني الهجري. أحد هذين الرجلين عربي والآخر فارسي الأصل وأعني بهما الخليل بن أحمد الفراهيدي وتلميذه سيبويه. أما كتاب سيبويه فقد بقي الكتاب الأصلي في تعليم المدارس النحوية بالبصرة وبالكوفة وببغداد.

لقد بحث بعض المستشرقين عن آثار علوم المنطق والنحو الإغريقي والسرياني في النحو العربي فلم يجدوا إلا شيئاً يسيراً من اصطلاح موافق وموازاة مصادفة عرضية. وأشاروا مثلا إلى مستهلّ كتاب سيبويه حيث قسّم الألفاظ إلى أسماء وأفعال وحروف(١)، وتقسيم سيبويه هذا يتّفق وتقسيم المنطقيين إلاّ أن مصطلحات هؤلاء تختلف عن مصطلحات النحويين. ومن الواضح أن هذا التقسيم هو في أصل تركيب اللغة ولا يتطلب ذلك الاستعانة بعلم المنطق للوصول اليه. ولكن بعض المتأخرين من النحويين كالزمخشري في كتابه المفصّل قد حدّد الأسم والفعل حسب حدود أرسطو المثبتة في كتاب العبارة(٢)، وتفسير ذلك أن الزمخشري قد أتى في القرن السادس الهجري بعد أن تمّ نقل العلوم اليونانية إلى العربية. فلا يستدلّ إذا بذلك على أصول منطقية لطريقة النحويين المتقدمين. وقد اختلف تركيب اللغة

(١) كتاب سيبويه، تحقيق وشرح عبدالسلام محمد هارون. الجزء الأول. مصر ١٣٨٥ هـ/١٩٦٦، ص ١٢.

(٢) الزمخشري، كتاب المفصل في النحو، تحقيق ز. ب. بروخ. كريستيانيا ١٨٧٩، ص ٤، ١٠٨. قابل الرماني، الحدود في النحو. في: رسائل في النحو واللغة، تحقيق مصطفى جواد ويوسف يعقوب مسكوني. بغداد ١٣٨٨ هـ/١٩٦٩، ص ٣٨.

العربية كل الاختلاف عن تركيب الإغريقية ، ولم تتأثر العربية بنفوذ اللغات المتواجدة معها في الدولة الإسلامية بعكس اللغة السريانية التي تأثرت بالمحيط الإغريقي البيزنطي . وبالإضافة إلى هذا الاختلاف الطبيعي ، فقد اعتمد النحويون مبادىء نظرية وطرائق علمية لا سابق لها في كتب القدماء . ومن ذلك تعاليم العمل النحوي والصرف والإعراب . وبينما استعمل النحويون اليونان مفاهيم الموضوع والمحمول على حدّ المنطقيين ، لم يستفد العرب من تلك المعاني في صفة الجملة بل فرّقوا بين جمل اسمية وجمل فعلية ، وبيّنوا الإعراب العارض فيهما باختلاف العوامل لفظاً أو تقديراً أي بالعمل الظاهر أو المقدّر في المبتدأ والخبر أو في الفعل والفاعل والمفعول . وبهذا لم يقلّدوا طريقة مستوردة بل بحثوا عن أحكام اللغة الذاتية الطبيعية .

يرجع هذا الاستقلال في تفكير النحويين وطرائقهم ، كما سبق ، إلى نشوء علم النحو العربي عن مقتضيات المجتمع الإسلامي . فالعربية قد أصبحت لغة دولة، وفي أثناء ذلك تمدّن العرب البدو وهاجروا إلى حدود العالم واختلطوا بأصحاب لغات مختلفة كثيرة . وكان في ذلك خطر على الفصاحة العربية بل على سلامة كلام التنزيل (أي لفظ القرآن العربي) وإدراك معناه الصحيح[٣]. لذلك تعاون العرب والموالي المسلمون في إحكام اللسان الفصيح ووضعوا قراءة نصّ كتاب الله وقاموا بتفسيره بحسب سُنن النبي وأصحابه . وكما جمع المحدّثون والفقهاء الأحاديث المنقولة عن الرسول المصدّق عليها لكي يقضوا في أمور الأمة الناشئة قضاء لا شبهة فيه ولا جدال ، كذلك فتش أصحاب النحو واللغة عن شواهد العربية الفصحى المتمثلة بها والمسهّلة فهم النوادر والغوامض ، فوجدوها في نفس مجموعات الحديث الصحيح واختاروها من دواوين شعراء العرب ، وما عدا هذا احتذوا بكلام

(٣) أنظر ما حدث به أبو حاتم الرازي المتوفى سنة ٣٢٢ هـ عن وضع علم النحو العربي في كتاب الزينة في الكلمات الإسلامية العربية ، تحقيق حسين بن فيض الله الهمداني ، القاهرة ١٩٥٧-١٩٥٨ ، الجزء الأول ، ص ٧١ ، قال : « وقد كان لسان العرب فسد حين تعربت العجم واختلطت اللغات ولحن أكثر الناس في كلامهم ، فاستدرك ذلك أمير المؤمنين علي عليه السلام فوضع للناس رسماً في النحو ، فأخذه عنه أبو الأسود الدؤلي ، فأسس العربية وفتح بابها ونهج سبيلها ووضع فيها قياساً ... قال محمد بن سلام (الجمحي المتوفى سنة ٢٣١ أو ٢٣٢ هـ) : كان أبو الأسود الدؤلي ... (ص ٧٣) أول من وضع الفاعل والمفعول به والمضاف اليه وحروف الرفع والنصب والجر والجزم حين اضطرب كلام العرب وذهبت السليقة ولحن سراة الناس ووجوههم » . وفي هذه الرواية ، وإن كانت نسبة وضع النحو إلى أبي الأسود غير تاريخية حقيقية ، دلالة على أن النحو إنما نشأ لما ظهر اللحن وخشي العلماء أن تفسد السلائق وأن يستعصي فهم القرآن .

الأعراب الفصحاء الطبيعيين . ولذلك تطابق طريقة النحو طريقة سائر العلوم الشرعية في بعض الوجوه . فنرى مثلا أن علم النحو يستند أيضاً كالعلوم الشرعية على القرآن والسنن النبوية ، كما يستنبط من الأصول قواعد ثابتة محكمة.وبناء على نهج الفقهاء أيضاً يستنتج النحوي عن طريق القياس فروعاً مختلفة من الأصول الثابتة ، أي برد الفروع إلى الأصول بناء على العلل الجامعة بينهما(٤) ، واذ مهد هو الطريقة لفهم القرآن والحديث ركنَي الشريعة ، أصبح النحو العلم الأصلي من العلوم الشرعية .

وقد استوطنت العلوم اليونانية القديمة عند العرب إلى جانب العلوم الإسلامية وفتحت لهم أبواباً جديدة للبحث العقلي . ولا غرابة في ذلك لأن الإسلام قد نشأ هو أيضاً في محيط ثقافة قديمة. قامت الدولة الإسلامية على حطام الدولتين الساسانية والبيزنطية، فأخذ العرب بنُظُمهما الإدارية واقتبسوا العلوم والصنائع العملية النافعة في مجال حياتهم الجديدة ، مثل الطب والهندسة والجغرافية وعلم النجوم ، وجادلوا المتكلمين المسيحيين المتضلّعين من المنطق والفلسفة . وهكذا ازداد اهتمامهم بالاطّلاع على أصول هذه التعاليم وازدادت قابلية التأثر بها . فلما شاعت العربية وغلبت على اللغات المستوطنة، أمر الخلفاء العباسيون وبعض وزرائهم وغيرهم من الأعيان بترجمة الكتب الفلسفية والعلمية من السريانية واليونانية إلى العربية ، كما كان الأمويون قد أمروا بنقل الديوان الرومي والفارسي .فكان لتأثير العلوم والحكمة القديمة وجهان، ففي الفترة الأولى استوعب المتكلمون المسلمون طرق مجادليهم المنطقية والنظرية وانقلبوا بها على خصوم التوحيد وأصحاب الإلحاد واستغلّوها للرد على الثنائية المانوية والمزدكية أو الزندقة على حد تعبيرهم . ومن ثم نفذت مناهج القياس المنطقي إلى العلوم الشرعية ولكن لم يقدم فيها المنطق أي تقديم على أصولها الأولى .

ونشأت في الفترة الثانية ، أي فترة الترجمة ، فلسفة عربية إسلامية مستندة إلى المصادر المنقولة عن مدارس اثينا والإسكندرية ومقلّدة لنظريات أفلاطون وأرسطوطاليس وتابعيهما الهلّينيين . وقد لعب المنطق فيها دور آلة كلية للحكماء المدّعين معرفة حقيقة الوجود وحتى معرفة الله ، مستقلين بذلك عن الشريعة . وبينما ساوى بعض الفلاسفة بين الحق العلمي والحق الديني ، قدّم بعضهم المعرفة العقلية على رموز الشريعة المحاكية للحق ، على حد

(٤) أنظر مازن مبارك ، النحو العربي – العلة النحوية : نشأتها وتطورها. الطبعة الثانية ، بيروت ١٣٩١ هـ/١٩٧١ ، ص ٧٩-٩٣ .

تعبيرهم . وكذلك اعتبروا منطقهم آلة عامة كلية تُنال بها قوانين التفكير الصحيح . وكان هذا التقدير وهذا الادّعاء مدار النزاع بين أصحاب المنطق وأصحاب النحو .

أما أول فلاسفة العرب ، أبو يوسف يعقوب الكندي ، فلم يكن قد طرح آنذاك القضية على بساط البحث . وذلك لأنه جعل الفلسفة في خدمة الإسلام ، يدعّم بها الشريعة ولا يستغني عن نور الوحي . وقال إنّ « جوابات الرسل فيما سئلوا عنه من الأمور الخفيّة الحقّية ... اذا قصد الفيلسوف الجواب فيها بجهد حيلته التي اكسبته علمها لطول الدؤوب في البحث والتروّض ، ما نجده أتى بمثلها في الوجازة والبيان وقرب السبيل والإحاطة بالمطلوب ، كجواب النبي صلى الله عليه وسلّم ... [٥] »، فأما « علم الرسل صلوات الله عليهم الذي خصّه الله » فإنه « بلا طلب ولا تكلّف ولا بحث ولا بحيلة بالرياضيات والمنطق[٦] » . وعليه يؤدي البحث الفلسفي إلى قبول الوحي .

وأول من ألّف مقالة في الفرق بين نحو العرب والمنطق تلميذ الكندي أحمد بن الطيّب السرخسي[٧] . وبالرغم من أن المقالة مفقودة فيغلب الظن أن السرخسي لم يقس بين مناهج النحو والمنطق فقط بل بين أغراضهما ، وأنّه جدّ في تفضيل المنطق باعتباره نحواً عقلياً كلياً على علم النحويين المختصين بلغة العرب . ومما يؤيّد هذا الظن أن السرخسي لما احتاج إلى استعمال لغات الأمم من الفرس والسريان والروم واليونان ، وضع لنفسه كتابة اخترع لها أربعين صورة مختلفة الأشكال ، أي أبجدية عالمية[٨] .

أُتّهم السرخسي بالزندقة ومات في السجن سنة ٨٩٩ م . وكان معلمه الكندي قد ذاق ، منذ أواسط القرن الثالث الهجري ، صرامة الفقهاء والعلماء المتمسّكين بالتقاليد المتصرّفين في سياسة الدولة ، كما خبر قسوتهم على أصحاب العلوم والفلسفة وحتّى على المتكلمين. أما في القرن الرابع فقد اهتزّ سؤدد الدولة العباسية وبدأت في الانحلال . وأصبح العراق ساحة القتال بين العرب والأتراك والفرس . هذا وفي الوقت نفسه ازدهرت الآداب

(٥) رسائل الكندي الفلسفية ، حققها محمد عبدالهادي أبو ريدة . مصر ١٩٥٠-١٣٧٢/١٩٥٣ . ج ١ ، ص ٣٧٣ .
(٦) المصدر نفسه ، ص ٣٧٢-٣٧٣ .
(٧) أنظر إبن أبي أصيبعة ، عيون الأنباء في طبقات الأطباء . مصر ١٢٩٩/١٨٨٢ . ج ١ ، ص ٢١٥ .
(٨) أنظر حمزة الأصفهاني ، التنبيه على حدوث التصحيف، تحقيق محمد أسعد طلس . دمشق ١٣٨٨ هـ/١٩٦٨ ، ص ٣٥-٣٦ .

والعلوم إزدهاراً جديداً وتجدّد الحوار بين الفرق والمذاهب والعلوم والتقاليد المختلفة، بحيث أن العصر قد يسمى عصر النهضة العربية الأولى.

ثم ابتدأت المناقشة بين الشريعة والفلسفة، لا سيما وأن تقليد أهل السنّة كان قد استقرّ، وقام من جانب الفلسفة مَنْ شكّ في الديانات ورفض الشريعة. أما نقّاد العلوم الشرعية، فكان من أوائلهم أبو بكر الرازي الطبيب الكبير المتوفى سنة ٣١٣ هـ. ومن حقّ مَن شاء أن يتّهمه بالإلحاد لميله إلى المذاهب الغنوصية والفيثاغورية والمانوية، ولهجومه على الأنبياء في كتاب له « في مخاريق الأنبياء »(٩). فإنه لم يعترف بعقائد ثابتة أكيدة، بل رأى من واجب الحكيم أن يستمرّ في البحث العلمي لا يتوقف ولا يكتفي بتقليد الديانات. وقال في المناظرات بينه وبين أبي حاتم الرازي المتكلم الإسماعيلي إنّ من« اجتهد وشغل نفسه بالنظر والبحث فقد أخذ في طريق الحق. لأنّ الأنفس لا تصفو من كدورة هذا العالم ولا تتخلّص إلى ذلك العالم إلا بالنظر في الفلسفة. فإذا نظر فيها ناظر وأدرك منها شيئاً ولو أقلّ قليل صفت نفسه من هذه الكدورة وتخلّصت(١٠) ». فطبقاً لذلك رفض الرازي قوماً « يحسبون أن العلم والحكمة إنما هو النحو والشعر والفصاحة والبلاغة، ولا يعلمون أن الحكماء لا يعدّون ولا واحداً من هذه حكمة ولا الحاذق بها حكيماً، بل الحكيم عندهم من عرف شروط البرهان وقوانينه واستدرك وبلغ من العلم الرياضي والطبيعي والعلم الإلهي مقدار ما في وسع الإنسان بلوغه(١١) ».

وذكر في كتابه في الطبّ الروحاني قصة رجل متوغّل في علم النحو « يبالغ في مدح أهل صناعته ويرذل من سواهم ... إلى أن قال: هذا والله العلم وما سواه ريح(١٢) »، فاضطره الرازي أن يعترف بأن النحو لا يُدرج في العلوم الاضطرارية بل إن القواعد النحوية مصطلحة عليها بتواطؤ بعض الناس دون بعض، حتى أقبل يريه تداعيه وتهافته. ومع ذلك فلم يقصد إلى « جميع من عُني بالنحو والعربية واشتغل بهما وأخذ منهما » كما يقول، « فإن فيهم من قد جمع الله له إلى ذلك حظاً وافراً من العلوم »، بل إلى « الجهال من هؤلاء الذين لا يرون أن

(٩) أنظر المطهر بن طاهر المقدسي، كتاب البدء والتاريخ، نشر كلمان هوار. باريس ١٩٠٣، ج ٣. ص ١١٠.
(١٠) أبو بكر محمد بن زكريا الرازي، رسائل فلسفية، جمعها وصححها باول كراوس. القاهرة ١٩٣٩، ص ٣٠٢.
(١١) الرازي، كتاب الطب الروحاني. في: رسائل فلسفية، ص ٤٣.
(١٢) الرازي، الطب الروحاني، ص ٤٣.

علماً موجود سواهما ولا أن أحداً يستحق أن يُسمّى عالماً إلا بهما[١٣] » .

مات الرازي في بغداد سنة ٣١٣ هـ ، وبعد ذلك بثلاثة عشر سنة جرت مناظرة أخرى بين نحوي ومنطقي انهزم فيها محامي المنطق وبُهت ولم يُحر الجواب . إنّ هذا الفيلسوف هو أبو بشر متّى النسطوري الذي لم يكن نظيراً للرازي ولا نِدّاً لأكبر نحويي عصره أبي سعيد السيرافي . وذلك على الرغم من أنّ أبا بشر قد قام برئاسة أصحاب المنطق المواصلين لتعليم الإسكندرانيين في بغداد كما ترجم بعض كتب أرسطوطاليس في المنطق وما كُتب في الشروح عليها . وكان من تلاميذه أمثال الفارابي ويحيى بن عدي . فجرى الحوار في مجلس أبي الفتح بن الفرات وزير الخليفة بحضور أكابر علماء بغداد[١٤] . ولما انعقد المجلس قال الوزير : « ألا ينتدب منكم إنسان لمناظرة متّى في حديث المنطق ، فإنه يقول : لا سبيل إلى معرفة الحق من الباطل والصدق من الكذب إلاّ بما حويناه من المنطق وملكناه من القيام به واستفدناه من واضعه على مراتبه وحدوده[١٥] » . فقام السيرافي بمناقشته ، فاستهل أبو بشر كلامه بحدّ موضوع المنطق وغرضه وقال : « أعني به أنه آلة من آلات الكلام يُعرف بها صحيح الكلام من سقيمه ، وفاسد المعنى من صالحه كالميزان ، فإني أعرف به الرجحان من النقصان ، والشائل من الجانح[١٦] » . ثم ادّعى أن النحو إنما ينظر في اللفظ دون المعنى ، والمنطقي ينظر في المعنى لا في اللفظ « لأن المنطق بحث عن الأغراض المعقولة والمعاني المدركة[١٧] » ، والمعقولات متساوية عند جميع الأمم . أما السيرافي فكشف في ردّه على متّى أنه لا يفهم في العربية ونحوها . ثم عرض عليه أن التفكير الصحيح مربوط بالعبارة الصحيحة : « لو أن المنطقي كان يسكت ويجيل فكره في المعاني » لاستغنى عن النحو ، « فأما وهو يريغ أن يبرز ما صحّ له بالاعتبار والتصفّح الى المتعلم والمناظر فلا بد له من اللفظ الذي يشتمل على مراده[١٨] » فاضطره إلى أن يعترف بأن الكلام المنطقي لا يفيد المعنى إذا خلا من تعبير صحيح . وادّعى بذلك أن التفكير السليم الذي يستتبع تركيباً سليماً للألفاظ هو من شأن النحوي لا المنطقي

(١٣) المصدر نفسه ، ص ٤٤ .
(١٤) أنظر محضر هذه المناقشة حسب رواية علي بن عيسى الرماني في كتاب الإمتاع والمؤانسة لأبي حيان التوحيدي ، تصحيح أحمد أمين وأحمد الزين . القاهرة ١٩٣٩-١٩٤٤ . ج ١ ، ص ١٠٨-١٢٨ .
(١٥) المصدر نفسه ، ص ١٠٨ .
(١٦) المصدر نفسه ، ص ١٠٩ .
(١٧) المصدر نفسه ، ص ١١١ .
(١٨) المصدر نفسه ، ص ١١٩ .

وفضلا عن ذلك فقد نبذ حقيقة المنطق الفلسفي الكلي المزعوم ، « إذا كان المنطق وضعه رجل من يونان على لغة أهلها واصطلاحهم عليها » . وهذا يعني أن سريان المنطق محصور على لغة واضعه ، أي الإغريقية ، فلا « يلزم الترك والهند والفرس والعرب أن ينظروا فيه ويتخذوه قاضياً وحكماً لهم وعليهم[١٩] ». وقال إن « النحو منطق ولكنه مسلوخ من العربية ، والمنطق نحو ، ولكنه مفهوم باللغة ، وإنما الخلاف بين اللفظ والمعنى أن اللفظ طبيعي والمعنى عقلي ، ولهذا كان اللفظ بائداً على الزمان ، لأن الزمان يقفو أثر الطبيعة بأثر آخر من الطبيعة ، ولهذا كان المعنى ثابتاً على الزمان ، لأن مستملي المعنى عقل ، والعقل إلهي . ومادة اللفظ طينية ، وكل طيني متهافت[٢٠] » . « فقد بان (بذلك) أن اللفظ لا يحوز مبسوط العقل ، والمعاني معقولة ولها اتصال شديد وبساطة تامة ، وليس في قوة اللفظ من أيّ لغة كان أن يملك ذلك المبسوط ويحيط به وينصب عليه سوراً ولا يدع شيئاً من داخله أن يخرج ولا شيئاً من خارجه أن يدخل خوفاً من الاختلاط الجالب للفساد ، أعني أن ذلك يخلط الحق بالباطل ويشبّه الباطل بالحق ، وهذا الذي وقع الصحيح منه في الأول قبل وضع المنطق ، وقد عاد ذلك الصحيح في الثاني بعد المنطق[٢١] » .

لا ينفي السيرافي أن هناك مفاهيم معقولة مستقلة عن ألفاظ لغة من اللغات ، بل ينفي أن المنطق الفلسفي يحتوي على هذه المعقولات والقواعد الكلية التي يدّعي بها ، إذ أنه محصور في حدود التعبير اللغوي . وقال إن المنطق مبنيّ على النطق الصحيح .

ذهب السيرافي ، كما قيل ، مذهب المعتزلة الذين قالوا بخلق القرآن ، أي أن لفظ القرآن مخلوق لا قديم. وعليه نستطيع أن نستنتج السبب الذي دفعه إلى التأكيد على فناء مادة اللغة والذي أدّى به إلى اتّهام قياس المنطقيين بالخرافات والترهات. ومع ذلك اعتبر علم النحو آلة مناسبة لإدراك المعاني العقلية ، ثم أحال الفلاسفة إلى طريقة العلماء والفقهاء وإلى غورهم في نظرهم وغوصهم في استنباطهم للعقائد الثابتة والحقائق اليقينية .

إن صدق راوي الحديث ، وهو الرمّاني النحوي الذي اقتبس منه أبو حيّان التوحيدي حديث المناظرة في كتاب الإمتاع والمؤانسة ، لانعقد لسان أبي بشر متى وغصّ

(١٩) المصدر نفسه ، ص ١١٠ .
(٢٠) المصدر نفسه ، ص ١١٥ .
(٢١) المصدر نفسه ، ص ١٢٦ .

بريقه. ولو كان بيّن مقصوده لما فهمه منازعه، حيث أن مصطلحاتهما كانت متفاوتة المعنى وإن اتّفقت الألفاظ، وذلك لأن كليهما كان يقلّد مفاهيم علم منقولة.

وبعد أبي بشر تدارك بعض تلاميذه إهماله وأظهروا غرض المنطق وفضله ومنهم أبو زكريا يحيى بن عدي (المتوفى سنة ٩٧٤ م) الذي كان نصرانياً يعقوبي المذهب مدافعاً عن الدين المسيحي منازعاً للمتكلمين. وكان مترجماً ومفسّراً لكتب الفلاسفة القدماء مثل أبي بشر شيخه. ألّف يحيى بن عدي مقالة « في تبيين الفصل بين صناعتي المنطق الفلسفي والنحو العربي(٢٢)» حدّد فيها النحو والمنطق حدّاً علمياً حسب طريقة أرسطوطاليس. وقال إن هذين العلمين كلاهما صناعتان ولكل صناعة موضوع يفعل فيه وغرض يقصد اليه، وإذاً كان اختلافهما بواحد من هذين أو بهما جميعاً. فحدّد النحو بأنه « صناعة تعنى بالألفاظ لتحرّكها وتسكّنها بحسب تحريك وتسكين العرب إياها(٢٣) ». وحدّد المنطق بأنه « صناعة تعنى بالألفاظ الدالة على الأمور الكلية ليؤلّفها تأليفاً موافقاً لما عليه الأمور التي هي دالة عليها(٢٤) ».

أما موضوع النحو فهو « الألفاظ على الإطلاق الدالة منها وغير الدالة » على معان(٢٥) إذ ليس قصد النحوي الدلالة على المعاني. ويظهر ذلك « بثبات المعاني بعد فعل النحوي ما من شأنه أن يفعله بما هو نحوي على أحوالها(٢٦) »، « ولو كان نظر صناعة النحو في المعاني على أنّها أغراضها وأفعالها وغاياتها، لوجب أن تكون المعاني هي التي يحدثها النحوي إذا يفعل فعله الذي من شأنه أن يفعله من جهة ما هو نحوي(٢٧) »، ولو كان قصد الدلالة بالألفاظ على المعاني للنحوي من جهة ما هو نحوي « لما أمكن أن يوجد غير النحوي قاصداً إلى الدلالة على المعاني(٢٨) ». ومع هذا فليس كل كلام غيرمعرب لا يفهم معناه، وليس كل كلام معرب واضحاً لا لبس فيه(٢٩).

(٢٢) نقدم أصدق شكرنا الى الأستاذ فؤاد سزكين الذي نبهنا على مخطوطة هذه المقالة المحفوظة في مكتبة المجلس النيابي، طهران.

(٢٣) أنظر تحقيقنا لنص المقالة الوارد في العدد القادم من هذه المجلة، فصل ١٨ و ٢٥.

(٢٤) المصدر نفسه، فصل ٢٤

(٢٥) المصدر نفسه، فصل ٧ و ٢٥.

(٢٦) المصدر نفسه، فصل ١١.

(٢٧) المصدر نفسه، فصل ١٢.

(٢٨) المصدر نفسه، فصل ١٥.

(٢٩) المصدر نفسه، فصل ١٣-١٥.

فأما أن موضوع الصناعة المنطقية هو الألفاظ الدالة على الأمور الكلية، فبيّنه من قِبَل أن البرهان الصادق الذي هو غايتها هو قياس يقين وأن «لا واحد من الجزئيات متيقن، فلا واحد إذاً من الجزئيات ... من شأنه أن يقبل صورة البرهان(٣٠)» فالموضوع إذاً لصناعة المنطق هو الألفاظ الدالة على الأمور الكلية التي يؤلّفها المنطقي التأليف الذي يلزمه الصدق، وهو الموافق لما عليه الأمور التي هو دالّ عليها(٣١)»، وبذلك تمّ غرضه.

ولا يعني يحيى بن عدي أن «ذات القول مشابهة لذات الأمر الذي هو دالّ عليه، بل إن مشابهته إياه بالعرَض وهو التواطؤ» أي الاصطلاح «الذي عرض للفظ فصار به معبراً عن الأمر وقائماً مقامه(٣٢)» وبذلك نقض ادّعاء السيرافي بأن المنطق متوقّف على مادة اللفظ: لا يتحقّق البرهان الصادق إلا بتأليف المعاني الكلية المعقولة، بيد انّ تعلّق اللفظ بالمفهوم إنما هو بالتواطؤ والاصطلاح، أي بالعرَض، وعلى هذا فليس صدق الحكم من شأن النحوي، بل من شأن المنطقي فقط.

أما الحجج التي احتجّ بها يحيى بن عدي فليست جديدة، بل نقلها من كتاب أرسطوطاليس في العبارة ومن شروح الإسكندرانيين لها. ومع ذلك ظهر من مقالته أنه قد درس علم النحو إذ أخذ شواهده اللغوية من أمثلة النحويين متحققاً بالظواهر اللغوية. فيجدر بالملاحظة أنه ألّف هذه المقالة الخاصة بموضوع الفصل بين النحو والمنطق، وبذلك أظهر رأيه في المناظرة بين العلوم الشرعية الإسلامية والفلسفة. وذلك أنه إذا فرّق بين النحو وبين المنطق تفريقاً دقيقاً، لفصل بذلك بين الشريعة وبين الفلسفة، كما فعله في مقالات أخرى، وعيّن لكليهما مجالا يتصرّف في حدوده دون أن يعترضه منازع.

وهذه الغاية بعينها ابتغاها تلميذ ابن عدي المسلم أبو سليمان السجستاني المعروف بالمنطقي، وهو من فطاحل حكماء بغداد في أواسط القرن الرابع الهجري. فسلك مسلك يحيى بن عدي إذ حدّد ميدان العلوم العقلية من غيرها وقال في الفرق بين المنطق والنحو، على ما رواه أبو حيّان التوحيدي في مقابساته: «النحو منطق عربي، والمنطق نحو عقلي. وجلّ نظر المنطقي في المعاني، وإن كان لا يجوز له الإخلال بالألفاظ التي هي كالحُلَل والمعارض. وجلّ نظر

(٣٠) المصدر نفسه، فصل ٢١.
(٣١) المصدر نفسه، فصل ٢٣.
(٣٢) المصدر نفسه، فصل ٢٠.

النحوي في الألفاظ وإن كان لا يسوغ له الإخلال بالمعاني التي هي كالحقائق والجواهر ... إن نظر المنطقي فيما حلاه العقل ، ونظر النحوي فيما حلاه اللفظ ... والنحو تحقيق المعنى باللفظ، والمنطق تحقيق المعنى بالعقل . وقد يزول اللفظ إلى اللفظ والمعنى بحاله لا يزول ولا يحول . فأما المعنى فانه متى زال إلى معنى آخر تغيّر المعقول ورجع إلى غير ما عهدنا في الأول . والنحو يدخل المنطق ولكن مزيناً له ، والمنطق يدخل النحو محققاً له . وقد يُفهم بعض الأعراض وإن عُري لفظه من النحو ، ولا يفهم شيء منها إذا عري من العقل(٣٣) » .

قد وقفنا على بعض هذه الحدود والحجج في مقالة يحيى بن عدي ؛ ومع ذلك فقد توسّط أبو سليمان بين الطرفين مراعياً موقف النحويين . والخلاصة أنه أصرّ على أولية المنطق قائلا إن النحو يخدم المنطق ولكن التفاهم باللسان لا يمكن الا بالمنطق. ومن ناحية أخرى تهجم أبو سليمان تهجماً عنيفاً على بعض فلاسفة الشيعة الإسماعيلية المعروفين بإخوان الصفا الذين ظنّوا أنه يمكنهم أن يدسّوا الفلسفة والمنطق وسائر العلوم الهلّينية في الشريعة وأن يضمّوا الشريعة للفلسفة وأن يقدّموا المعرفة العقلية الكلية على أركان الشريعة أي الوحي والسنّة.فرفض أبو سليمان هذا الادّعاء وطرح عليهم السؤال : « فأين الدين من الفلسفة ؟ وأين الشيء المأخوذ بالوحي النازل من الشيء المأخوذ بالرأي الزائل(٣٤) ؟ » . وقال إن عقائد الشريعة برهانية لأنها واردة بالوحي ، أما المعارف الفلسفية فإنما هي تقليدية لأنها « مأخوذة من المقدمة والنتيجة(٣٥) » وكذلك قال أنه ليس في الشريعة المأخوذة عن الله شيء من حديث الفيلسوف والمنجّم وصاحب الطبيعة ، « ولا فيها حديث المنطقي الباحث عن مراتب الأقوال ومناسب الأسماء والحروف الأفعال وكيف ارتباط بعضها ببعض على موضوع رجل من يونان حتى يصحّ بزعمه الصدق ينبذ الكذب(٣٦) » . ويذكّر هذا الكلام بتعبير السيرافي في نقد المنطق،ومن الغريب أن أبا سليمان ، وهو رجل يعرف بالمنطقي ، رفض الحكمة التي قال بها نفسه . فالراجح أنه إنما فعل ذلك عندما ظهر له سوء استعمال الفلسفة في حلقات غلاة الشيعة خائفاً من الخطر المحدق بوحدة الأمة .

(٣٣) أبو حيان التوحيدي ، المقابسات ، حققه وقدم له محمد توفيق حسين . بغداد ١٩٧٠ . المقابسة الثانية والعشرون، ص ١٢١ و ١٢٤ .

(٣٤) أبو حيان التوحيدي ، الإمتاع والمؤانسة ، ج ٢ ، ص ٩ .

(٣٥) المصدر نفسه ، ص ١٢ .

(٣٦) المصدر نفسه ، ص ٨ .

وقبل أبي سليمان بقليل ، وفي نفس المحيط العلمي ، قام الفارابي (المتوفى سنة ٩٥٠م) أكبر فلاسفة عصره بدائرة المعارف الفلسفية التي أراد أن يضع بها الأساس النظري لدولة إسلامية صالحة . فعيّن في هذا النظام العلمي وظيفة للمنطق والنحو جميعاً . وكان قد استعدّ لهذا القصد بدروس شاملة ، ولاسيما بدرس النحو العربي ،وقيل أنه كان يجتمع بأبي بكر بن السراج فيقرأ عليه صناعة النحو ، وابن السراج يقرأ عليه صناعة المنطق[٣٧] . أما ابن السراج المذكور فصنّف كتاباً في النحو سمّاه الأصول « انتزعه من أبواب كتاب سيبويه وجعل أصنافه بالتقاسيم على لفظ المنطقيين[٣٨] » وكذلك تلميذه الرمّاني فقد كان « يمزج كلامه بالمنطق[٣٩] »· ويدلّ ذلك على أن الفلاسفة وأصحاب العلوم لم يتشاجروا فقط بل تفاهموا واستفاد بعضهم من بعض .

أسّس الفارابي الجمهورية الفاضلة على معرفة الحقائق الكلية التي لا تنال إلا بالفلسفة النظرية ، وعليها وضع الرئيس الأول الناموس أي قوانين المدينة الفاضلة . فان كان الملك الفيلسوف فيلسوفاً كاملا ، فهو نبيّ يستطيع أن تتصل نفسه بالعقل الإلهي ، فبذلك ، أي بالوحي ، يدرك هو الرموز الدينية والقوانين الشرعية المعبّرة عن كليات الفلسفة النظرية والعملية في أمّة أمّة والدالة كلّ من في الأمة على سبيل السعادة القصوى . وفي حين أن الرئيس الأول يضع الشريعة ، يُعنى أصحاب الكلام والفقه باستمرارها وتقدير ما لم يصرّح فيها بحسب غرض واضع الشريعة بالملّة التي شرّعها في الأمة التي لهم شُرّعت . فكما تناسبت الإلهيات الفلسفية وعلم الكلام وتناسبت الفلسفة العملية والفقه، كذلك حدّد الفارابي نسبة المنطق إلى النحو، « وذلك أن نسبة صناعة المنطق إلى العقل والمعقولات كنسبة صناعة النحو إلى اللسان والألفاظ . فكل ما يعطيناه علم النحو من القوانين في الألفاظ ، فإن علم المنطق يعطينا نظائرها في المعقولات[٤٠] » ، « وهو يشارك النحو بعض المشاركة بما يعطي من قوانين الألفاظ ويفارقه في أنّ علم النحو إنما يعطي قوانين تخصّ ألفاظ أمة ما ، وعلم المنطق إنما يعطي قوانين

(٣٧) إبن أبي أصيبعة ، عيون الأنباء ، ج ٢ ، ص ١٣٦ .
(٣٨) القفطي : إنباه الرواة في انباه النحاة ، تحقيق محمد أبو الفضل إبراهيم. القاهرة ١٩٥٠-١٩٧٣ . ج ٣، ص ١٤٩ .
(٣٩) أبو البركات الأنباري ، نزهة الألباء في طبقات الأدباء ، تحقيق عطية عامر . ستوكهولم ١٩٦٣ ، ص ١٨٩ ، وأيضاً ياقوت ، معجم الأدباء ، طبعة القاهرة ١٩٣٦-١٩٣٨ . ج ١٣ ، ص ١٥ و ٧٥ .
(٤٠) الفارابي : إحصاء العلوم ، تحقيق عثمان أمين . الطبعة الثالثة ، القاهرة ١٩٦٨ ، ص ٦٨ .

مشتركة تعمّ الأمم كلّها . فإن في الألفاظ أحوالا تشترك فيها جميع الأمم ... وها هنا أحوال تخصّ لساناً دون سواه[41] » « فعلم النحو في كل لسان إنما ينظر فيما يخصّ لسان تلك الأمة وفيما هو مشترك له ولغيره لا من حيث هو مشترك ، بل من حيث هو موجود في لسانهم خاصة. والمنطق فيما يعطي من قوانين الألفاظ إنما يعطي قوانين تشترك فيها ألفاظ الأمم ويأخذها من حيث هي مشتركة . ولا ينظر في شيء مما يخصّ ألفاظ أمّة ما بل يوصي أن يؤخذ ما يحتاج إليه من ذلك عن أهل العلم بذلك اللسان[42] » ويتبيّن من ذلك أن الفارابي ، وإن تبنّى بعض تعريفات المنطقيين ، فهو لم يكتف بتقليد القدماء ولم يستبعد النحو من دائرة العلوم بل أظهر علاقته بالمنطق وشأنه الأساسي ولذلك عالج علم اللسان في الفصل الأول من كتاب إحصاء العلوم. وعلاوة على ذلك حدّد ألفاظ الفلسفة العربية واصطلاحاتها في كتابين خاصّين بها أعني « كتاب الحروف[43] » و « كتاب الألفاظ المستعملة في المنطق[44] » بيّن فيهما تعبير مفاهيم الحكمة الكلية العامّة في العربية حسب القواعد الخاصة بها . وباتخاذه علم اللسان وعلم المنطق آلتي الحكمة . استحدث إنشاء الفلسفة العربية فبات المعلّم الثاني لها . ومن هنا نرى أن منظّمي الفلسفة الإسلامية ومتمميها أمثال ابن سينا وابن رشد قد اعتمدوا على عمل الفارابي الأصلي .

اشتدّ انتقاد أهل السنّة للفلسفة في القرن الخامس الهجري ومع ذلك فقد سما مقام المنطق في العلوم الشرعية حتى قال الغزّالي وهو الذي درس الفلسفة وانقلب عليها من بعد : « لا معنى لتحصيل نقش الموجودات كلها في النفس إلا بالعلم . ولا طريق لتحصيله إلا بالمنطق . فإذاً فائدة المنطق اقتناص العلم وفائدة العلم حيازة السعادة الأبدية . وإذا صحّ رجوع السعادة إلى كمال النفس بالتزكية والتحلية صار المنطق لا محالة عظيم الفائدة[45] » .

وبالرغم من أن الفلسفة لم تندمج في علوم الشريعة . وأنّ المناظرين لم يتفقا . إلاّ أن كليهما قد انطبعا بذلك الحوار الطويل انطباعاً لم تمحه الأيام .

(41) المصدر نفسه ، ص ٧٦ .
(42) المصدر نفسه ، ص ٧٧ .
(43) كتاب الحروف ، حققه محسن مهدي ، بيروت ١٩٧٠ .
(44) كتاب الألفاظ المستعملة في المنطق ، حققه محسن مهدي ، بيروت ١٩٦٨ . وانظر أيضاً إبراهيم السامرائي ، الفارابي وعلم اللغة ، بحث مقدم إلى مهرجان الفارابي بغداد ١٩٧٥ .
(45) الغزالي ، مقاصد الفلاسفة ، حققه سليمان دنيا ، مصر ١٩٦١ ، ص ٣٧ .

صندوق اليواقيت لابن الشاطر

لويس جانان ـ داقيد كنج

○ ملخص عربي ○

(البحث الأساسي باللغات الانكليزية والفرنسية والعربية ، ص 187)

ان الآلة الفلكية المسماة بصندوق اليواقيت وهي من صنع الفلكي السوري المشهور ابن الشاطر التي تحتفظ بها مكتبة الأوقاف بحلب آلة لا مثيل لها في العصر الإسلامي . وان كان بعض العلماء المعاصرين قد حاولوا تفسير هذه الآلة وطريقة استعمالها فلم يستطيعوا لعدم وجود بعض أجزائها ولغموض بعض رسوماتها .

وهنا أول وصف مفصل للآلة ونص رسالتين في العمل بهــا لم تمتد اليهما يد الدراسة من قبل في العصر الحديث إحداهما من تأليف ابن الشاطر نفسه .

وقد بيّن مؤلفا هذا البحث ان أهم أجزاء هذه الآلة كانت أبرة مغنطيس لاقعادها في الجهات الأربع ثم رسوم لمعرفة القبلة في بعض البلدان ثم ساعة شمسية كلية تمال إلى الأفق بقدر عرض البلد ثم دائرة استوائية كلية تمال إلى الأفق بقدر تمام عرض البلد يقاس بها الوقت ليلا ونهاراً ثم أقواس لعروض مختلفة لقياس المطالع الفلكية .

وقد قارن المؤلفان هذه الآلة بالاصطرلاب الذي صنعه الفلكي السوري ابن السراج من قبل عصر ابن الشاطر والذي كان أيضاً آلة كلية من أكثر من ناحية وقد بحثا في تأثير هذه الآلة على ابتداع الآلة الكلية التي سميت بدائرة المعدل لمخترعها الفلكي المصري عزالدين الوفائي من بعده .

دعوة الى الترشيح

لجائزة الملك فيصل العالمية للدراسات الاسلامية
وجائزة الملك فيصل العالمية للأدب العربي

يسر الأمانة العامة لجائزة الملك فيصل العالمية في الرياض، المملكة العربية السعودية ، أن تدعو **الجامعات والمجامع العلمية واللغوية** ومراكز البحوث والمؤسسات العلمية الاخرى الى ترشيح من تراه لجائزة الملك فيصل العالمية للدراسات الاسلامية في مجال :

« الدراسات التي تناولت أثر العلماء المسلمين في الحضارة الاوروبية »

ولجائزة الملك فيصل العالمية للأدب العربي في مجال :

« الدراسات التي تناولت الشعر العربي المعاصر »

والمقرر منحهما في شهر ربيع الاول سنة ١٣٩٩ هـ ٠

تتكون كل جائزة من شهادة تحمل اسم **الفائز وملخصا للعمل الذي أهله لتسلم الجائزة وميدالية ثمينة ، ومبلغ نقدي قدره مائتا الف ريال سعودى (٢٠٠ر٠٠٠) ريال سعودي وسيتم تقليد الفائز في احتفال رسمي يقام في مدينة الرياض لهذا الغرض ٠**

ويرجى مراعاة الشروط الآتية عند الترشيح :

١ ــ أن يكون العمل المرشح للجائزة مطبوعا ومنشورا بالعربية ، وتقبل الاعمال المنشورة بلغة أجنبية اذا اقترنت بترجمة عربية ٠

٢ ــ أن يكون العمل متمشيا مع قواعد البحث العلمي ومناهجه، وأن يتميز بالجدة والأصالة وأن يحقق هدفا من أهداف الجائزة ٠

٣ ـ أن لا يكون العمل المرشح قد منح جائزة من قبل أية مؤسسة علمية أو عالمية ·

٤ ـ أن يتم الترشيح لهاتين الجائزتين من المؤسسات العلمية العربية والعالمية كالجامعات ومراكز البحوث والمجامع اللغوية ونحوها ، ولا تقبل الترشيحات الفردية ولا ترشيحات الاحزاب السياسية ·

٥ ـ تكتب الترشيحات باللغة العربية على ان تتضمن معلومات وافية عن المرشح تبين حياته العلمية والعملية ومؤلفاته وأعماله المنشورة مع صور من مؤهلاته العلمية ·

٦ ـ ترسل الترشيحات مع عشر نسخ من العمل المرشح من خارج المملكة بالبريد الجوي المسجل الى سفارة المملكة العربية السعودية في القاهرة أو سفارتها في لندن · أما الترشيحات والاعمال المرشحة من داخل المملكة ، فترسل بالبريد المسجل أو الرسمي الى مقر الامانة · وفي كل حالة يكتب عليها بخط واضح« جائزة الملك فيصل العالمية » ·

٧ ـ آخر موعد لقبول الترشيحات والاعمال المرشحة هو غرة شهر رمضان سنة ١٣٩٨ هـ · وما يصل بعد هذا التاريخ لا يلتفت اليه الا اذا أجل موضوع الجائزة من هذا العام الى العام القادم ·

٨ ـ لا تعاد الاعمال والترشيحات الى مرسليها ، فاز المرشحون بالجائزة أم لم يفوزوا ·

٩ ـ تعنون جميع الاستفسارات باسم : الأمين العام لجائزة الملك فيصل العالمية الرياض ، ص · ب ٣٥٢ ، المملكة العربية السعودية

مطبوعات
معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب

آ ــ الكتب :

١ ــ **أحمد يوسف الحسن** : تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر ١٩٧٦ ·
٨ دولارات

٢ ــ **جلال شوقي** : رياضيات بهاء الدين العاملي ٩٥٣ ــ ١٠٣١/هـ ١٥٤٧ ــ ١٦٢٢ م· ١٩٧٦ · ٨ دولارات

٣ ــ **سلمان قطاية** : مخطوطات الطب والصيدلة في المكتبات العامة بحلب ١٩٧٦ ·
١٠ دولارات

٤ ــ **ادوارد كندي وعماد غانم** : ابن الشاطر فلكي عربي من القرن الثامن الهجري/الرابع الميلادي ــ ١٩٧٦ · ٦ دولارات

٥ ــ **ادوارد س· كندي** : أفراد المقال في أمر الظلال للبيروني ·
جزء (١) : الترجمة الانكليزية
جزء (٢) : التعليق والشرح (بالانكليزية) ·
٢٥ دولارا

٦ ــ **معهد التراث العلمي العربي** : أبحاث الندوة العالمية الاولى لتاريخ العلوم عند العرب (المنعقدة بجامعة حلب من ٥ ــ ١٢ نيسان ١٩٧٦)
الجزء الاول : الابحاث باللغة العربية ٢٠ دولارا

٧ ــ **احمد يوسف الحسن** بالتعاون مع **عماد غانم ومالك ملوحي** : الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل للجزري (تحت الطبع)

ب ــ الدوريات :

١ ــ مجلة تاريخ العلوم العربية : دورية عالمية متخصصة تصدر مرتين كل عام : الاشتراك السنوي ٦ دولارات ·

٢ ــ عاديات حلب : حولية تبحث في تاريخ الحضارة والآثار والعلوم : العدد الاول (١٩٧٥) العدد الثاني (١٩٧٦) ٦ دولارات للعدد الواحد ·

٣ ــ رسالة معهد التراث العلمي العربي : نشرة دورية تصدر أربع مرات كل عام ·الاشتراك السنوي ٤ دولارات بالبريد العادي ، ٥ دولارات بالبريد الجوي ·

الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب

جامعة حلب ـ معهد التراث العلمي العربي

٥ الى ١٢ نيسان ١٩٧٩

يسر معهد التراث العلمي العربي أن يوجه الدعوة الى الباحثين المهتمين بتاريخ العلوم عند العرب وخاصة موضوعات تاريخ العلوم الاساسية وتاريخ الفلك والتنجيم والطب والطب البيطري والصيدلة وتاريخ التكنولوجيا ، ومن العاملين في الجامعات أو مراكز ومعاهد البحوث أو ممن لهم أبحاث قيمة في تاريخ العلوم عند العرب ، لحضور الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب والتي ستنعقد من :

٥ ـ ١٢ نيسان ١٩٧٩

في جامعة حلب ـ معهد التراث العلمي العربي

توجه المراسلات للحصول على المعلومات الى العنوان التالي :

الآنسة أمل رفاعي
مكتب الرئيس
جامعة حلب
حلب ـ الجمهورية العربية السورية

Second International Symposium for the History of Arabic Science (I.S.H.A.S.)

Will be held in Aleppo 5-12 April, 1979, under the auspices of the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), upon the recommendation adopted at the first ISHAS. The scope of the Symposium will encompass all aspects of Arabic Islamic science and technology, from the classical period to the modern, but will mainly focus on:

1. Astronomy, calendariography and astrology.
2. Mathematics, arithmetic, geometry and computing instruments.
3. Physical sciences.
4. Technology, various aspects of engineering and crafts.
5. Medico-biological science and medical botany.

Scholars and individuals associated with universities, cultural and scientific institutions are cordially invited to participate and submit papers based on original research.

Correspondence concerning the Symposium should be directed to:

Miss Amal Rifai
Office of the Rector
Aleppo University
Aleppo / Syria

Publications of the Institute for the History of Arabic Science

BOOKS

Al-Hassan, Ahmad Y., *Taqī al-Dīn and Arabic Mechanical Engineering, with the Sublime Methods of Spiritual Machines. An Arabic Manuscript of the* 16th *Century.* In Arabic. 165 pp. 1976. $ 8.00

Kataye, Salman, *Les Manuscrits Medicaux et Pharmaceutiques dans les Bibliothèques Publiques d'Alep.* In Arabic. 440 pp. 1976. $ 10.00

Shawqi, Jalal, S. A., *Mathematical Works of Bahā' al-Dīn al-ᶜĀmilī.* (953-1031/1547-1622). In Arabic. 207 pp. 1976. $ 8.00

Kennedy, E. S., Ghanem I., (Eds.), *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir, an Arab Astronomer of the 14th Century.* In Arabic and English. 172 pp. 1976. $ 6.00

Kennedy, E. S., *The Exhaustive Treatise on Shadows by Abū al-Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī.* In English. Vol. I *translation.* Vol. II *commentary.* 281 pp., 221 pp. 1976. $ 25.00

al-Jazari, *A Compendium on the Theory of the Mechanical Arts.* The Arabic text of al-Jazari. Edited by Ahmad Y. al-Hassan. In press. 1978.

Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science. (ISHAS), held 5-12 April 1976, Aleppo. Arabic Vol., 970 pp. $ 25.00

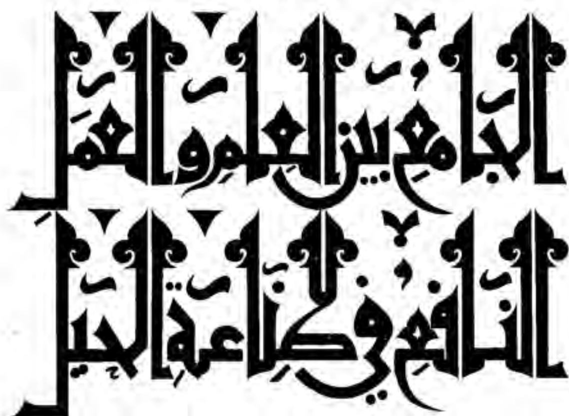
PERIODICALS

ᶜĀdīyāt Ḥalab An annual periodical on archaeology, history of art and science. In Arabic and English. Vol. I (1975) pp. 368, Vol. II (1976) pp. 354. Each Vol. $ 6.00

Journal for the History of Arabic Science. An international journal. Vol. I 1977, Spring and Fall. 1 Yr. $ 6.00

I.H.A.S. Newsletter, a quarterly, 1978. $ 3.00

Announcing the publication of the complete edited Arabic text of



Al-Jāmiʿ bain al-ʿilm wal-ʿamal al-nāfiʿ fī ṣināʿat al-Ḥiyal

A Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts

by al-Jazarī

6 H. / 12 A.D.

— Volume I —

Arabic Text

Edited by
AHMAD Y. AL-HASSAN

Based on five of the best available of al-Jazari's manuscripts this work is a complete Arabic edition of his book entitled, *al-Jāmiʿ bain al-ʿilm wal-ʿamal al-nāfiʿ fī ṣināʿat al-Ḥiyal.*

It was only through very careful editing that the new text and drawings were closely correlated with the original one. Illustrations were redrawn, important plates were reproduced in original colours, and consequently many errors were eliminated.

An essential and important work for historians of technology, this volume is also an indispensable source for them, as it offers, for the first time, the original al-Jazarī in its best possible edition.

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a one paragraph abstract in Arabic, if possible.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), publisher, place, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (Springer, New York, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necaci Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

'	a	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh
ء	ا	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش

ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ᶜ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters *ā*, *ī*, *ū*.

The diphthong *aw* is used for أو and *ay* for أي .

Paul Kunitzsch is a professor of Arabic studies at the University of Munich. He is working on the transmission of knowledge from antiquity to the Arabs, and from the Arabs to medieval Europe, especially with regard to astronomy, astrology, star tables, the nomenclature of constellations and stars. In 1975, he published *Ibn aṣ-Ṣalāḥ: Zur Kritik der Koordinatenüberlieferung in Sternkatalog des Almagest* (ed., trans. and comm.).

Julio Samso is a professor of Arabic language and literature at the Universidad Autonoma, Barcelona. His main research field is the history of Arabic astronomy, Arabic science and medieval Spanish scienee. He is working at present, on the Arabic *Anwā'* Books both in al-Andalus and the Maghrib. Has alse published studies on Abū Naṣr Manṣūr b. ᶜAlī b. ᶜIrāq.

Garry J. Tee is a senior lecturer at the University of Auckland, Department of Mathematics, works chiefly in the fields of numerical analysis, and computing, together with history of science. Has published several articles and translated many books from Russian to English, mainly in numerical analysis.

NOTES ON CONTRIBUTORS

Adel Ambouba works on the history of algebra and geometry. He taught history of Arabic science and mathematics at the Lebanese University and at the French Faculty of Economical Sciences. His publications include studies on al-Karjī, Shujāᶜ b. Aslam, Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, al-Samaw'al b. Yaḥyā al-Maghribī and other Islamic algebraists.

Muammer Dizer is Director of the Kandilli Observatory, Istanbul. This institution celebrated the 400th anniversary of its founding by Taqī ad-Dīn with a symposium, September, 1977.

Gerhard Endress Holder of the Chair of Arabic and Islamic Studies, Ruhr University, Bochum, he is a research worker in the field of Arabic philosophy and science, with special regard to the Hellenistic tradition in Islam. He has published *The Works of Yaḥyā ibn ᶜAdī*, an analytical inventory. (Wiesbaden, Dr. Ludwig Reichert, 1977).

Sami Hamarneh is a historian of medicine and pharmacy. He has recently retired from the Smithsonian Institution, but continues his research in the history of pharmacy. Has published a work on al-Bīrūnī's Book on Pharmacy and Materia Medica.

A. M. Hassani is working for the Ph. D. in English Literature in England. He taught at the Aleppo University before beginning his graduate studies.

Louis Janin, *docteur en droit*, is retired from a banking career which included residence in various Arabic-speaking countries, thus sparking his interest in Arabic science, in particular in ancient and modern gnomonics.

David A. King who is mainly interested in astronomy and mathematics in medieval Islam, is working now in Egypt. He has published too many articles on the Islamic sciences of Qibla determination and *ᶜilm al-miqāt* (astronomical timekeeping).

New light has recently been shed upon the development of Arab surgical instruments by the excavation in Old Cairo (الفسطاط) of a collection of such instruments. They were used by garrison surgeons of the ninth century or earlier, at a time preceding al-Zahrāwī by over a century. These implements have been made available to museums and researchers by Dr. H. A. Awad, who has brought their discovery to the attention of historians of medicine generally.

To return to the work under review, the edited and translated texts, together with the commentary and annotations, render the book's organization clearer and more coherent. Nevertheless, there should have been an explanation of the persistently used surgical term, *ᶜamal al-yadd* (أو العمل باليد) perhaps devised by Ḥunayn and his ninth century Baghdad associates. Zahrāwī retained the original nomenclature. To the best of my knowledge, the earliest document exhibiting a change in Arabic medical expressions is the twelfth-century compendium, *al-Kāfī*, by Ibn al-ᶜAyn Zarbī. Perhaps the latter was the first to use the technically more accurate words *jirāḥah* and *jarrāḥ* for surgery and surgeon respectively. Al-Zahrāwī's classification of the subject matter, however, seems convenient and logical as established by the editors in the three discourses:

I. On cauterization, and tools and techniques used and recommended. This practice came to the Muslims by way of the Greeks; it was expanded greatly and transmitted to the West. In most of the fifty-six cases cited, al-Zahrāwī seems more objective and restrained in its application than were his peers, both in the East and the West.

II. On incision, perforation, venesection, the treatment of wounds, types of sutures, and the extraction of arrows. The most interesting section in the book, it also includes in its 97 chapters sections on dental surgery, oral hygiene, eye and nose operations, tonsillectomies, obstetrics, midwifery, and personally recorded case histories.

III. On the setting of fractured and dislocated bones, bandaging, and the various types of surgical dressings and emplasters, in 35 chapters.

This volume no doubt has a place in the libraries of historians of medicine and surgery, and in institutions, thanks to the untiring efforts of the two editors. But, in the reviewer's judgment, it is far less than the monumental, critically annotated edition that this historically important document deserves. For al-Zahrāwī's surgery, with its fascinating objectivity and illustrative features for teaching purposes, is a uniquely precious work.

SAMI HAMARNEH

Smithsonian Institution
Washington, D.C. 20560, U.S.A.

enormous assistance to modern historians (and their students) in trying to imagine what they and other Muslim astronomers were really up to.

DAVID PINGREE

Box 1900, Brown University
Providence 02912 RI, U.S.A.

M. S. Spink and G. L. Lewis. *Albucasis on Surgery and Instruments*, a definitive edition of the Arabic text with English translation and commentary, London: the Wellcome Institute of the History of Medicine, 1973, xv + 850 pages; $15.00.

As the title and the following statement indicate, this is a complete edition with English translation of Abulcasis' surgical treatise. It is the last in his medical encyclopedia, *al-Taṣrīf*

كتاب التصريف لمن عجز عن التأليف للطبيب الجراح أبو القاسم خلف بن عباس الزهراوي

which comprises thirty treatises in all. Together with the first, on human anatomy and physiology, these two are the largest of the entire work. Other discourses, besides those on pharmaceutical forms, are on drug and diet therapy, simples and compounding techniques of drugs, the culinary art, and the treatise on mineralogy, chemical industry and medical botany known as *Liber servitoris* in Latin. The author is Abū'l-Qāsim Khalaf b. ᶜAbbās (not ᶜAyyāsh) al-Zahrāwī (ca. 940 - ca. 1013) of the Umayyad capital of al-Andalus, at Zahrā' (seat of the Caliphate). The distorted Latin transliterations of his name Albucasis or Abulcasis among others, suggest the degree of carelessness common to translators of the time, rendering some names unintelligible. It is to be regretted that the editors neglected to correct such a misnomer in the title, even in part.

The handsomely printed, bound and illustrated volume contains, in addition, a brief introduction describing the work, its author, the methodology of translation and the seven Arabic manuscripts consulted in establishing the text (they are not the best available). The selected bibliography is most inadequate, especially when we consider the amount of material published on this important work since the eighteenth century. (In India a lithographed version with illustrations was printed around the middle of the nineteenth century).

On the whole, Zahrāwī's surgical instruments are adequately reproduced and described, but there are some errors in the translation and in the technical definitions of instruments and medical terminology. The highly commendable aspect of this volume is the efficient use of Latin and Greek texts in comparing and evaluating the development of surgical instrumentation and practice from the Hippocratic writings through those of Celsus, Galen, Oribasius, Paulus and others up to the time of al-Zahrāwī.

Book Reviews

Roderick S. Webster, Paul R. MacAlister, and Flolydia M. Etting, *Astrolabe Kit*, Lake Bluff, Illinois, 1974. $18. **Paul R. MacAlister and Flolydia Etting,** *A Trilogy of Time Instruments*, Lake Bluff, Illinois, 1976. $18.

The first of these two kits enables the amateur to assemble with ease an astrolabe constructed of gold-colored metallic cardboard. Included are a mater (أم) with the rim graduated for every 5 minutes and for every 1°; a rete (عنكبوت) with pointers for 21 stars positioned correctly for the present time; tympani (صفائح) for northern latitudes of 36°, 42°, 49°, and 52° (there are extra forms for 30° and 56° in the accompanying booklet); and a back (ظهر) graduated for every 1° at the rim and displaying the zodiacal signs, the Roman months, and a shadow-square. There are also a rule to be attached to the front of the instrument, and a diopter (عضادة) for the back. When assembled, this makes a very elegant and usable instrument, though from the point of view of an historian of Arabic astronomical instruments it has the misfortune of having been inspired by Renaissance European models; an Arabic instrument would have a completely different back, tympans for more southerly latitudes, and probably a list of the latitudes of important Muslim cities. The kit is accompanied by a booklet authored by R. S. Webster briefly delineating the history of the astrolabe, its construction, and some of its uses.

The second kit contains similar metallic cardboard pieces for constructing three instruments used in the West during the Renaissance: a sundial with a gnomon adjustable for latitudes of 34°, 40°, 46°, and 52°, and a list of the latitudes of some cities in North America and Europe on the back; a nocturnal for converting sidereal to civil time; and a calendar for determining the week-day of everys day in the Gregorian calendar from 1976 till 2016. Each of these instruments is accompanied by a four-page folder describing it and its assembly. Again, however, the historian of Arabic science must note that the only one of these three instruments that was actually used in the Muslim world, the sundial, is not adaptable to most of the latitudes inhabited by Muslims.

The inappropriateness of these kits for Islamic science is, of course, not the fault of their producers, who were primarily thinking of an American and European market. But they raise the hope that perhaps the skill of Arab and Persian metalworkers could be diverted from the manufacture of useless fake astrolabes to that of genuine scientific instruments based on modern data, but following the medieval Islamic form. Practice in using such instruments, designed in imitation of those utilized by al-Bīrūnī and Naṣīr al-Dīn, would be of

class Lip $\alpha(\alpha>0)$, and such that for every continuous function $f(x,y)$ $(0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ there exists a continuous function $g(z)$, such that

$$f(x,y) = \sum_{q=0}^{4} g(\varphi_q(x) + \lambda\varphi_q(y))$$

The multiplications of λ by $\varphi_q(y)$ may be performed by tables of logarithms and exponentials, or of quarter-squares, as above.

Thus, in theory, no continuous function of more than one argument need ever have been tabulated. In practice, however, some functions of two arguments may conveniently be represented by reasonably sized tables.

Yours faithfully,

GARRY J. TEE
Computational Mathematics Unit
Department of Mathematics
University of Auckland
Private Bag
Auckland, NewZealand

Notes and Correspondence

Letter to the Editor

On Computational Techniques

In George Saliba's paper[1] on computational techniques, he remarks that al-Qazwīnī belonged to that school of computational mathematicians which sought to ease the task of computing planetary positions, by reducing it to a sequence of additions and of evaluations of functions of single argument, by table look-up.

For example, multiplication can be expressed in this manner, as:

$$a \times b = \left[\frac{a+b}{2}\right]^2 - \left[\frac{a-b}{2}\right]^2$$

and then division can be reduced to multiplication by:

$$a/b = a \times (1/b)$$

That computational approach clearly has practical advantages over algorithms involving tables of functions of two or more arguments. Indeed, a table of a function of one argument with 10^4 entries is entirely practicable, whereas a function of two arguments could not possibly be tabulated for the 10^8 combinations of 10^4 values of each of its two arguments.

There arises naturally the question: how severe is the restriction on the class of computations, which results from limiting the functions to single arguments? That question was resolved in 1957 by Kolmogorov,[2] who showed the totally unexpected result that *every* continuous function of two or more arguments can be evaluated by a finite sequence of additions and evaluations of functions of single argument. His result has been refined by G. G. Lorentz,[3] and for functions of 2 arguments the Kolmogorov theorem may be expressed thus:

> For every irrational number $\lambda (0 < \lambda < 1)$, there exist five strictly increasing functions $\varphi_q(z)$ $(q = 0$ to $4)$, which are in the Lipschitz

1. George Saliba, "Computational Techniques in a set of Late Medieval Astronomical Tables", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 24-32.

2. A. N. Kolmogorov, "O predstavlenii nepreryvnykh funktsii..." (On the representation of continuous functions of many variables by superposition of continuous functions of one variable and addition), *Doklady Akad. Nauk SSSR*, 114, No. 5 (1957), 953-956.

3. G. G. Lorentz, *Approximation of Functions*, (New York; Holt, Rinehart & Winston, 1969), Ch. 11.

al-Fārābī undertook in some of his writings to give a scientific analysis of language and, at the same time, to explain the linguistic foundations of philosophical discourse. It was on this basis that he initiated the creative period of Arabic philosophy. Though it is true that grammar and logic, theology and philosophy, were never integrated into an encyclopaedic canon of learning within the realm of orthodox Islam, the dialogue between the two traditions led some of the greatest teachers of Islam, among them al-Ghazālī, to concede the supreme importance of logic for the attainment of knowledge, and through this, of ultimate happiness.

Selected bibliography (for Arabic sources and studies, see notes to the Arabic text): Paul Kraus, *Jābir ibn Ḥayyān. Contribution à l'histoire des idées scientifiques dans l'Islam* (Le Caire, 1942-3; Mémoires de l'Institut Français d'Archéologie Orientale. 44.45) ,vol. 2, p. 251 n. 2. C. H. M. Versteegh, *Greek Elements in Arabic Linguistic Thinking* (Leiden, 1977; Studies in Semitic Languages and Linguistics. 7). D. S. Margoliouth, "The Discussion between Abū Bishr Mattā and Abū Saᶜīd al-Sīrāfī on the Merits of Logic and Grammar", *Journal of the Royal Asiatic Society*, London, 1905, 79-129. Muhsin Mahdi, "Language and Logic in Classical Islam", in *Logic in Classical Islamic Culture*, ed. by G. E. von Grunebaum (First Giorgio Levi Della Vida Biennial Conference, May 12, 1967; Wiesbaden, 1970), pp. 51-83. *Id.*, "Science, Philosophy and Religion in Alfarabi's, *Enumeration of the Sciences*", in *The Cultural Context of Medieval Learning*, ed. by J. E. Murdoch and E. D. Sylla (Dordrecht, 1975), pp. 113-47. G. Endress, *The Works of Yaḥyā ibn ᶜAdī. An analytical inventory* (Wiesbaden, 1977), pp. 45-6.

approved of nothing but grammar). In the 4th/10th century, the decline of the Caliphate brought about a climate of intellectual variety, of open and eager debate between religious groups and schools of thought. Those of the *falāsifa* who were content with pursuing the tradition of the Alexandrian school faced serious adversaries in the distinguished teachers of *naḥw*, masters of a highly refined method and versed in dialectic argument. So when Abū Bishr Mattā (d. 328/940), *scholarch* of the logicians of Baghdād, encountered the brilliant Abū Saᶜīd al-Sīrāfī (d. 368/979) in the *majlis* of the vizier Ibn al-Furāt in 326/937-8, he suffered a heavy defeat; al-Sīrāfī denied, and Mattā seemed unable to prove, that Greek logic did transcend the limitations of language – the language of its founders – and did contain universal laws of reason: and he contended that sound thinking was inextricably tied up with correct speech – that the laws of logic were inherent in the structure of language and should be studied through grammar.

But Mattā's pupils accepted the challenge. His successor to the chair of logic, the Jacobite theologian and philosopher Abū Zakariyyā Yaḥyā ibn ᶜAdī (d. 363/974), wrote a "Treatise explaining the difference between the arts of philosophical logic and of Arabic grammar" [to be published in *JHAS*, vol. 2], in which he took great pains to defend the superior claim of logic. He maintains – as Mattā had done, but armed with a better understanding of the grammarians' technique – that the subjects of grammar are the utterances, or sounds, of language (*al-alfāẓ*), while its aim is the inflection of these "according to how the Arabs inflect them", i.e., in accordance with the conventions established by the community speaking that language; grammar is neither concerned with the meaning (*al-maᶜnā*, the thing signified), nor with significant utterances as such – it will submit significant and meaningless words alike to the formalism of *iᶜrāb*. Significant utterances are the subject of logic – only those, however, which denote the *universalia*, because only these are constituent parts of logical demonstration: valid demonstration requires the combination of utterances in accordance with the actual reality signified through them, i.e. the distinction of true statements from false ones–this is the aim of logic. The divisions applied by Ibn ᶜAdī to the definitions of grammar and logic, which go back to the late Greek commentators of Aristotle, are echoed by his Muslim disciple Abū Sulaymān al-Sijistānī (d. after 391/1001), though he takes care to appoint firm and narrow bounds to the presumptions of philosophy and the rational sciences in general.

But it was another student of Abū Bishr Mattā's, the great Abū Naṣr al-Fārābī (d. 339/950), who envisaged and first achieved a philosophical interpretation of the Islamic theocracy, who sought to unite the universal truth of philosophical cognition as well as the symbols of the religions in an integrate system of the sciences – a system comprising both the rational sciences and the disciplines of the Islamic tradition. Before the "universal grammar" of logic, the "science of language" is allotted the initial place in this system. Moreover,

The Debate between Arabic Grammar and Greek Logic in Classical Islamic Thought

(English Summary, main paper in Arabic, pp. 351)

Gerhard Endress*

From the initiation of Islam through the revelation of the Arabic Qur'ān, the Arabic language was the basis and primary medium of classical Islamic civilization. Accordingly, the philological disciplines, which served to interpret the Scripture, to safeguard the unity and purity of Arabic expression and to teach the language of the Qur'ān to the peoples converted to Islam, became the fundamental sciences of Islam and the basis of Islamic education. Born from the necessities of the growing community, the early development of Arabic grammar was largely independent from foreign models in method and substance, though the influence of the Hellenistic tradition was bound to become apparent in the *uṣūl al-naḥw* as well as in the *uṣūl al-fiqh* in the course of their systematic refinement. On the other hand, the Arabs received and developed the sciences of the Greeks, continuing a teaching tradition which was handed down from the schools of late antiquity to the new centers of learning – centers of a truly international scientific community. The instrument, *organon*, through which the philosophers pretended to warrant sound reasoning and scientific method, was the logic of the Greeks, the Aristotelian syllogism. So when philosophy and the rational sciences were propagated to lead the way to universal truth, the ensuing debate between revelation and reason involved a debate about the sources and principles of knowledge – a dispute between logic, the way of independent reasoning, and grammar, the way of interpreting the revelation.

The first "Philosopher of the Arabs", al-Kindī, did not open the debate; for him, rational thought was subordinate and subservient to religion. But already one of his disciples, al-Sarakhsī (d. 286/899), wrote a treatise on "the difference between the grammar of the Arabs and logic". The traditionist restoration of the second half of the 3rd/9th century, directed against dogmatic speculation as well as against the rationalist sciences, provoked fierce attacks against the narrow-mindedness of religious orthodoxy, voiced most sharply by Muḥammad ibn Zakariyyā al-Rāzī (d. 313/925), the great philosopher, physician, and heretic (who reports with gusto how he humiliated a vain grammarian who

* Professor of Arabic and Islamic Studies, University of Bochum, West Germany.

Construction of the Regular Heptagon by Middle Eastern Geometers of the Fourth (Hijra) Century

(English Summary, main paper in Arabic, pp. 384)

ADEL AMBOUBA*

Archimedes' initial attack on the problem, transmitted by Thābit b. Qurra, stimulated intense and fruitful, though frequently acrimonious competion among tenth century (A.D.) mathematicians. Abū al-Jūd b. al-Layth was first in the field, with a "solution" employing circles and straight lines. This was unfortunate, for the construction of the regular heptagon leads to a cubic equation, which cannot be solved with these techniques. His error was remarked by ᶜAbd al-Jalīl al-Sijzī who, with the assistance of Abu Saᶜd al-ᶜAlā' b. Sahl, worked out a valid solution. With minor modifications this was appropriated by Ibn al-Layth, an act belying his later high reputation. Meanwhile additional solutions were produced by al-Qūhī and al-Ṣāghānī, both involving the intersection of a parabole with a rectangular hyperbole. This activity culminated eventually in Khayyām's geometric reduction of the general cubic.

* Institut Moderne du Liban الاستاذ في المعهد اللبناني الحديث ، فنار جديدة – بيروت

N°. 43, "Earliest monumental use of Arabic numerals", *Isis*, 22 (1934) 224-25.

N°. 134 "Avicenna's Canon, Latin edition" *Isis*, 43 (1952), 54, in which Sarton asks if any attempt was made by the editors of the late Latin editions of Avicenna's Canon (the Paris and the Padua editions of 1659) to modernize it. These were printed mainly for medical students. Did they include later discoveries? This points to our need for historians of medicine who are versed in both Arabic and Latin to evaluate cultural transmission.

Articles, Letters and Notes

From among numerous articles and notes published in *Isis* and other publications, the following can be mentioned:

1. "Letter to Ḥabīb b. Kātibah" (in Arabic) *Syrian World*, vol. 1, August, 1935), p. 4.

2. "A Story of the Arabian Nights", *Isis*, 28 (1938), 321-329.

3. "Bibliography of the Main Writings of George Edward Post", *Isis*, 28 (1938), 409-417.

4. "The Tomb of Omar Khayyam", *Isis*, 29 (1938), 15-19 plus one plate.

5. "Remarks on the Study and Teaching of Arabic", *Macdonald Presentation Volume*, (Princeton Univ. Press, 1933), pp. 331-347.

6. "Islamic Science", *Near Eastern Culture and Society*, T. Cuyler Young ed. (Princeton Univ. Press, 1951), pp. 83-98.

7. "La Transmission au monde moderne de la science ancienne et médiéval". *Rev. Histoire Science*, 2 (1949), 101-138, plus two figures.

8. "Arabic Science and Learning in the Fifteenth Century, their Decadence and Fall", in *Homenaje a Millàs Vallicrosa*, (Barcelona, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, 1956), vol. 2, pp. 303-324.

Queries

N°. 23 "Arabic 'Commercial' Arithmetics" *Isis*, 20 (1933), 260-64, and in reference to *Kitāb Ṭabaqāt al-Umam*.

N°. 24 "Hippocratic Oath in Arabic" *Ibid*, p. 262, suggesting that the Hippocratic tradition in Arabic writings remains to be written (from Ḥunayn to Ibn A. Uṣaybiʿah).

N°. 25 "Orientation of the Miḥrāb in Mosques" *Ibid*, 262-64 with reference to orienting the *Miḥrābs* towards Mecca (mainly to the South in the Fertile Crescent region).

N°. 41 "Apropos of Ibn Sīnā's 'Meccan' Qānūn", *Isis*, 22 (1935), 223-4, reported in the Bulaq 2nd edition of *Alf laylah wa-laylah* and also in the Calcutta 2nd ed., vol. 1 (1939), p. 423. Sarton here is inquiring as to the origin of the word Meccan (*al-Makkī*) mentioned here, an interesting point that needs research and clarification.

Appendix

On Sarton's Literary Contributions to Arabic-Islamic Science

Select Bibliography

By 1952, Sarton had edited 43 volumes of *Isis*, and 11 volumes of *Osiris*. He also authored some fifteen books, including the *Introduction*. And many of them were translated into other languages, including Arabic. He further wrote about 250 articles and six prefaces. The following are select works, articles and notes related to Islamic-Arabic culture.

Books

1. The already reviewed and evaluated *Introduction*, 3 volumes in five parts.

2. *The Incubation of Western Culture in the Middle East*, a George C. Keiser Foundation Lecture, delivered at the Coolidge Auditorium of the Library of Congress, Washington, D.C. 1951, and reprinted 1952. It was translated into Arabic with annotations by Omar A. Farrukh, Beirut, al-Maᶜārif Press, 1952.

الثقافة الغربية في رعاية الشرق الأوسط ، نقل عمر فروخ ، بيروت ، مكتبة المعارف ، ١٩٥٢ .

3. *Horus*, a guide to the history of science, Waltham, Mass., C. Botanica Co., 1952.

4. *Galen of Pergamon*, Logan Clendening Lecture, Lawrence, University of Kansas Press, 1954 (Third in a series of lectures on the history and philosophy of science).

5. *Appreciation of Ancient and Medieval Science During the Renaissance* (1450-1600), Philadelphia, University of Pennsylvania, 1955.

6. *Ancient Science and Modern Civilization*, (Lincoln, University of Nebraska, 1954); reprinted by New York, Harper Torch-Books, 1959 (printed *posthumously*), translated into Persian under the title :

علم قديم وتمدن جديد ، ترجمة أحمد بيرشك ، طهران ١٩٥٥ .

7. *The Life of Science*, Essays in the History of Civilization, (Bloomington, Indiana University Press), 1960 edition, with Introduction by Conway Zirkle; reprinted from the 1948 N.Y. edition, by H. Schuman including an important chapter on "East and West in the History of Science".

His passing away so soon will be lamented the more by those who are interested in the great and proud tradition of Arabic-Islamic science, architecture and technology.

Concluding Critical Remarks

The five-book *Introduction* was by itself a tremendous undertaking both qualitatively and quantitatively. This encyclopedic and universal history of science includes in addition historiography, law, sociology, philology, philosophy and religion. But here lies Sarton's greatness, in his unifying vision that places art, science and religion as the outstanding human inventions.[43] However, with such an unprecedented effort by one man, errors unavoidably crept in. Some were minor, others more serious, and there were inevitably some omissions. For the present review, it seems best to cite none. The merits of the work are so great that it would be unseemly to point to faults here and there. Further, this vast survey centered on printed sources, and only occasionally were available manuscripts consulted. Sarton aimed at maintaining absolute accuracy, wide reading of published works and documents, the utilizing of critical appraisals of past investigators and their researches, and the reporting of connections and contrasts found in different cultures, languages and epochs. This was in addition to investigating original materials, and evaluating human scientific progress through the ages — East and West.

After Sarton's death, there occurred an upsurge of unproductive criticism by older historians of science, some of whom had stood on Sarton's shoulders, as well as by younger ones who seem to have been instructed to denigrate him. Of course, Sarton had many weaknesses and his writings contain numerous faults, and he was among the first to admit them. Let it not be said :

> Come let us mock at the great
> That had such burdens on the mind
> And toiled so hard and late,
> To leave some monument behind.[44]

Sarton did more than that, and it is ours to carry farther his noble mission.

43. Marshall Clagett, "George Sarton: Historian of Medieval Science", *Ibid.*, pp. 320-22; Lynn Thorndike, "Some Letters of George Sarton", *Ibid.*, pp. 323-34; and May Sarton, *Journal of a Solitude*, (New York, W. W. Norton & Co., 1973), pp. 161-62.

44. *Ibid.*

Attributes and Honors

C. Zirkle in his introductory remarks on Sarton's *The Life of Science* (1960, already cited), reflects, "He (Sarton) has been preeminent among those who have introduced science to scholars and scholarship to scientists... Over and beyond this, he has succeeded in bringing the fascinating story of science to those who are neither professional scholars nor professional scientists". He was one of the rare jewels in the academic crown who drew many students and promising historians to his circle of influence. His lectures were attended by hundreds of listeners in universities and elsewhere. But in spite of his popularity, he lived as a lone scholar on the outskirts of the Harvard community because he never tried to compromise his principles, nor go with the crowds, or worship before the statues of trivial popularity and political prestige and convenience. Thus Sarton the man and the idealist was always more important than the subject of his concern, and despite discouragements, he kept his head high. His magnetic spirit, warmth of feeling, and devotion were beautifully illustrated by his daughter:

I never saw my father old,
I never saw my father cold.[41]

His unremitting maintenance of the highest standards of scholarship, and his personal integrity kept him aloof in the face of bitter prejudices — worthless compulsions that separate one race or a human being from another. He believed that history confirms that "intolerance is not only criminal, but stupid". And as mentioned earlier, he also taught that, "sciences are interrelated organically, and the simultaniety of scientific discoveries by different persons and in different means and places implies internal congruency... and that the acquisition and systematization of positive knowledge is the only human intellectual activity which is truly cumulative and progressive." He nonetheless, realized that the writing of a universal history of science could not be accomplished by one individual or one generation and "will involve the cooperation of many generations of scholars". Sarton's task was to train the first group of scholars and establish sound tradition, a task he pioneered with distinction.[42] Notwithstanding, after almost a quarter of a century since he left the scene, the cherished memories of the legacy, the pioneer and the man "whose like we shall not see again", linger. They will long remain dear.

And when he died, he died so swift,
His death was like a final gift.

41. May Sarton, *Ibid*, 48 (1957), p. 285; and G. Sarton, *Introduction*, 1:3-4,33.

42. Sarton, *Life of Science*, p. 169. For honors, awards and memberships in international societies and academies bestowed on him in life, see I. B. Cohen, "George Sarton", *Isis*, 48 (1957), 298-300.

Early in 1947, as he was completing the preface to the third volume of the *Introduction*, Sarton passionately called for the love and pursuit of truth. He had already witnessed the darkest days of the War, and naturally, like all those who suffered in it, he "dreamed of peace", and urged the humanization of science against "its gradual barbarization." He sarcastically and boldly attacked the behavior of those substituting spiritual values for material progress by stating that,"our technicians are arranging a new world free from humanities", and recalled that "man shall not live by bread alone". He upheld the ideals of liberated human thought and spirit, and cherished the quest of truth for the understanding of nature, life and science as one integrated and unified organism ever leading to full progressive intellectual legacies of past civilizations. He criticized reliance on technology alone, which makes life comfortable to the body but dreary to the soul, realizing that our generation has much materially, yet is deprived spiritually. Significantly, in his attempt to bring together idealism and knowledge, Sarton appealed more to the Eastern than to the Western mind and will. He thus created a deeper interest in Islamic studies in the region, and an awareness that will continue to grow steadily. And through his simplicity and genuineness of approach, he illuminated a path to the bosom of mother nature and bridged the gap between the humanities and sciences.[38]

"Life would have been hell", Sarton declared, but for the redeeming efforts and sacrifices of champions of human rights and the support of men of good will. He saw the need to integrate the best traditions of the past, in many cultures, with newer discoveries. He preached gratitude to the past, but with the forward look, and constructive ambition for a better and brighter future. He purposed to sustain and systematize knowledge everywhere and throughout the ages of human history, stimulating meaningful research for describing attainable and useful knowledge. He often repeated, "the main postulate of science is the unity of nature... cosmos and not chaos", pioneering a proud heritage of a moral discipline and a humanitarian message to both East and West.[39]

"The concept that history of science is only Western", Sarton argued is not only incomplete and misleading "but false". Western and Eastern accomplishments are complementary. We cannot ignore one or the other without destroying the total picture and losing perspective. Notwithstanding, the history of science itself which proves the value of individual and national scientific and technological advances, shows their insufficiency, because it is the scientist, not the artist or laureate, who stands on the shoulders of past giants.[40]

38. Sarton, *The Life of Science*, pp. 54-55, 173; and *The Book of Deuteronomy*, chapter 8:3; and *the Gospel According to Matthew*, chap. 4:4.

39. Singer, "George Sarton", *Isis*, 48 (1957), 309; Sarton, "The Faith of a Humanist", *Ibid.*, p. 319; and *Ibid.*, 3 (1920), pp. 3-6; and *Life of Science*, pp. 144, 185.

40. *Ibid.*, p. 171; and *Introduction*, 3:7-11; and "Sur la Tolérance Intellectuelle", *Isis*, 8 (1926) 241-53.

Sarton praised the Arabic language for its elasticity and importance as a vehicle for religious and scientific expressions which contributed to the "unique miracle of Arabic science". It was essentially the fruit of Semitic genius fertilized by Indian, Iranian and Turkish intelligence and competence. It astonishingly emerged from the cradle into a leading universal culture. Sarton wrote, "To say the Arabs were nothing but imitators is all wrong. Their hunger for knowledge is the most original contribution", along with their initiative, clear vision and inventiveness. Their accomplishments constituted the main link between the Near East and North Africa and the West, as well as between Central Asia, including the great cultural centers in Iran, and the Buddhist Orient. The Arabic-Islamic contribution during its golden age was so great that it baffles human expectations. Therefore, there is no reason why the Arabs of today should not emulate their ancestors and assume again a position of world leadership.[36]

Uncompromising Scholar

It has become fashionable among many of today's scholars to compromise even to the extent that they seldom rely on their own judgment—somebody has to formulate replies and opinions for them to rehearse. In a competitive world as ours such "advisors are there to help" on every issue and in every field, providing cut and dried or who's who information, and woe unto those who are not among the fortunate insiders. They render "opinions" on events and historical figures and their literary contributions. Sarton revolted against such attitudes and lamented the hour when politics and favoritism enter the arena of true scholarship and intellectual creativity. In his memory, let us rid ourselves of petty rivalries and jealousies, and truly measure up to the challenges before us in evaluating the origins of and contributors to useful human knowledge past and present.

"Since childhood", Sarton reminisced, "my imagination was kindled by the great intellectual and spiritual deeds wrought". His involvement in long and hard university studies did not prevent him from pursuing his already outlined life's objectives. He was an optimist, despite trials and difficult circumstances that surrounded him most of the time. He continued to believe in and to propagate his ideas and concepts of new humanism, charity and peace. His dedication to the history and philosophy of science and civilization broadened his horizons, sharpened his sympathies toward life, and deepened his profound commitment to and comprehension of mankind and nature.[37]

36. Sarton, *The Incubation of Western Culture in the Middle East*, (Washington, D.C., Library of Congress, 1951), pp. 20-33,42; and *Introduction*, 2:2,51, and 3:3.

37. Sarton, "The New Humanism", *Isis*, 6 (1924), 9-42. For his dedication to harmony among nations and cultures, Sarton deserved to be granted the Nobel Peace Prize bestowed on some who did much less for world tranquility, principles of progress, and unity of knowledge and mankind. He defined war as "a temporary regression" in the procession of human civilization, see Sarton, "War and Civilization", *Isis*, 2 (1919), 315-21; and "Science and Peace", *Isis*, 42 (1951), pp. 3-9 and 173-76.

and philosophy of science and technology as we find in Sarton's writings, especially his *Introduction*.

The Islamic - Arabic Legacy in Retrospect

Sarton asseverated the importance of appreciating Eastern thought in order to understand human culture at large. He insisted that the origins of Western science are Eastern, transmitted for the main part from ancient Egypt, Mesopotamia, Palestine, Persia, and Arabia. So that for the understanding of the Western tradition one needs to be acquainted, at least, with Arabic, Greek, Hebrew and Latin. Homer's *Iliad*, for example, was not the beginning of a Greek miracle but the climax of an earlier development. In the same way, pre-Islamic Arabia (5-7th centuries) enjoyed great cultural productivity, although only fragmentary documentation remains. The point is that through the Arabic-Islamic legacy, Greek thought, substantially enriched, was brought back to the West. It gave the classical legacy a new vitality. And when originals were lost in the Greek, Arabic texts served as the earliest extant sources. Arabic books in turn were translated into Latin, Hebrew, Spanish and other languages for practical utilization. Arabic learning was not simply important to 12th and 13th century Christendom but further into the European Renaissance. Many Western men of learning who shared this legacy at the time testified to their indebtedness, especially through the incubation of the experimental spirit that developed in medieval Islam.[35]

Transmission of knowledge, Sarton reasoned, never stops. It occurs in every land from generation to generation, and from one country or nation to another. Western scientific and technical institutions and innovations resulted rather from the assimilation of the East and its cultures by the West. The treasures of Greco-Arabic science and philosophy during the transition period (1100-1250) were feverishly poured out from Eastern vessels into Latin Western ones. There were absorption and fusion of cultures. The interpenetration constituted the solid core of the significant late medieval European Renaissance. Indeed, Westerners at the time translated the Arabic books and not the Greek originals to renew their contacts with ancient learning. Arabic-Islamic scientists, philosophers, artisans and naturalists influenced their western counterparts in their search and investigation to discern the truth in the revelations of God and His handiwork in nature. By and large this was a transmission of old ideas, not new intellectual values.

35. Sarton, *Life of Science*, op. cit.,pp. 132-42; "Arabic Science and Learning in the Fifteenth Century: Their Decadence and Fall", in *Homenaje a Millàs Vallicrosa*, vol. 2, (Barcelona, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, 1956), pp. 303-24; and "The Unity and Diversity of the Mediterranean World", *Osiris*, 2 (1936), 406-63.



George Alfred Léon Sarton after his appointment as Professor at Harvard University in 1940; Courtesy of the American Institute of the History of Pharmacy (University of Wisconsin no. 56653-2-e)

الدكتور جورج سارتون بعد ان تعين استاذاً في جامعة هارفارد سنة ١٩٤٠ (باذن من المعهد الاميركي لتاريخ الصيدلة).

The process of learning Arabic began in 1920 at Pemaquid, Maine, when Sarton met with Prof. Duncan B. Macdonald (d. 1940) of Hartford Theological Seminary — a renowned Arabist of great standing in comparative religious thought. The meeting developed into a lasting friendship. Since that time, Macdonald had been his reliable mentor in all matters pertaining to Arabic-Islamic civilization.[32] Both shared humanistic values which had had a vivid impact upon Sarton's life and which were reflected in his own writings. Then, as the amount of data for the *Introduction* related to medieval Islam increased enormously, Sarton, to be sure of the accuracy of his investigations, found it almost inevitable that he should study the Arabic language, which had played an admirable part as the main vehicle of human intellectual progress and culture. He was helped also by James R. Jewett under the continued guidance of Macdonald, for whom Sarton had the greatest admiration. He also benefited from the wise counsel of Dr. Max Meyerhof of Cairo, Egypt, Don Miguel Asin y Palacios of Madrid and the Rev. Shibly D. Malouf of Arlington, Mass.[33]

During the winter semester of the academic year of 1931-32, Sarton went to the Middle East where he stayed at the American University of Beirut. There he focussed his attention more on studying the Arabic language and culture, making a first hand acquaintance with Easterners in their homeland. After returning from this six month study period, Sarton became acquainted with Charles Habib Malik (b. 1906) during the latter's student years at Harvard. For over three years, they met for two hours twice a week seeking to achieve Sarton's desire to perfect his knowledge of the language of the Holy Qur'ān for use in his research. Sarton took up the challenge, which he had percieved over eleven years earlier under the direction of Macdonald, very seriously. Hundreds of pages of Arabic text were read, and Sarton worked hard preparing his reading assignments at home while maintaining a constant correspondence with leading scholars in Arab lands. Therefore, it did not take Sarton long before he acquired a good knowledge of Arabic in addition to the interest he showed in Arab affairs and in the understanding of the Arab personality and point of view. His death was a personal loss to many, and "his memory will remain alive to those in the Near East who knew of his genuine endeavors to bring out what the Arab-Muslim mind has done in the field of science and for reconciliation".[34] Indeed nowhere else do we find so much information on the analyses of Arabic-Islamic history

32. Sarton, *Introduction*, 1:43-45, and 2:x-xii; and "Remarks on the Study and Teaching of Arabic", *Macdonald Presentation Volume* (Princeton University Press, 1933), pp. 331-347.

33. Meyerhof was a German ophthalmologist of the Jewish faith who adopted Egypt as his home until his death in 1946. He was a prolific author and a contributor to *Isis* who added substantially to our knowledge and appreciation of Arabic-Islamic medicine and pharmacology. The other two were a well-known Arabist and a theologian, respectively.

34. Charles Habib Malik, "Dr. Sarton's Study of Arabic", *Isis*, 48 (1957), 335.

extensive number of them have remained to this day. These documents are housed in hundreds of national and private libraries in the East and West. Mosques and shrines of that period are, moreover, scattered from the Atlantic to the Bay of Bengal, and from Morocco and the Iberian peninsula to Central Asia. They all bear witness to the greatness and prosperity of the Muslim civilization in the *Dār al-Islām* throughout these centuries. Furthermore, the numbers of eminent intellectuals and great leaders in science and technology were so great that one cannot even start to mention them in such a brief survey. These personalities are by far more important than the discoveries themselves.[29]

For almost a century before Sarton completed his five-volume *Introduction* several Orientalists and Arabists had been producing monumental works on the Islamic-Arabic legacy. To name a few, we mention Wüstenfeld, Choulant, Ahlwardt, Mueller, Houstma, Fluegel, Suter, Brockelmann, Pertsch, and Meyerhof. But Sarton's contribution regarding the place and relevance of this civilization, its history of science and technology and its universal impact remains unique. He became a worthy successor to these pioneers and scholars. He was the first and most dynamic among them to give a prominent place to Arabic-Islamic science and technology as he did in *Isis*, the *Introduction*, and other publications for over four decades of prolific life. These contributions go beyond mere transmission of an ancient and classical legacy leading to new significant observations, conclusions and ideas.[30]

Sarton planned translations from Arabic as well as Islamic and other contributions with philosophical classifications that show the unity of mankind and the unity of science. He insisted that the contributions of Muslim nations constituted a phase of human culture which has not yet received sufficient attention. Thanks to Sarton, an attempt was made to right the injustice. The outstanding result of the researches published in the *Introduction's* first volume was the establishment and confirmation of the intellectual superiority of the Arabic-Islamic legacy during its heyday. Sarton elaborated, "my comparative studies gave the first irrefutable proof of its reality and illustrated this with abundance of concrete details. Indeed, how could it be proved otherwise. Moreover, the Muslim superiority was not completely appreciated by the Muslims at the time of its climax, nor the Christian inferiority by the Christians at the time of its nadir". The latter began to realize Muslim superiority when it was actually in its declining years and its spirit was weakened from within and from without. Exchanges from the latter part of the 12th century to the early part of the Renaissance were outstandingly remarkable between Christians, Jews, and Muslims and unsurpassed up to modern times.[31]

29. Sarton, *Introduction*, 1:693, 738 and 3:41.
30. A. I. Sabra, "An Introduction to the History of Arabic Sciences", *ʿAdiyāt Ḥalab*, 2 (1976), 7-9.
31. Sarton, *Introduction*, 2:1,109; and "Mlle Goichon's Studies on Avicennian Metaphysics", *Isis*, 33 (1941), 326-29.

given us an entirely false idea of the scientific thought of the Middle Ages". Because of their almost exclusive training in and devotion to Western culture, they overlooked other areas of significant achievement. They missed, purposely or unintentionally, the fact that the greatest talents during the period were manifested in eastern lands where the torch of light and progress was brightly shining, and they failed to recognize that light. Sarton thus reiterated, "those ages were never so dark as our ignorance of them". The marvellous fact about the unified and varied Islamic civilization was its rapid and efficient development. Intellectual ideas travelled with astounding regularity and speed throughout the Muslim empire.[26]

Sarton appreciated the problems as well as the delights of delving into one of the most rewarding yet tragically neglected periods in human history. He considered, for example, the ninth century as essentially an Islamic-Arabic century. The activities of scholars and men of learning throughout the Islamic world were overwhelmingly remarkable in almost every aspect. Authors and educators in Arabic were the standard-bearers of human civilization. Their superiority, which marked the climax of medieval thought, continued into the tenth and eleventh centuries with the Arabic language as the international vehicle of progress in science and technology besides religion and other fields. The focal point was the almost unbelievable vigor of the new culture measured by the universal triumph of Arabic, as the *lingua franca*, serving also as the key to this expanding civilization. This language daringly took up the challenge, expanding and developing as the need for it increased, especially in the fields of science and technology. Through it a new culture was created in addition to the transmission of older ones, which Sarton terms "the Arabic Miracle", a phenomenon that one can describe but not completely explain. Quantitatively, the Arabic contribution to knowledge would be too voluminous to enumerate.[27]

Al-Bīrūnī, one of the greatest minds of the entire medieval period, considered Arabic the international language of science and the vehicle of human systematic knowledge and progress, and although it was not his mother tongue he wrote all his works (over one hundred) in it.[28] Aesthetically it appealed to the senses as May Sarton conveniently described it in verse:

"An Arabic inscription flowed
Like singing; "In the name of God".

As a result of this great and distinguished medieval civilization, a number of splendid monuments, in addition to practically hundreds of thousands of important literary and scientific manuscripts were produced, and an

26. Sarton, *Introduction*, 1:17 and *The Life of Science*, *op. cit.*, pp. 147-48.

27. Sarton, *Introduction*, 1:16-17, 32, 543, 583, 619; and *The Life of Science*, pp. 150-52.

28. Sami K. Hamarneh, *Al-Bīrūnī's Book on Pharmacy and Materia Medica, Introduction, Commentary and Evaluation*, (Karachi, Hamdard National Foundation in Pakistan, 1973), pp. 26-31.

pronouncements had been largely misunderstood. His daughter captured these facts in the following two verses; for he

Lived in a world of innocence,
Where loneliness could be intense.

The turning point, in my judgment, was when he purposefully looked tenderly eastward, and with a heart full of compassion and real dedication to human dignity and well-being decided to put in perspective the part ancient and medieval cultures played in promoting useful knowledge. For example, everywhere he insisted on the relevance of the Arabic-Islamic civilization to human progress. Yet he did so with a spirit of consecrated objectivity and lack of bias. Indeed Sarton felt that the entire development of medieval science could not be understood without the Islamic contribution.[23]

In youth, Sarton's reaction towards medieval studies was, on the contrary, full of misgivings, as is the case with many historians of modern times. Later on, he found them so rich in ideas that he remarked, "I shall never be able to leave them". His love of Greek science led him to appreciate and delve into medieval studies.[24] But in view of his academic training in the modern period (18th and 19th centuries), Sarton was living a multiple life: a historian of Greek thought, a medievalist, as well as a student of modern scientific development.

For his part, it was a great sacrifice to devote as much time as he did to the Middle Ages, nevertheless, in the *Introduction* and elsewhere he brought this discipline to completeness and harmony. His was the first of its kind on medieval scientific activities to be so systematic and comprehensive. Only Syria, among the Arab countries of the Middle East and Africa paid him due homage in conferring on him on April 24, 1955, an honorary membership in the prestigious Arab Academy of Damascus.[25]

Sarton prudently and courageously proclaimed that, "medievalists have

23. *Ibid.*, 145-50.

24. Sarton, *Introduction*, 1:14-15. See the introduction to his *Appreciation of Ancient and Medieval Science During the Renaissance* (1450-1600), Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1955, reviewed by Francis R. Johnson, *Isis*, 48 (1957), 373-75.

25. قد لفت الاستاذ فؤاد عينتابي نظري الى المقالة تحت عنوان « آراء وأنباء ، وفاة الاستاذ جورج سارطون »
مجلة المجمع العلمي العربي ، مجلد ٣١ جزء ٤ ، سنة ١٩٥٦ صص ٦٧٨–٦٨٠ والى تاريخ قبوله عضواً مراسلا للمجمع
بدمشق في الرابع والعشرين من شهر نيسان سنة ١٩٥٥ أي بأقل من سنة من تاريخ وفاته .

Among Sarton's first graduates (1942) in the history of science, incidentally, was a Muslim (Aydin M. Sayili for many years a leading historian of science in Turkey, University of Ankara, and who during his student years published the interesting controversial article "Was Ibn Sina an Iranian or a Turk", *Isis*, 31, 1939, 8-24). It seems important here to note also that Sarton was granted an honorary membership in the Turkish Society of the History of Medicine (Istanbul 1954).

posthumously. The remaining volumes never saw the light.[19]

Sarton and the Arabic Language

One of the most useful tools upon which Sarton was always able to lean, was the fact that he was a distinguished linguist. He was brought up to be trilingual, speaking French, Flemish, and German interchangeably. In addition, he knew Dutch, Greek, Hebrew, Latin, Italian, Spanish, Portuguese, Swedish and a little Chinese and Turkish. Most of his publications were in English. He stated: "My exploration of the Middle Ages obliged me to study Arabic and much else".

Sarton realized that he could never give a true picture of the Middle Ages, "where he lived through his investigations, for years" without mastering the language of the *Qur'ān* for the sake of understanding Islamic civilization.[20] This objective and most convincing justification, strangely enough, was bitterly frowned upon and rejected by many of his Western colleagues. They considered it not only a diversion from the main stream of universal civilization and progressive science but also a waste of precious time which could have been spent more usefully on something far better. They never forgave him "this unorthodoxy" in modern thinking especially when he praised the great achievements of the Islamic period. For this "offense", Sarton paid highly. He lost the sincere friendship of many, while others, secretly, stood vehemently against him and attempted in vain to frustrate his plans and endeavors.

Professor Conant put it this way: "when Sarton put aside his study of Leonardo da Vinci and undertook to master Arabic and focussed his attention on the medieval period, on an aspect of the history of science which had but little relevance to us in the mid-twentieth century, (he) lost their (his friends) support and encouragement... Unfortunately, he, as a result, did not win support from his colleagues at Harvard".[21] He was unable to do more because he was not sufficiently supported in this country. In addition he was unappreciated by British humanists and the younger generation of historians of science and technology. For all practical purposes, he was left alone.[22] Sarton indeed felt at the end of his career as if he were a missionary or a leader whose mission and

19. Sarton viewed the progress of science in relation to general ancient cultural development, outside the political and economic aspects, and in which modern thought is rooted. (See Sarton's *Ancient Science and Modern Civilization*, New York, Harper Torchbooks, 1959). The new development was the aftermath of an earlier plan to write in thirty volumes the history of science from the Greek period up to 1900 (*Introduction*, 1:3, 34). Henry Sigerist had a similar ambition regarding the history of medicine alone, but from Ancient Egypt and Mesopotamia, in ten volumes. Only two were published.

20. Cohen, "George Sarton", *Isis*, 48 (1957), 295-96; and Singer, *Ibid.*, p. 308.

21. James B. Conant, "George Sarton and Harvard University", *Ibid.*, pp. 301-305.

22. Sarton, *The Life of Science*, Conway Zirkle ed. (Bloomington, Indiana University Press, 1960), p. 169.

in January of 1921.[15]

Sarton tells how his friend Aldo Mieli offered him a home at Chianciano, near Siena in Italy, and how he was tempted to accept this generous offer in early 1915 when at the last minute he decided otherwise. It is hard to guess what might have happened had Sarton chosen Italy as his refuge instead of the U. S. But we can be fairly certain that with the coming of the Fascists to power there, his creative work would have been tragically interrupted again. In the U.S., despite many disappointments, within few years his position was secure at Harvard and with the Carnegie Institution.[16]

Volume one of the *Introduction* (1927) took nine years of preparation and covered a two millennia period, "a kind of wager, the very idea of it", Sarton wrote, "causes me to shudder".[17] By September 1930, Sarton had completed the final draft for the second volume (in two parts).Publication was completed by July 1931, after thirteen years of preparations while volume three (also in two parts) took twenty-seven for completion. In them he used both analytical and synthetic investigation. His intention was to enable scholars to know as exactly as possible the state of knowledge at the time for each topic. The work contained the first tolerably complete account of medieval science and technology, integrating eastern and western cumulative knowledge into a single synthesis.

By the end of 1947, 103 numbers of *Isis* (in 35 volumes) had already appeared plus 67 critical bibliographies and seven volumes of *Osiris*. With irony Sarton explained, "If I were to attempt volume four this would take ten to fifteen years (or more). This would be tempting Providence". Indeed he died in less than nine years from the time of his writing that statement. He therefore preferred to devote "the rest of his life to shorter (and smaller) undertakings". He thought of smaller books carrying his investigations of the late medieval period into the Renaissance and the early modern periods. But even here, and at his advanced age he reiterated, "I was determined to examine everything with my own eyes", to secure accuracy and veracity.[18]

The crown of Sarton's old age was his *History of Science*, in a series of which only one volume, on *Ancient Science through the Golden Age of Greece* appeared during his lifetime (1952, second printing in 1959 at Harvard and Oxford Universities presses). The second volume, 300 B.C. to A.D. 529 appeared

15. May Sarton, *Phoenix*, pp. 79-82. On returning to Belgium in 1919, the trunk containing the notes was dug up by a distant relative. These notes provided for the start and smooth progress of Sarton's work on the *Introduction's* first volume.

16. G. Sarton, *Introduction*, 1: 44.

17. *Ibid.*, 3:3-4.

18. *Ibid.*, 3:4-5. On another occasion Sarton explained how he had to give up on the *Introduction*. He reasoned thatVolume Four would require not fifteen additional years, but probably as many as twenty five, "and I have not that much credit in the bank of life" he apologetically explained.

Another dream of Sarton's was fulfilled in January 1924 when the "History of Science Society" in the U.S. was incorporated. Two years later, *Isis* became its official organ. Although from its incorporation the Society supported *Isis*, the fact remains that for the best part of forty years, Sarton continued to pay a good portion of its operational and publication costs out of his own pocket. In 1952, after his retirement from Harvard, he relinquished this responsibility, and the editorship of *Isis* passed to other hands. But it never again reflected the same spirit it had once enjoyed under Sarton's fatherly devotion.

It should be explained here that the completion of the exhaustive five-volume *Introduction*[12] constituted only the first part of Sarton's larger and more ambitious project of a history of science to the end of the nineteenth century. But the data and preparations needed for continuation were so tremendous that he had to stop at the fifteenth century – they could not have been completed in one person's lifetime at the same level of scholarship and perfection. The project as envisaged would have been impossible as the sole effort of one person. Admittedly, it would have required a team or even generations of scholars with varied talents and academic qualifications. Sarton himself wrote: "It is already clear that I shall not be able to carry my investigation down to the twentieth century". It is hard to explain the scope of his scholarly research. Consideration of their apparatus as of January 1931, for example, will be illuminating. He had consulted some 3100 books; 4000 booklets, monographs and reprints, and about 41,000 bibliography cards. By 1947 "the arsenal" had grown into 3460 books, 13,500 pamphlets, and 80,000 cards and other documents.[13] Add to these the availability of the Harvard libraries. As it was, Sarton accomplished an enormous intellectual feat with disciplined erudition – a task to which he devoted the best years of his life. His hard "labor of love", vigorously promoted and increased interest in areas that had been disasterously neglected. And for the periods he covered, this was the first survey of human civilization to be published as completely and accurately as humanly possible.[14]

Sarton began to collect data for his *Introduction* as early as his days in Wondelgem (near Ghent) in 1912. But, as in the case of *Isis* a year later, his work was interrupted by the war. Fortunately the notes that he had hid in a metal trunk in the garden before abandoning his native land were recovered intact almost five years later. Thus he was able to resume his work on the *Introduction*

12. G. Sarton, "The History of Science in the Carnegie Institution", *Osiris*, 9 (1950), 624-38; and "Reminiscences of a Pioneer", *Ibid*, 11 (1954), 108-118.

13. Sarton, *Introduction*, 3:29.

14. *Ibid.*, 1:33; and "Islamic Science", *Near Eastern Culture and Society*", edited by T. Cuyler Young, 1951, pp. 83-98. But he kept pushing for perfecting the field he pioneered (See his "The Teaching and Study of the History of Science at the University of California", *Isis*, 20 (1933), 6-14.

To begin with, we are told that in the spring of 1912 Sarton wrote letters to scholars and friends all over the world announcing the birth of *Isis*. In addition, he published a fifty page pamphlet to introduce formally its objectives and scope. On arriving as a refugee in the United States, Sarton turned down a position as a librarian at Rice Institute, though he needed a job very badly, because that Institute's administration was unable to accept the responsibility of supporting *Isis*, to which he had determined to devote his life's intellectual energy.[9]

Surely for *Isis*, as well as for its editor-in-chief, it was not all smooth sailing, but like the ancient Egyptian goddess after whom the *Revue* was named, it had its own afflictions and trials. It, nevertheless, continued to deliver its message loud and clear despite frustrations. However its publication was halted twice: first, during World War I, when it stopped from July 1914 to August 1919, and also during World War II, in 1940 when no. 2 of vol. 32, scheduled for July 1940 was published January 1947.

During the First World War in 1914, Sarton was obliged to abandon temporarily his scholarly activities at Wondelgem, Belgium. Hiding his notes in the garden of their residence there, he had to flee with his family via the Netherlands to England, finally arriving as a refugee at New York City in April of 1915. He hoped to establish himself in America and find sponsors for his ambitious dream of writing a history of science.

In his newly adopted country, Sarton taught at the universities of Illinois, George Washington, and Columbia for short intervals as temporary measures, then at Harvard more or less from 1919 until his retirement in 1951 (he was appointed a full professor at Harvard in 1940, and continued his residence at Cambridge, Mass. until his death on March 22, 1956).[10]

To him the most appreciated appointment was that of Research Associate (1919-1949) by the President of the Carnegie Institution of Washington which culminated in the publication of the five-volume *Introduction*. Meanwhile Sarton spent good portions of 1919, 1921-1922 and 1931-1932 abroad (primarily in European countries and in the Middle East. At the latter he improved his Arabic).[11]

9. May Sarton, *Phoenix*, pp. 65-69.

10. President of Harvard University, L. J. Henderson, made arrangements by which Sarton would teach a course at the University in exchange for a research office at Widener Library. His home was thus rooted in the Cambridge, Mass, area by the Charles river until death. *Ibid*., p. 96.

11. G. Sarton, *Introduction*, 2: The Preface; and *Isis*, 20 (1933), p. 448. During his stay in Beirut, Sarton delivered two lectures in English on the history of science in Syria and Palestine. He prepared Arabic summaries published in *al-Kulliyah*, 18 (1932), 270-74 and 366-73, (they appeared also in a 14-page pamphlet, Beirut, 1932). A third lecture, delivered March 16, 1932 at the Islamic Society جمعية المقاصد الخيرية الاسلامية was translated into Arabic by Mashnuq عبدالله مشنوق (he gave a similar lecture in Jerusalem as well). These were probably the first of their kind presented in modern Near Eastern countries.

this union, one surviving child, May, was born in 1912. A boy, Hugh Alfred, was born in 1917, but died in infancy. In the same year the international periodical for the history of science, *Isis*, was founded (the first issue of vol. 1 appeared in March 1913).

Of his wife, a faithful companion and a great inspiration to him in all his endeavors, Sarton jokingly referred to as "the mother of those strange (innocent) twins, May and *Isis*". Mrs. Sarton through thick and thin provided encouragement, inspiration and friendship to her husband until her death in 1950. It was then evident that a part of his own life had been extinguished, "for the house has lost its heart".[6]

Isis and the Introduction

The two ventures that meant so much to Sarton and were a great source of satisfaction to him in their realization and execution were the publication and enthusiastic reception of *Isis*, and the *Introduction*. To them he devoted the best part of his life's energies, and because of them he is best remembered. From the beginning, Sarton planned that the two publications would "go forward hand-in-hand". It was intended that *Isis* contain articles dealing with the general historical aspects of science and culture, the findings of research, news items, queries and answers, book reviews and systematic critical bibliographies.[7] The latter added new spirit, dimension and organization to this entirely new academic discipline which he worked so hard to establish, and of which he became the outstanding pioneer. So it was, that before his passing from the scene, the subject of the history of science had become firmly established as a permanent feature of the academic landscape, not only in the New World but in many countries of the Old as well.[8]

6. Sarton sold his father's wine cellar to buy (in early 1912) a quiet lovely home at Wondelgem, three miles outside Ghent, where May was born. Of the sale of her father's inheritance she later wrote, "Instead of turning water into wine, the magic had turned wine into strawberry beds, orchards, oaks and a green lawn... It was part of that faraway paradise before the war". *The New Yorker*, Jan. 23, 1954, "Wondelgem the house in the country", pp. 32-35. Of her mother she described how through life's disappointments and childhood loneliness, the tall, slim Mrs. Mabel Sarton developed rich qualities to face realities with courage and determination — values that helped to enrich the work of her husband, *Phoenix* pp. 25-38.

7. Dorothy Stimson, "Sarton and the history of Science Society", *Isis*, 48 (1957), 283-84; Cohen, "George Sarton", *Ibid.*, pp. 291-97; and Sarton, "Introduction to the History and Philosophy of Science", *Ibid.*, 4 (1921), pp. 23-31.

8. At Sarton's birth (1884), the history of science was a subject almost unheard of in the universities of the U. S. and European countries. By his death (1956), it had become one of the most prestigious disciplines at undergraduate and graduate levels. His encyclopedic range of writings paved the way for fresh and fertile investigations. See Sarton, "The Teaching of the History of Science", *Scientific Monthly*, 7 (Sept., 1918), 193-211; and *Isis*, 4 (1921), 225-49.

George Alfred Léon Sarton was born at Ghent-Flanders, Belgium on August 31st 1884, in a Flemish, non-conformist Roman Catholic family. His mother died when he was only a few months old, and the lot for taking care of his subsistence and education fell to his father—a prominent official engineer inchief for the state railroad. The relationship between father and son "was helplessly impersonal". Enduring harshness from the father and rudeness from the maid, loneliness haunted his boyhood memories, and he was eventually sent to a boarding school.

He reacted by turning to practical jokes, dramatic actions and vanity, while developing a compassion for the weak and oppressed. Of these days he would reminisce by repeating the phrase "in my father's house". (His daughter later wrote an article and a book under the same title).

At the age of sixteen, Sarton graduated from the equivalent of high school in Belgium and entered the university. At the age of twenty-one he decided to take some post-graduate scientific courses "to get into closer touch with life".[4]

The outstanding talents of his genius were soon nationally recognized, especially when in 1908 he was awarded a gold medal in chemistry from four of his country's most famous universities. Although his father died a year later, young Sarton continued his studies, graduating from the University of Ghent in 1911, with a doctoral degree in mathematics and celestial mechanics.

It was during that same year that Sarton decided upon his life's work. He stated "soon after I had obtained my doctor's degree, the purpose of my life was determined... to explain the development of science across the ages and around the earth, the growth of man's knowledge of nature and of himself". He planned to attain his objectives by two means:

I. The creation of an international journal devoted to the history and philosophy of science and its cultural influences. This aim found its gratification in *Isis*, "Revue consacrée à l'histoire et à l'organisation de la science".

II. The composition of a manual with bibliographical data to record and document the main facts of scientific history and facilitate future studies saw its partial fulfillment in the *Introduction* which he first visualized to extend from the Greek miracle to A.D. 1900, to be completed in about ten years, and to be contained in three volumes.[5]

Shortly after his graduation, Sarton married the former (Eleanor) Mabel Gervase Elwes, an English artist, interior decorator, portrait and miniature painter and designer, and the daughter of an adventurous civil engineer. Of

4. May Sarton, *I Knew A Phoenix, Sketches for an Autobiography*, (New York, Rinehart & Co., 1959) pp. 14-15, 40.

5. I. Bernard Cohen, "George Sarton", *Isis*, 48 (1957), 286-300; and Sarton's *Introduction*, 3:3.

could be collected. "One day", I told myself, "I will write about the debt we owe this man." Early in 1977, George Sarton's *Introduction to the History of Science* put out by the Robert E. Krieger Publishers arrived in my office for review in this *Journal.* My first reaction was to send it to a more qualified colleague to do the job. But I was faced with the problem of packing, handling and shipping via registered mail, a rather big package, and at a time when no money had been alloted to me for such expenses. Shortly thereafter, the idea flashed through my mind that I should personally undertake the task, considering it an opportunity not only to review the works but to fulfill my long-awaited opportunity to give the credit due this man.

In the present paper I will not therefore write a book review in the traditional sense of the term, though I will also fulfill that aspect. Rather I will attempt to evaluate Sarton's connections and contribution to the understanding and appreciation of "Arabic Science".[2]

The Life of George Sarton

It would not have been necessary to rewrite a biography of George Sarton, for the American public nor for that matter for most European countries, since in addition to a partial autobiography, much biographical information by more qualified scholars than I are available. But in Asia and in Africa, where this *Journal* has its widest distribution and appeal, the situation is not the same.[3] In Arabic and Islamic countries in particular, Sarton is much loved and respected, but very little known or understood. Invariably, I found the same difficulty regarding my past association with the Smithsonian Institution. While there is no problem in the New World, Europe or Japan, one has to provide a considerable amount of explanation and identification to those in the Middle East and North Africa who have hardly read or heard of the Smithsonian, its organization and function. So it is in the case of Sarton's biography. Notwithstanding, I will be very brief, attempting only to underscore the importance and extent of his interest in the intellectual productivity of medieval Islam and the major events that reshaped his life-style, motivations and direction in evaluating the Arabic-Islamic contribution to science and technology.

2. This essay is to honor Sarton's memory, and to express gratitude for his influence in directing my path in choosing the history of science as career. See Sarton's "Arabic Scientific Literature", in *Goldziher Memor.*, vol. 1, 1948, pp. 55-72; and "Oriente y occidente en la historia de la ciencia", *Al-Andalus*, 2 (1934), 261-97.

3. Over thirty books, introductions and articles have already been written on the life and contributions of Sarton.Besides works cited in these bibliographic footnotes,see for example May Sarton's series of essays in *The New Yorker*, 29 (1954), Jan. 9, pp. 29-31; Jan. 23, pp. 32-35; April 3, pp. 29-33; August 28, pp. 24-29; and Sept. 11, pp. 110-119; Dorothy Stimson (editor), *Sarton on the History of Science* (Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1962), introduction; Paul Van Oye, *George Sarton, de Mens en Zijn Werk*,(Brussels, pal. der Academia Press, 1965); and Charles and Dorothy Singer,"George Sarton and the History of Science", *Isis*, 48 (1957), 306-13.

Sarton (1884-1956) and the Arabic-Islamic Legacy

Sami Hamarneh*

This article is prepared as a detailed book review of George Sarton's *Introduction to the History of Science*, which consists of three volumes in five parts, printed in 1975 through a special arrangement with Robert E. Krieger Publishing Co. of Huntington, New York, for $175.00 the set.

Volume I (from Homer to Omar Khayyam, xi + 839 pp.), the original edition of which was printed in 1927, was reprinted in 1945, 1950, 1953 and 1968. *Volume II* comes in two parts (from Rabbi Ben Ezra to Roger Bacon, xxxv+xvi+1255 pp.), the original edition of which was printed in 1931, was reprinted in 1950, 1953 and 1963. *Volume III* also in two parts (on science and learning in the fourteenth century, xxxv+xi+2155 pp.), the original edition of which was printed in 1947-1948, was reprinted in 1953. Copyright for the original edition published by Williams & Wilkins, Baltimore, Md., 1927-1948 was secured by the Carnegie Institution of Washington as publication No. 376.

I became acquainted with this work in the fall of 1956, immediately after I had chosen history of science (medico-pharmaceutical sciences) as my field of academic activity. From that time on, this work became an indispensable source of reference for all my research into the Arabic-Islamic, as well as the classical and Latin cultures. I have repeatedly cited it in most of my books and articles since that date. But unfortunately I never met the author in person, for Sarton had died at Cambridge, Mass., (U.S.A.) March 22, 1956. Learning of his death late that year, I felt that someone very dear to me had passed away. I felt as did a neighbor, whose expression May Sarton captured in the following verse:

I did not know your father, but
His light was there. I missed the light.[1]

Before completing my academic preparations in the summer of 1959, I read a major part of his writings, especially those related to medieval Islam and the transmission of Arabic learning to the West. Since the early 1960s, a file in my research archives was set aside for George Sarton where scattered data

* Research on this paper has been conducted under the auspices of the Smithsonian Institution (NMHT), Washington, D.C. 20560.

1. May Sarton, "A Celebration", *Isis*, 48 (1957), 285, composed on the first Christmas (1956) after her father's death.

free thought with Marxism, like Ghālī Shukrī.[41] However, Mūsā was a free thinker who wanted to apply the concept of evolution to the interests of Egyptian society as opposed to Eastern traditions and religions.

Thus, in this historical exposition of scientific naturalism we notice that the Syrian Protestant College was one of the main sources which provided the Arab reader with the scientific doctrines of the nineteenth century; and that its lecturers and graduates were the pioneers who introduced Western science into the Arab world. Perhaps the Syrian writers who settled in Egypt exerted some influence on Egyptian thinkers through their periodicals, such as *Al-Muqtaṭaf* and *Al-Hilāl*. Jurjī Zaydān, the editor of *Al-Hilāl*, assigned a section to "Scientific News" in 1894-5, two years after the appearance of the periodical. However, it is interesting to find that the majority of the writers tried, in one way or another, to compromise between the Western sciences, on the one hand, and religions and traditions on the other; and that they were coping with the progress of scientific thought in the West, though none of them can be considered a scientist or a naturalist in the strictest sense of the term.

41. Ghālī Shukrī, *Salāmā Mūsā wa Azmat aḍ-Ḍamīr al-ʿArabī* (Sidon, al-Maktaba al-ʿAṣriyya, 1965).

views were based largely on the attitudes of English and American writers towards religious issues. My preliminary observations of al-ᶜAqqād allow me to suggest that this writer was, more or less, a theologian of the modern school. Both al-Afghānī and Muḥammad ᶜAbduh have reasonably been characterized as such.[37]

Al-ᶜAqqād's tendency to rational philosophy appeared in his book entitled: *Al-Tafkīr Farīḍa Islāmiyya* (Rationalism is an Islamic Ordinance) in which he exhibited the attitude of Islam towards modern thought by stressing the significance of mind and the consistency of Islam with modern sciences, something which readily reminds us of Muḥammad ᶜAbduh's work, *Al-Islām wa'l-Niṣrāniyya maᶜal-ᶜIlm w'al-Madaniyya*[38] (The Attitude of Islam and Christianity towards Science and Civilisation).

Ismāᶜīl Maẓhar's interest in the scientific theory of evolution appeared in his book *Aṣl al-Anwāᶜ*, a translation of Darwin's work: *The Origin of Species*. As a result of nearly seven years labour, Maẓhar was able to publish the first five chapters of the work in 1918. He added four more chapters to the second edition of the translation in 1928. The full translation of the *Origin* appeared in 1964. Maẓhar adopted Darwin's theory and defended it against Shiblī Shumayyil's materialism and Afghānī's obscurantism. Darwinism, to Maẓhar, was consistent with sound reason and religion. Therefore, he tried to compromise between scientific thought and Islam. With regard to education Maẓhar was an Islamic modernist who appreciated Western progress in science and demanded that the Egyptians assimilate it.

The third writer was Salāma Mūsā who claimed, in his work *Naẓariyat al-Taṭawwur wa Aṣl al-Insān* (The Theory of Evolution and the Origin of Man) which appeared in 1928, that there had been no original Arabic exposition of the evolution theory, except what had been presented by Shumayyil in the *Muqtaṭaf*. Neither the writer nor his work have been treated by the European authors whose interest is the secular literature of the Arab world, except for the English translation of his autobiography.[39] Arab authors who have recently dealt with the writer and his works are of two kinds: first, those who admire his labours on personal grounds such as Maḥmud al-Sharqāwī[40]; secondly, those who try to associate his

37. Al-ᶜAqqād's admiration of the two thinkers is seen in his work entitled: *ᶜAbqariyyu al-Iṣlāḥ w'al. Taᶜlīm al-Imām Muḥammad ᶜAbduh* (Beirut: Dār al-Kitāb al-ᶜArabi, 1971).

38. This work consists of many articles which originally appeared in the *Manār*, an Egyptian review which presented the views of the Islamic modernists, as a retort to Faraḥ Anṭūn's treatment of the Arab philosopher Averroes which appeared in the latter's own periodical *Al-Jāmiᶜa*, which often exhibited Western ideas. I take the opportunity here to acknowledge my debt to Professor Albert Hourani, who recommended the translation of ᶜAbduh's book on which I am working now, in addition to some of Anṭūn's articles which initiated the conflict between the two writers.

39. *The Education of Salāma Mūsā*, L. O. Schuman, (Leiden, E.J. Brill, 1961) is a translation of Salāma Musa's autobiography: *Tarbiyat Sālāma Mūsā* (Cairo, 1st. edition, 1947).

40. Maḥmūd al-Sharqāwī, *Salāmā Mūsā, al-Mufakkir wa'l Insān* (Beirut, Dar al-ᶜIlm lil-Malayīn, 1965).

appreciated by Renan, as seen in the latter's words :

> La liberté de sa pensée, son noble et loyal caractère me faisaient croire, pendant que je m'entretenais avec lui, que j'avais devant moi, à l'état de ressuscité, quelqu'une de mes anciennes connaissances, Avicenne, Averroès, ou tel autre de ces grands infidèles qui ont représenté pendant cinq siècles la tradition de l'esprit humain.[33]

It was in 1885 that al-Afghānī was invited to London by the government through Wilfrid Scawen Blunt to discuss the political future of Egypt and Sudan. The negotiations came to nothing. Blunt in his books: *The Secret History of the British Occupation of Egypt* (1923) and *My Diaries* (1932) gave an account of Afghānī's activities and involvement at the time concerned. The political activism of both al-Afghānī and ᶜAbduh has been recently investigated by Professor Elie Kedourie, who establishes Renan's portrayal of Afghānī's heretical tendencies.[34]

He was described as the only philosopher of the nineteenth century in the Arab world. According to Zirkilī, Afghānī was a learned man who knew many languages. Perhaps there is some exaggeration in this picture of the man, because Afghānī was distinguished by wandering and exile, and his contribution to knowledge was small, apart from the fact that most of his writings dealt with the reform of the Islamic world on political grounds. His treatise: *Ar-Radd ᶜAlā ad-Dahriyīn*,[35] in which he refuted naturalism and materialism, was considered the most significant product of his philosophic cast of mind.

ᶜAbbās Maḥmūd al-ᶜAqqād, Ismāᶦīl Maẓhar, and Salāma Mūsā

In the early decades of the twentieth century three distinguished Egyptian writers were attracted to scientific naturalism, in particular the theory of evolution. Al-ᶜAqqād, the most celebrated among the three, was involved in the study of the conflict between science and religion concerning the issues of faith, creation, immortality, and man's place in nature.[36] His philosophical arguments and

33. Ernest Renan, "l'Islamisme et la Science", *Oeuvres Complètes de Ernest Renan* (Paris, 1947) vol. i., p. 961. This lecture appeared in the *Journal des Débats* on the 30th of March, 1883, a day after its delivery at the Sorbonne. Afghānī's reply appeared in the same journal on the 18th of May, 1883, and his attitude towards religions was appreciated by Renan in the latter's rejoinder the next day.

34. Elie Kedourie, *Afghānī and ᶜAbduh, An Essay on Religious Unbelief and Political Activism in Modern Islam* (London: Frank Cass and Co., 1966).

35. This book was originally written in Persian and translated by Muḥammad ᶜAbduh into Arabic. Its Arabic version was translated into French by A.M. Goichon in 1942. An English translation appeared in Nikki R. Keddie's work: *An Islamic Response to Imperialism* (Berkeley and Los Angeles University of California Press, 1968). The book has been treated by many authors, but none has discussed the validity of its historical allegations, which seem to me false and ambiguous.

36. Al-ᶜAqqād's religious views appear in his books: *ᶜAqāᶦid al-Mufakkirīn fī al-Qarn al-ᶜIshrīn* (Philosophers' Beliefs in the 20th Century) (Beirut: Dār al-Kitāb al-ᶜArabī, 3rd edition, 1969); and *Al-Insān fīᶦl Qurᶦān* (Man in the Quran) (Beirut, Dār al-Kitāb al-ᶜArabi, 2nd edition, 1969).

(The Modes of Egyptian Hearts in the Joys of Contemporary Arts). The former dealt with his view of social and intellectual life in Paris; the latter examined the significance of reason and science in Europe. Paraphrasing Ṭahṭāwī's ideas about science and religion, Professor Hourani says:

> Egypt must adopt the modern sciences and the innovations to which they would lead, and she could do so without danger to her religion. For the sciences now spreading in Europe had once been Islamic sciences; Europe had taken them from the Arabs, and in taking them back Egypt would only be claiming what was her own.[31]

It seems Ṭahṭāwī's attempt to find a compromise between the modern sciences and Islam was the first to appear in Egypt in the middle of the century. Ṭahṭāwī was compelled by the Khedive ᶜAbbās to leave for the Sudan where he remained from 1850 to 1854. In the days of Khedive Ismā'īl, al-Ṭahṭāwī proved to be an educational authority through his contributions to official reviews and his editorship of some classical works. He died in 1873.

Jamāl al-Dīn al-Afghānī

Although Jamāl ad-Dīn al-Afghānī was not an Arab, he will be included in this study for two reasons: his contributions to Arabic literature which tackled the controversy over scientific naturalism, and his influence on the Azhar graduates by introducing rational philosophy into Islamic law.

Al-Afghānī[32] was born in Asadābād, Iran, in 1838. He went to Kabul where he studied theology, but his interests were philosophy and science, particularly mathematics, as Khayr ad-Dīn Zirkilī says. His first political attempt to maintain a high position in Afghanistan ended in failure. Therefore, he went to Constantinople, passing through Egypt in 1870. After less than two years, he was deported by the Ottoman authorities because of a lecture in favour of philosophy. Finding every welcome and a proper environment for his ambitions in Cairo, he remained there for nearly eight years till he was expelled by Khedive Tawfīq in 1879 because of his involvement in the political life of the country in the name of religious reform, and his influence on the public by his contributions and through his disciples to the local journals which had already been founded by his encouragement. His relationship with Muḥammad ᶜAbduh, the most outstanding figure among his disciples, reached its apex in this period and culminated in a combined effort in Paris, where they issued an Arabic periodical called *Al-ᶜUrwa al-Wuthqa* (the Indissoluble Link) in 1884.

Afghānī's controversy with Ernest Renan about the attitude of Islam towards science occurred during his stay in Paris in 1883. His scepticism was

31. Ibid., p. 81.

32. This biographical sketch is based on Zirkilī's biographical dictionary: *Al-Aᶜlām*, *op. cit.*; *The Encyclopaedia of Islam*, *op. cit.*; *Al-Hilāl* (1896-7) vol. v., pp. 562-571, and others.

Fatimids who occupied Egypt in 972. It flourished as a mosque and an educational centre in the days of al-Malik al-Ẓāhir Baybars in the thirteenth century. It was given attention neither in the days of Bonaparte's expedition, nor in the days of Muḥammad ᶜAlī, for it was difficult to find a compromise between Western thought and Azhar teaching at that period. In the early decades of the nineteenth century Muḥammad ᶜAlī sent Rifāᶜa al-Ṭahṭāwī with a military mission to Paris. In the 1840s and 1850s, al-Ṭahṭāwī, a graduate of the Azhar, turned out to be a radical thinker, as we shall see.

The significance of the Azhar as an institution lies in the many nationalities of the students who attended the religious studies. A list of these nationalities has been given by J. Jomier in the *Encyclopaedia of Islam*. The curriculum of the Azhar was devoted to theology, *Ḥadīth* (Tradition), *Fiqh* (Islamic Law), philology jurisprudence, rhetoric, and grammar. J. Jomier pointed out that the Azhar at the beginning of the nineteenth century, "could well have been called a religious university".[29] But reforms appeared in the second half of the century at the instigation of Muḥammad ᶜAbduh who became a lecturer at the Azhar after his graduation in 1877. Even before ᶜAbduh's attempts, *Dār al-ᶜUlūm* (the House of Sciences) was founded in 1873 to provide the graduates with the knowledge of modern subjects which had begun to be taught in schools. In 1896, an administrative committee was appointed with Muḥammad ᶜAbduh at the head to insert reforms. The committee made some reforms in the curriculum and in the methods of examinations. On the curriculum were subjects such as algebra, arithmetic, and geography. In 1908, three standards of study, primary, secondary, and higher, appeared in the Azhar. In the same year, the free University of Cairo on the western model came into being.

However, the Azhar University provided the country with school teachers and the *ᶜUlamā'* (the Muslim clergy) for religious instruction in mosques and higher institutions as well as for jurisprudence.

Advocates of Scientific Naturalism in Egypt

Rifāᶜa al-Ṭahṭāwī was the first scholar who spoke of the European modern sciences in Egypt in the 1840s. He was educated in the Azhar and was sent to Paris where he became acquainted with the writings of Voltaire, Rousseau, and Montesquieu. When he returned to Cairo, he became the head of a school of languages and, afterwards, the editor of an official newspaper called *Al-Waqā'iᶜ al-Miṣriyya* (Egyptian Events). He translated about twenty books from French into Arabic.[30]

Ṭahṭāwī's modern thought was displayed in his books: *Takhlīṣ al-Ibrīz ila Talkhīṣ Parīz* and *Manāhij al-Albāb al-Miṣriyya fī Mabāhij al-Ādāb al-ᶜAṣriyya*

29. Ibid., p. 817.

30. For Ṭahṭāwī's translations, see Albert Hourani, *op. cit*; *p*. 71.

century and later attributed its movement towards a modern outlook to Khedive Isma'īl, without excluding Muḥammad ᶜAlī's efforts.[25] Lord Cromer ascribed the intellectual awakening of Egypt to the British occupation and appreciated Muḥammad ᶜAlī's evaluation of the European mind. Commenting on the mentality of the educational authority, Yaᶜqūb Artīn Pāsha, in the earlier years of the British occupation of Egypt, Lord Cromer said that the Pasha held that:

> Sciences cannot be learnt save in those languages which possess a scientific literature and vocabulary. Yet the Pasha, under the influence of prejudices which his powers of reasoning were too feeble to stem, declared that a science which could not be taught in Arabic, should not be taught at all.[26]

Perhaps the passage demonstrates Lord Cromer's own prejudices more than those of the Pasha, for Lord Cromer's plan to educate the Egyptians was based on Thomas Patrick Hughes' concept of the educational system of Islam which the former quoted as :

> The chief aim and object of education in Islam is to obtain a knowledge of the religion of Mohammad, and anything beyond this is considered superfluous and even dangerous.[27]

Therefore, it was reasonable for Lord Cromer to keep the educational system of the Azhar untouched, and to begin the reform in elementary schools. However, he found that Islam was an obstacle to the introduction of Western science, basing his conclusion on the lamentable position of women and the indifference to their learning. Such a conclusion is a tenable one. In fact, Lord Cromer's attempts in the 1890s to introduce secular subjects in schools bore no fruit till the early decades of the twentieth century.

Perhaps an idea about the Azhar, as the highest Islamic academy, and its graduates, who played their part in introducing scientific thought and secular reform, will show us another portrait of the scientific impact by Muslim thinkers, such as Rifāᶜa al-Ṭahṭāwī, Jamāl al-Dīn al-Afghānī, Muḥammad ᶜAbduh, and others, in Egypt.

Al-Azhar

The Azhar[28] was a mosque built by Jawhar al-Kātib as-Ṣiqlibī of the

25. In his book entitled *The Awakening of Modern Egypt* (1947) , M. Rifāᶜat Bey wrote that in 1868 "Arithmetic appeared for the first time as a subject to be learnt with the Koran in elementary schools" and that Sanieh, Khedive Isma'il's third wife, opened the first school for girls in Egypt in 1873. See page 123 and after.

26. Lord Cromer, *Modern Egypt* (London, Macmillan, 1911), p. 876.

27. Ibid., p. 878; quoted from T. P. Hughes's *Dictionary of Islam* (London, W. H. Allen and Co., 1895), p. 166.

28. My account of the Azhar is based mainly on information given in *The Encyclopaedia of Islam* edited by B. Lewis, Ch. Pellat, and J. Schacht (Leiden, E. J. Brill, New Edition, 1960) vol. i., pp. 813-821.

article entitled "The History of *Al-Muqtaṭaf*"[22] in 1896. Yaᶜqūb Ṣarrūf said that he and Fāris Nimr were tutors at the Syrian Protestant College when they first thought of the inception of a periodical. Ṣarrūf was teaching mathematics and natural history, while Nimr was teaching astronomy and Latin. He added that Cornelius Van Dyck, who was previously their teacher, encouraged them and suggested the name of the periodical. The author pointed to the great help and encouragement offered by the lecturers and the college.

The aims of the review were discussed in a preliminary advertisement and in the introduction to the first issue, which were quoted by the author. He pointed out that the main aim was to serve the country by providing it with knowledge of scientific and industrial progress in the developed countries. He stressed that the periodical had nothing to do with religious and political affairs, except when they were associated with science. But the periodical came into conflict with the Jesuits in its early years of publication.

Shiblī Shumayyil was born in Kafar Shīma, a village in Lebanon, in 1853. He was a physician and a graduate of the Syrian College. He spent a year in France and settled in Cairo, where he practised his profession. He was the editor of a journal called *Al-Shifā'* (Remedy) from 1886 to 1891. His several articles on Western thought, particularly the theory of evolution, appeared in many periodicals in both Syria and Egypt. They were published in a book entitled *Falsafatu al-Nushū' w'al-'Irtiqā'* (The Philosophy of Evolution and Progress) which was edited by him and financed by the Syrians who suggested the idea and supported it, as he himself mentioned in the *Majmūᶜat Dr. Shiblī Shumayyil*[23] (Collected Writings of Dr. Shibli Shumayyil). He translated, with adaptation, Ludwig Büchner's elucidation of Darwinism. He edited, with commentaries and explanations, two medical works: the Arabic version of the tracts of Epicurus and Avicenna's verse.[24] His philosophical tendencies, which appeared in his arguments on scientific naturalism, were entirely materialistic. In fact, he was the only writer who publicly dared to explain the materialistic point of view in the Arab world at a time when none had the courage even to allude to it. Although he was not a poet, he used to write verses in support of his views because poetry was looked upon as superior to prose as well as being an impressive literary form. For him, science was a religion.

Western Scientific Thought in Egypt

The majority of the historians who wrote about Egypt in the nineteenth

22. Yaᶜqūb Ṣarrūf, "The History of *Al-Muqtaṭaf*", *Al-Muqtaṭaf* (1896), vol. xx., pp. 321-328.

23. Shibli Shumayyil, *op. cit.*, vol. ii., p. E.

24. The titles of these works have not been properly given by Zirkilī, and they are not available: see Zirkilī, *Al-Aᶜlām*, *op. cit.*, vol. iii., p. 227.

Ṣarrūf were forced to resign by the Board of Trustees because they were involved in Lewis's affair.[19] In the 1890's, both writers were granted the degree of doctor of philosophy by the American college of Beirut. He joined Ṣarrūf in the translation of *Siyar al-Abṭāl w'al-ᶜUẓamā'* (Biographies of Heroes and Great Men), and of *Mashāhīr al-ᶜUlamā'* (Famous Scientists). He was, like Ṣarrūf, an advocate of natural theology. He rejected the materialist philosophy, as revealed in his articles.[20] He was the co-editor of the *Muqtaṭaf* from 1876, the date of its appearance, till 1889 when he became the sole editor of the *Muqaṭṭam* newspaper.

The *Muqtaṭaf* was a monthly review with twenty-four pages when it first appeared, but much increased later. It was concerned with Western ideas and beliefs, particularly those related to science and its philosophy. Contributors to this periodical were famous intellectuals, poets, and men of science. It was the first periodical to introduce scientific naturalism to the Arab world and freely discuss it. Speaking of its role, Shiblī Shumayyil pointed out that:

> *Al-Muqtaṭaf* was the first Arabic periodical which mentioned Pasteur's doctrine of germs in Arabic in about 1879. It was the oldest scientific magazine in Arabic and, moreover, the only scientific one in the East up to this date (1882).[21]

A list of selected titles may show us the interests of this periodical: the Philosophy of Evolution, Theories of Evolution, the Origin of the Idea of God, Life and Mind, Materialists and Spiritualists, Life and Nature, the Corruption of the Materialistic Philosophy, and so on.

Yaᶜqūb Ṣarrūf and Fāris Nimr were the editors of the periodical from 1876 to 1889. Afterwards, Ṣarrūf became its only editor until his death in 1927. Fu'ād Ṣarrūf, the late Ṣarrūf's nephew, became the editor from 1927 to 1944 and it continued to appear until 1952. The periodical was provided with an index of three volumes with the financial help of the American University of Beirut and other sources in the 1960's. This index distinguishes the periodical from other Arabic publications of the period.

Information about the *Muqtaṭaf* was related by the editor himself in an

19. The "Lewis affair" was a controversy over Darwinism between the lecturers of the Syrian Protestant College. It was in 1882 that Edwin Lewis, a professor of chemistry and geology at the college, delivered an address which turned out to be in favour of Darwinism. The incident led to a conflict in words as well actions. The conflict of words resulted in a student riot and the resignation of the Van Dycks, Cornelius and William, John Wortabet, and Edwin Lewis. For the conflict see *Al-Muqtaṭaf*, "Darwinism" (1882) vol. vii., pp. 2-6; pp. 65-73; pp. 121-127; Edwin Lewis, "Knowledge, Science, and Wisdom", vol. vii., pp. 158-167; James Dennis's communication, pp. 233-237; Lewis's rejoinder, pp. 287-290; and a letter by Yūsuf Ḥā'ik, pp. 290-292. See also *Al-Hilāl* (1924-5) vol. xxxiii., Nos. 1-6.

20. For instance, see Nimr's article: "The Corruption of the Materialistic Philosophy", *Al-Muqtaṭaf* (1883) vol. vii., pp. 606-612.

21. Shiblī Shumayyil, *Falsafat an-Nushū' w'al 'Irtiqā'* (Cairo, Al-Muqtaṭaf Press, 1910), p. 23; the translations are mine.

> lecturer in Zoology at the Protestant College of Beyrout. The letter showed that the street dogs of Beyrout had been rapidly mongrelised by introduced European dogs, and the facts have an interesting bearing on my father's theory of sexual selection.[17]

In his article, Ṣarrūf remarked that a letter dated 3rd April was received by W. Van Dyck assuring him of the significance of his paper and showing Darwin's anxiety to have it published. It is interesting to note that, at this period, there were scholars within Syria who were playing an important role in some of the latest investigations in scientific naturalism. Perhaps it is more interesting to find that when W. Van Dyck was corresponding with Darwin in his last days, Yaᶜqūb Ṣarrūf was reporting the communication in his periodical. This is, I believe, the first time that this correspondence has been discussed.

Yaᶜqūb Ṣarrūf was born in Al-Ḥadath near Beirut in 1852. He was a Christian Arab who graduated from the Syrian Protestant College in 1870. He taught in schools of Sidon, Tripoli, and Beirut in his early career. He was distinguished in mathematics, philosophy, and literature. In 1876, he and Fāris Nimr founded the periodical *Al-Muqtaṭaf* which became one of the most well-known Arabic journals of the time. Apart from being a tutor at the Syrian college, Ṣarrūf's work as an editor for more than forty years was incredibly immense. He was also a co-editor of the *Muqaṭṭam* newspaper in Cairo in 1889.

He wrote many books of which the following were famous: *Sir al-Najāḥ* (Secret of Success), a translation of Samuel Smile's book, *Self Help*; *Waṣā'iṭ ᶜIlm al-Falak* (Means of Astronomy); *Al-Ḥikma al-'Ilāhiyya* (Divine Wisdom); and *Al-Ḥarb al-Muqaddasah* (Holy War). Ṣarrūf's many articles on natural history revealed his interest in this subject and in philosophy as well. He was a tutor of natural history and mathematics at the Syrian Protestant College. He was described by many authors, particularly Khalīl Thābit,[18] as an investigator and scholar who added to the richness of Arabic a vocabulary of scientific terms which he himself created or dug up from the old treasures of the language.

Fāris Nimr was born at Ḥaṣbayya, Lebanon, in 1856. When his father was killed in the civil war between the Christians and the Druze in 1860, he was taken to Jerusalem and Beirut where he attended English schools. He graduated from the Syrian College in 1874. Afterwards, he was appointed as an assistant to Cornelius Van Dyck in the observatory and later as a tutor in astronomy. Most English translations which belonged to the *Muqtaṭaf* were made by both Nimr and Ṣarrūf. Nimr also translated a book in meteorology entitled *Al-Ẓawāhir al-Jawwiyya* (Meteorological Phenomena) in 1876. Both Nimr and

17. Francis Darwin, *op. cit.*, p. 252.

18. For Thābit's words see Khayr ad-Dīn Zirkilī's biographical dictionary: *Al-Aᶜlām* (Cairo: 1954-1959), vol. ix., p. 226.

George Antonius's attitude to Van Dyck is a very sympathetic one. For him, Van Dyck "of all the foreigners who came to work in Syria in the nineteenth century, he entered more intimately into the life of the people than any other. So far as the power of example went, his was probably the most valuable and effective single influence ever exerted by a foreigner in the cultural development of the country".[12] Perhaps Van Dyck's integration is most apparent in his attitude towards two incidents: first, in favour of the Arabic language in the discussion over changing the medium of teaching from Arabic to English at the Syrian Protestant College in the academic year 1879; secondly, in favour of the Arab students who were dismissed because they took side with their teacher Edwin Lewis in his conflict with the Board of the College on Darwinism. Perhaps Van Dyck preferred Arabic to English because of his remarkable mastery of the language compared to that of his colleagues who stressed English as the language of instruction. Referring to Van Dyck's acquisition of Arabic, Professor Tibawi points out: "After nearly thirty years in Syria, he had acquired a remarkable facility in spoken and written Arabic".[13] At this time Van Dyck put out the book entitled: *'Uṣūl al-Kīmyā'* (Principles of Chemistry) mentioned above. Five years later, he published two textbooks: the first was on astronomy entitled *'Uṣūl ᶜIlm al-Hay'a* (Principles of Astronomy), and the second on diagnosis called *Al-Tashkhīs al-Ṭabīᶜi* (Physical Diagnosis).

According to Albert Hourani's point of view, Van Dyck "provided the Syrian College with many textbooks explaining the modern sciences in clear and correct Arabic".[14] Professor Hourani has given attention to Van Dyck's Arabic language, not to his scientific books and their interests. Van Dyck died in Beirut in 1895 after spending nearly half a century in Syria. His son, William Van Dyck, was also a lecturer in zoology at the Syrian college. His paper on the street dogs of Beirut was prefaced by Charles Darwin himself and was read at the London Zoological Society on 18th April, 1882, a day before Darwin's death.[15]

In his article on "Charles Darwin"[16] which appeared in the *Muqtaṭaf* in 1882, Yaᶜqūb Ṣarrūf pointed out that perhaps Darwin's reading of William Van Dyck's paper on the mongrelisation of dogs in Beirut was his last scientific investigation. *The Life and Letters of Charles Darwin*, which was published by Francis Darwin five years later, confirmed Ṣarrūf's expectations. Francis Darwin remarked that:

> In April (1882), he (Darwin) received a letter from Dr. W. Van Dyck,

12. George Antonius, *op., cit.*, p. 48.
13. A.L. Tibawi, *American Interests in Syria*, *op. cit.*, p. 185.
14. Albert Hourani, *Arabic Thought in the Liberal Age* 1798-1939 (Oxford, O.U.P., 1970), p. 223.
15. Francis Darwin, *The Life and Letters of Charles Darwin* (London: John Murray, 1887), vol. iii, pp. 252-253.
16. Yaᶜqūb Ṣarrūf, "Charles Darwin", *Al-Muqtaṭaf*, (1882), vol. vii, pp. 2-6.

world with scientific doctrine through its teaching staff and graduates. Moreover, the majority of the contributors to scientific literature were Christians whose mastery of foreign languages enabled them to read the American and European scientific theories of the nineteenth century in their original languages.

The Jesuit College

The Jesuit school at Ghazīr, near Beirut, which was established by the Catholic mission in 1844, was the most important among the many institutions which were scattered all over Syria. It was a secondary school which attained a high standard in teaching modern languages such as French, English, and Italian, besides some secular subjects. This school was transferred to Beirut and became the Jesuit College in 1875. The college had a missionary character and taught all subjects in French. Afterwards, the Department of Arabic was founded with a first class staff containing brilliant orientalists and native men of letters, only to challenge the Protestant college. Its printing press represented the Catholic antagonism towards the Protestants as appeared in the publication of religious polemics in the *Bashīr*, a sectarian periodical.

In 1883, the departments of medicine and pharmacy were opened, and annual financial aid was credited to them by the French Ministry of Education. In 1913, the departments of law and engineering were founded with the help of the French University of Lyon. Other departments, like dentistry, appeared later. The valuable production of its printing press began in the early twentieth century when it was engaged in the publication of literary and scientific works.[10]

Thus the two university colleges, their presses, their various trends, the controversies conducted by their professors and graduates in terms of revealed religion and scientific doctrines remind us of the conflict between science and theology within the Universities of Oxford and Cambridge.

Advocates of Scientific Naturalism in Syria

Biographical sketches of the contributors, Westerners as well as Arabs, who were involved in the impact of scientific naturalism in Syria may show us how far these writers were associated with the movement.

Cornelius Van Dyck was born in Kinderhook, New York State, in 1818. He studied medicine in Philadelphia and came to Beirut in 1840. After acquiring a working knowledge of Arabic in Beirut, he was sent to Sidon in order to establish a missionary station "with jurisdiction over Ḥasbayya and vicinity".[11]

10. Philip K. Hitti points out that, "Alongside the faculties of philosophy and theology, there grew at the beginning of the twentieth century a faculty of Oriental studies which amassed one of the richest collections of literary material and engaged in research and publication on a scale and according to a scholarly level unknown in the Orient". Philip K. Hitti, *op. cit.*, p. 453.

11. A.L. Tibawi, *American Interests in Syria 1800-1901*, *op. cit.*, p. 130.

> and open the door for giving to the Arab race the treasures of literature, science, art, and religion, which are stored in the European languages, and help repay the East for its contributions to the revival of letters in Europe in centuries past.[8]

Thus, introduction of Western science, as one of the main aims of the college, manifested itself in the impact of scientific naturalism which began at this college and spread all over the Arab countries.

On the curriculum of the college were secular subjects such as mathematics, natural history, physics, physiology, anatomy, chemistry, and astronomy, as well as modern languages, English and French, and Arabic language and literature. Books on secular subjects appeared in the first few years following the opening of the college. For instance, in 1869 Cornelius Van Dyck published '*Uṣūl al-Kīmyā*' (Principles of Chemistry), George Post published two books, the first on natural history, entitled: *Kitāb Niẓām al-Ḥalaqāt fī Silsilat Dhawāt al-Fiqarāt* (Hierarchical System in the Chain of the Vertebrates) in 1869, and the second was in botany, entitled: *Mabādi' ᶜIlm an-Nabāt* (Principles of Botany) in 1871. A book on natural history anonymously appeared in 1873. It was entitled: *Al-ᶜArūs al-Badīᶜa fī ᶜIlm al-Ṭabīᶜa* (The Dream Bride in Natural Science). It has been suggested by Professor Tibawi that this book was written by Asᶜad Shadūdī, the native tutor of mathematics at the time, for the second work available on naturalism was, Tibawi argues, written by Ellen Jackson and published in 1881.[9] Perhaps it needs more investigation to judge whether the book was really written by Shadūdī or by Edwin Lewis, who was later involved in a debate on Darwinism. Shadūdī was teaching mathematics, and there is no evidence for his interest in natural history. Yaᶜqūb Ṣarrūf was a tutor of natural history at the college, and his contribution to the spread of natural sciences was invaluable. In 1874, Daniel Bliss produced a book on rational philosophy entitled: *Al-Durūs al-Awwaliyya fi'l-Falsafa al-ᶜAqliyya* (Primary Lessons in Rational Philosophy).

In his article on the history of the college, mentioned above, Ṣarrūf pointed to the scientific contributions of these lecturers, particularly their scientific collections. He asserted that Edwin Lewis's collection of fossils and shells was so famous that it was recommended by German scholars to the men leading research in geology at the time (1870s). George Post's collection of Syrian plants, he added, was very notable. Moreover, there was a good collection of materials for the study of natural history.

A close examination of the writings on scientific naturalism shows that the college was one of the most important sources for providing the Arab

8. Quoted in A. L. Tibawi, *American Interests in Syria 1800-1901* (Oxford: Clarendon Press, 1966), p. 168.

9. Ibid., p. 185.

It seems that the contributions of the Syrian Scientific Society were directed toward political reform more than literary or scientific advancement, because none of the historians, Antonius, Hitti, Tibawi, or Albert Hourani, have indicated whether there were scientific contributions or not. All that they stressed in their writings about these societies is the initiation of national thought.

For the purpose of tracing the development of scientific literature in Syria, it is worth knowing about its original sources: the Syrian Protestant College which was run by Americans, and the Jesuit college which pertained to the French mission.

The Syrian Protestant College

The history of the College appeared in the *Muqtaṭaf*[6] in 1878. Doubtless, the author was Yaʿqūb Ṣarrūf, the co-editor of the periodical. Ṣarrūf stated that the notion of founding a college for higher studies similar to those in Europe was Daniel Bliss's. It was at the annual meeting of the American mission which was held in Beirut in 1862 that a decision was taken to locate that college. Bliss was sent to America to make arrangements, and to seek financial contributions for the establishment of this institution. He also went to England to explain his religious project and look for help. However, the project became a reality within four years and the Syrian Protestant College was opened on the third of December, 1866, to receive only sixteen students as both Antonius and Tibawi asserted, while Ṣarrūf stated that there were nearly twenty, of whom only four completed the four year course. None of the authors refer to the names or the achievements of the earliest graduates.

The college taught medicine in 1867. It was staffed mostly by missionaries such as Dr. Cornelius Van Dyck, Dr. John Wortabet, Dr. George Post, Edwin Lewis, and others. Biographical notes for some of these men who participated in the exposition of scientific naturalism will be given later. Although the college was apparently liberal, its principal aims were the spread of Protestant teachings and the training of future preachers.[7] Other objectives can be seen in a letter dated 1863 and quoted by Professor Tibawi, in which Henry Jessup, later a lecturer at the college, wrote that the college:

> will train up authors and teachers in their rich and eloquent language,

6. For information on the Syrian Protestant College see *Al-Muqtaṭaf* (1878) vol. iii., pp. 113-115; (1885) vol. ix., pp. 633 - 636; and (1904) vol. xxix, pp. 866-869.

7. The aims of the college can be seen in the *Reminiscences* of Daniel Bliss, its President from 1866 to 1902, who remarked that: "This College is for all conditions and classes of men without regard to colour, nationality, race or religion. A man white, black or yellow; Christian, Jew, Muhammedan or heathen, may enter and enjoy all the advantages of this institution for three, four or eight years; and go out believing in one God, in many Gods, or in no God. But it will be impossible for any one to continue with us long without knowing what we believe to be the truth and our reason for that belief". Quoted in Philip K. Hitti, *op. cit.*, p. 454.

scientific thought of the West in the second half of the nineteenth century, and which we have called Scientific Naturalism in this study. Objectively speaking, this scientific movement can be fairly attributed to the combined efforts of the foreign missionaries as well as the native contributors, Christian and Muslim. Perhaps there will be no reason for a controversy over the claim that foreign missionaries, particularly the Protestants, were the precursors who introduced scientific literature through the Christian natives to readers of Arabic in the second half of the nineteenth century. An account of the scientific activities of the missionaries and their institutions will allow this claim to be assessed.

As a result of the early activities in the 1850's, two societies appeared: The Oriental Society, which was founded by the Jesuit mission in 1850; and the Syrian Scientific Society which was established by the Protestant mission in 1857. Their predecessor was the Society of Arts and Sciences, which was proposed by two men of letters, Buṭrus al-Bustānī and Naṣīf al-Yāzijī, who were considered as the founders of the literary movement in the nineteenth century. This, the earliest society in Syria, was founded in 1847 and only Christian Arabs and aliens could become members. It lasted five years, and its literary activities appeared in a volume edited by Buṭrus al-Bustānī, the secretary of the society.

The Oriental Society also consisted of native Christians and foreigners. The members used to read papers on different subjects in their meetings. It disappeared before the Syrian Scientific Society came into being. This scientific society has been given much importance by historians, perhaps for two reasons: first, it contained a large number of aliens, Christians, and Muslims; secondly, it embraced the most distinguished men of letters and thinkers of the period in Syria, Egypt, and Turkey. It aimed at the revival of the historic activity of the Arabs in the sciences and the arts, and at the study of their contributions by the young in their schools. Although its activities ceased for a period, particularly during the civil war of 1860 and after, it was re-established in 1868 and had official recognition. Its first president was the Druze Amīr Muḥammad Arslān and the second was Ḥusayn Bayhūm who was a high official and a man of letters whose contribution to literature was small.

There is a controversy over the importance of this society in the writings of George Antonius[3] and A. L. Tibawi.[4] Philip K. Hitti says that this society published papers and articles written by the members on literature, science, industry, and agriculture in a monthly pamphlet entitled *Majmūʿat al-ʿUlūm*.[5]

3. George Antonius, *The Arab Awakening* (London, Hamish Hamilton, 1st ed., 1938), p. 42.

4. A.L. Tibawi says that: "The late George Antonius greatly dramatized and exaggerated the significance of the recitation at one of the society's meetings of the ode ascribed to Ibrāhīm al-Yāzijī as well as to an unnamed Muslim shaikh, beginning 'Awake ye Arabs and recover' "; *A Modern History of Syria* (Edinburgh, R. & R. Clark Ltd., 1969), p. 161.

5. Philip K. Hitti, *Lebanon in History* (New York, St. Martin Press, 1957), p. 461.

The Appearance of Scientific Naturalism in Syria and Egypt

A. M. Hassani*

It was not only in Britain that traditional thought came into conflict with "scientific naturalism"[1] in the second half of the nineteenth century; it did so also in Syria and Egypt. Themes of conflict were the problems of providence, creation, immortality, the origin of man, and his nature, as expounded by the disputant doctrines. These themes are being investigated in research on British and Arab writers which is being conducted at the Victorian Studies Centre, Leicester University.

In order to understand the impact of scientific naturalism in Syria and Egypt from the second half of the nineteenth century to 1930, it is necessary to know something of its historical background. The sources of this scientific movement will be traced in the Western institutions such as the Syrian Protestant College and the Jesuit college in Syria.[2] The Westerners who introduced European scientific thought into Syria and Egypt will be included, for two reasons: first, because of their own contributions to Arabic periodicals, and secondly, because of their important role in dominating the views of some Arab writers who took part in the conflict. Therefore, it will be relevant to offer brief biographical sketches of these Westerners as well as the native writers. Moreover, information on the periodicals in which the literature of scientific naturalism first appeared is indispensable.

Before speaking of the development of this scientific movement, I would like to differentiate between the Literary Movement and Scientific Literature in this study. The former deals with the revival of interest in the Arabic language and classical literature which is attributed to the earlier generations of nineteenth-century writers. The founders of this revival is a matter of controversy. By the Scientific Literature we mean publications which utilized the

* Victorian Studies Centre, Leicester University, Leicester, England.

1. By "Scientific Naturalism" I mean the literature of scientists, positivists, free thinkers, and theologians who participated in a debate on the life-sciences.The term is significant because it includes almost all competing schools of thought in the second half of the nineteenth century and after. Secularism and free thought are not precise terms, and in any case, they often tend to refer solely to the application of the scientific movement to education and politics, which are not our concern here. Moreover,"Scientific Naturalism" is best suited to the contribution of Arab writers because there were no scientists, naturalists, Positivists, or Utilitarians in the strict sense at the time concerned.

2. The term "Syria" in this study signifies the historical entity of the present states of Syria, Lebanon, Palestine, and Jordan whose separation began in the early decades of the twentieth century.

وأبين كيف نستخرج ذلك على أي بسيط أردنا[9] وعلى أن تكون زاوية ترتيبه[10] أي زاوية شئنا وضلعه القائم[11] أي خط شئنا وأي قطعة شئنا من القطع إن أحببنا مما يلي رأسه أو[12] أحببنا من وسطه ويكون بعدها من رأسه أي بعد شئنا ، فيظهر بذلك [كيف] نستخرج في الصفيحة القطع المكافىء. ولولا أن يطول الكتاب ويختلط به ما ليس منه لذكرت ذلك في هذا الموضع ولكني أذكره[13] في موضعه إن شاء الله .

I,12 (*fols*. 101*b*-105*a*):

كتاب المراءى لاوقليدس

Euclid's Book on Mirrors

This has been known to exist only in a medieval Latin translation which Björnbo and Vogl have edited and analyzed. The work is not by Euclid (to whom reference is made in the text) but is a late compilation of material ultimately deriving from Euclid's *Catoptrics*, which is not extant in its original form.[14] It should not be confused with the pseudo-Euclidean *Catoptrics* which survives in Greek. The Arabic manuscript lacks the diagrams, and part of the text at the top outer edges of fols. 104a-b and 105a has been obliterated.

Fol. 106a in our Codex is thus numbered on top and bottom of the page, but the number on top has been crossed out. The next folio begins with separate pagination. Fol. 106b shows an astronomical table which is not clearly readable in the microfilm.

II

The first page in this second part of the Codex bears the number 279, the older number of this part before it was joined to the preceding materials under the new number (Or. 152). Fols. 1b-25b contain astronomical tables from the *Zīj* of Ulugh Beg. Astrological tables occupy fols. 26b-27a, and fol. 27b exhibits a table for crescent visibility from the Īlkhānī *Zīj*. Fols. 28a-50a contain an assortment of astrological tables which, it seems, have been taken from various sources. Thus the materials in this second part do not seem to be as important as those in Part I. The astrological tables may turn out to be of special interest, but this has yet to be determined.

9. وأبين كيف ... أردنا: (ساقط من طبعة حيدر آباد)
10. وعلى أن تكون زاوية ترتيبه: وعلى أي قطر أردنا وتكون زاوية ترتيبه
11. وضلعه القائم: وضلعه القائم على
12. أو: وإن
13. ولكني أذكره: ولكنا ذكرناه

14. Cf. [Pseudo-] Euclides, *De speculis*, in Axel Anthon Björnbo und Sebastian Vogl, "Alkindi, Tideus und Pseudo-Euklid: Drei optische Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften* XXVI.3 (1912), 97-120. See also Sebastian Vogl, "Über die (Pseudo-)Euklidische Schrift '*De speculis*'," *Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik*, 1 (1900), 419-35

I.9 (*fols.* 81*b*-89*b*):

هذا كتاب الدواليب والأرحا والدواير المتحركة [من تلقاء] ذاتها
A Book on Automatic Wheels, Mills and Discs

This anonymous treatise describes sixteen water-lifting devices. Unfortunately the diagrams are lacking, but, unlike the case of the *Book of Secrets*, the text is almost all readable.

I.10 (*fols.* 91*b*-97*b*):

A copy of Ibn al-Haytham's treatise "On Paraboloidal Burning Mirrors" (*al-Marāya 'l-muḥriqa bi'l-quṭūᶜ*). Neither the title nor the author's name is indicated. For references to the Arabic text, a medieval Latin version and modern European translations, see the article "Ibn al-Haytham" in *Dictionary of Scientific Biography*, VI (1972), p. 206, no. III 19.

I.11 (*fols.* 97*b*-100a):

كلام في توطئة مقدمات لعمل القطوع على سطح ما بطريق صناعي
"A Discourse in Which Premises Are Laid Down for the Construction of [Conic] Sections on a Surface by Mechanical Means"

As in the case of the treatise *On Paraboloidal Burning Mirrors* the author's name is missing. But there is a good reason for ascribing this "Discourse" too to Ibn al-Haytham. In the treatise *On Paraboloidal Burning Mirrors* Ibn al-Haytham refers to the possibility of drawing the conic sections by mechanical means (*bi-ṭarīq al-āla*). He claims to possess a method for doing this, but rather than digress into a different subject he prefers to expound his method in another treatise. It is reasonable to assume that the present "Discourse" is at least part of that promised treatise which the copyist of our manuscript found attached to the treatise *On Paraboloidal Mirrors*. I quote here the relevant passage from the latter work (fols. 95b-96a). The variant readings are those of the Hyderabad edition (in *Majmūᶜ Rasā'il Ibn al-Haytham*, 1357 h., Risāla no. 3, p. 11). It will be observed that while the latter refers to a previously completed work on the construction of conic sections, our manuscript speaks of a treatise yet to be written on this subject.

أما كيف يستخرج القطع المكافىء وغيره من القطوع بطريق الآلة فقد ذكره جماعة من المهندسين وإن كانوا لم يستخرجوه على حقيقته . وأنا أبين في مقالة أذكر فيها[8] استخراج جميع القطوع بطريق الآلة كيف نستخرج أي قطع شئنا على حقيقته التي لا يمكن أن يخرج إلى المادة أصح منها كوجود الدائرة بالبركار وإن كان ذلك بفضل مشقة،

8. وأنا أبين في مقالة أذكر فيها : وقد بينا نحن في مقالة نذكر فيها

headed by a similarly short *bāb* attributed to Ibn al-Ṣaffār, it seems probable that all were selected from writings by this mathematician. The last two *bābs* (I.4 and I.5) present calculations made at Cordova, the city where Ibn al-Ṣaffār worked before retiring to Denia.

I.4 (*fol.* 48*b*):

ارتفاع الشمس عند حلولها رءوس البروج بقرطبة
"Altitude of the Sun as It Enters the Signs
(as seen) from Cordova"

I.5 (*fol.* 48*b*):

باب في معرفة سمت القبلة [بمدي]نة قرطبة
A Chapter on the Determination of the Qibla
at the City of Cordova

I.6 (*fols.* 49*b*-70*b*):

كتاب استخراج مقادير القسي الواقعة على ظهر الكرة
A Book on the Determination of the
Arcs on the Surface of a Sphere

The author is "*al-faqīh, al-qāḍī*, Abū ᶜAbdallāh Muḥammad ibn Muᶜādh". Another copy of this work is at the Escorial Library; see Michael Casiri, *Bibliotheca arabico-hispana escurialensis* (Madrid, 1760), vol. I, no. 955, p. 382; also H. Derenbourg and H.-P.-J. Renaud, *Les manuscrits arabes de l'Escurial* (Paris, 1940), vol. II, fasc. 3, no. 960, p. 94.

I.7 (*fols.* 71*a*-80*a*):

Another work by Ibn Muᶜādh on the astrological subject of projection of rays. There is no title and the author's name is given as *al-faqīh, al-qāḍī*, Abū Bakr [not Abū ᶜAbdallāh] Muḥammad ibn Muᶜādh. No other copies of this work are recorded elsewhere. The colophon (fol. 80a) reads:

تمت الرسالة بحمد الله وعونه بمدينة طليطلة / في العشر الوسط من شهر مارس من عام ثلاثة / وثلاث ماية
والف لتاريخ الصفر ولواهب / العقل الحمد بلا غاية والشكر بلا نهاية

"The treatise was completed at the city of Toledo in the middle decade of March, 1303 of the Ṣufr era..."

That is to say, the treatise was copied just about fourteen and a half months before the *Book of Secrets*.

I.8 (*fol.* 81*a*):

Half a page of incomprehensible writing.

Who is this Ibn Khalaf al-Murādī? Though the recognizable *nisba* "al-Murādī" ultimately relates him to the ancient Arab tribe of Madhḥij (of which Murād was a sub-tribe), it does not take *us* very far. Ṣāᶜid (d. 1070) mentions several Andalusian scholars by the name of Ibn Khalaf. One of these deserves special attention. He is Abu'l-Ḥasan ᶜAbd al-Raḥmān ibn Khalaf ibn ᶜAsākir, a younger contemporary of Ṣāᶜid who studied medicine under Abū ᶜUthmān Saᶜīd ibn Muḥammad ibn Baghūnsh, and who also worked on geometry and logic.[5] Ṣāᶜid adds that Abu'l-Ḥasan "was skillful with his hands and inventive in (various) kinds of subtle constructions and crafts."[6]

وهو مع ذلك صنع اليدين متصرف في ضروب من الأعمال اللطيفة والصناعات

Ṣāᶜid concludes with the apologetic statement that had Abu'l-Ḥasan been helped by luck and circumstances he would have achieved a high rank in philosophy. The word "philosophy" need not be taken here in an exclusively theoretical sense. The mechanical models or problems in the *Book of Secrets* are described as "philosophical". (Remember also al-Khāzinī's famous *Mīzān al-ḥikma*' the "Balance of Wisdom", or perhaps better, the *Philosophical Balance*). Though the evidence is not conclusive we have here a plausible candidate for the authorship of the *Book of Secrets*.

I.2 (*fols*. 47*a-b*):

باب في عمل بلاطة يعرف بها ساعات النهار على الحقيقة لابن الصفار

"A Chapter on the Construction of a Horizontal Sundial for the Determination of True Daylight Hours, by Ibn al-Ṣaffār"

The author must be the well-known mathematician and astronomer Abu'l-Qāsim Aḥmad ibn ᶜAbdallāh ibn ᶜUmar ibn al-Ṣaffār, who flourished at Cordova and in later life settled in Denia, where he died in 1035. He wrote a treatise on the astrolabe which was translated into Latin and Hebrew.[7]

I.3 (*fols*. 47b-48*a*):

باب في معرفة خط نصف النهار

A Chapter on the Determination of the Solar Meridian

This and the next two *bābs* are anonymous. Since, however, they are

5. See *Ṭabaqāt al-umam*, ed. L. Cheikho, S.J.,(Beirut, 1912), pp. 58-86. Ibn Khalaf's *nisba* in Ibn Abī Uṣaybiᶜa is al-Dārimī, not al-Murādī (*Ṭabaqāt al-aṭibba'*, ed. A. Müller, Cairo, 1882), vol. II, p. 50. This would relate Ibn Khalaf to a different Arab tribe, that of Dārim, a branch of Tamīm. But the words *murād* and *dārim* are graphically similar, and either of them could have been mistaken for the other by a scribe.

According to *Ṣāᶜid*, Ibn Baghūnsh (or Ibn al-Baghūnsh) died on 1 Rajab 444, or 27 October 1052 (*Ṭabaqāt al-umam, ed. cit.*, p. 83, also Ibn Abī *Uṣaybiᶜa*, *Ṭabaqāt al-aṭibbā', ed. cit.*, II, pp. 48-49).

6. Ṣāᶜid, *op. cit.*, p.. 86.

7. On Ibn al-Ṣaffār see H.Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber*, etc.(Leipzig, 1900), p. 86, no. 196; "Nachträge und Berichtigungen zu 'Die Mathematiker...'" *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 14 (1902), p. 169; F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* V (Leiden, 1974) pp. 356-357.

[بسم الله الرحمن الرحيم] والحمد لله وحده وبه استعين

كتاب الاسرار

[في نتايج ا] لافكار

[... ن ؟] بن خلف المرادي الى بعض اخوانه واصفيايه من لله يا اخي بتقواه ووفقك الى مايحبه ويرضاه لما رايت علم الهندسة قد دثر واثره قد غبر فكري واخليت سري في اشكال فيلسوفية [اخر]جتها من العدم الى الوجود ومن الخمول الى الصعود بعضها بعضاً مفسرة ابوابها مرسومة اشكالها ويسهل عمله على الصانع اللبيب وهي احد وثلثون [الز]يــغ والتحريف والخطا والتصحيف منها خمسة اشكال نية وعشرون شكلا منها ليعرف بها الساعات الكواكب العلوية ومنها اربعة اشكال [...] غريبة [شـ]كلين وضعهما غيري ممن تقدم ففسرتهما وركبت [...] فلتنظرها يا اخي نظر عالم ماهر وتدبرها تدبير [...] فانك ترى عجايب افعالها وغوامض اسرارها واسال الله ان يوفقنا [واياك] الى طاعته ومرضاته وان يقينا واياك من الدهر ما نحزره ونخشاه من [...] والسلام عليك مني يا اخي ورحمة الله وبركاته

والحمد لله وحده وبه استعين

...ات الاسرار والافكار

[...] خلف المراد في الى بعض اخوانه واصحابه من
[...]له ذا الحجى بتقواه ووفقنا الى ما يحبه ويرضاه
لما رايت علم الهندسة قد درس واثره قد عفي
[...]كر في واختلطت يده في اشكال فلسفية
[...] من العدم الى الوجود ومن الخمول الى الظهور
[...]بعضا معتبرة ابوابها مرسومة اشكالها
[...] يسهل عملها على الصانع اللبيب وهي احد وثلاثون
[...]بع والتربيع والمخطا والتضعيف منها خمسة اشكال
[...]ثنية وعشرون شكلا منها العرف بها الساعات
[...]كراك العلوية ومنها اربعة اشغال كريمة غريبة
[...]كل منها ضمنا عبي في من تعزم بعشرتها وركبت
[...]تركيبه لزوم فلينظر بما انا اجتهد به عالم ماهر وقد بينتها تبيين
[...] فانظرها في كتابه ابعدها وغوامض اسرارها فاسأل الله ان يوفقنا
[ل]طاعته ومرضاته وان ينفعنا واياكم من الرحمة بحرمته وفضله عن
[...]ابة والسلام عليكم من ناسخه ورحمة الله وبركاته

الشكل الاول

[...] تريد ان تعمل شكلا مثمنا في وسطه خاتم مثمن وفي وسط الخاتم انبوب
[...]في اخر تمتد ثمانية الشكل صنروند وبابه يقابل الانبوب وخلف كل باب
جارية وعلى اربع ثمنيات من الخاصة اربع غزلان وقوف وفي تثليث ثمنيات
من الخاصة اربع غزلان وقوف ثلث حيات كامنات وفي وسط الانبوب
اسود كامن وذلك الانبوب منه يصعد الماء الى الخاصة د فليكن

having observed that the science of geometry (*ᶜilm al-handasa*: applied geometry?) had ceased to exist (in his time), he determined to remedy the situation by devoting his thoughts to the discovery of "philosophical models" (*ashkāl faylasūfiyya*) which were to be supplied with explanations and diagrams, so that an able craftsman would have no difficulty in constructing them. The models numbered thirty-one, of which two had been discovered by someone else and the author only explained them.

The author ends by urging his friend to study these models carefully for their wonderful operations, and finally concludes with the usual ceremonial greetings. That much at least is clearly comprehensible from what is left of the text on this badly mutilated page. Now the first line in this paragraph reads: " ... Ibn Khalaf al-Murādī to one of his intimate friends from." An obvious reconstruction of the whole line is "Wrote [*kataba*] ... ibn Khalaf al-Murādī to one of his intimate friends from," which implies that "Ibn Khalaf al-Murādī" is the latter part of the author's name. We must therefore take issue with Hill's conjectured attribution of the *Book of Secrets* to Ibn Muᶜādh al-Jayyānī. Hill seems to have overlooked the name Ibn Khalaf, and his conjecture is largely based on the observation that the same Codex contains two works by Ibn Muᶜādh. A transcription of this first paragraph is on the next page.

has 50 folios which are all written in a *naskhī* hand. The following is a description of the contents of these two parts.

I

*I.*1 (*fols.* 1*b*-48*b*):

كتاب الأسرار في نتائج الأفكار

"The Book of Secrets on the Results of Thoughts"

This is a substantial work on mechanical devices which Casiri's 1760 catalogue describes as anonymous, and which has been analyzed in part by Dr. D. Hill in the first issue of this *Journal.*[3] The title has been partly obliterated on fol. 1b but is repeated in full in the colophon on fol. 48b. The colophon is misplaced, however. We learn from the introduction to the *Book of Secrets* (fol. 1b) that it consists of 31 problems or models (*ashkāl*). Now the text of Problem 31 (concerned with the construction of a universal sundial) begins on fol. 45a and ends on fol. 46a; the diagram (*ṣūra*) associated with it occupies fol. 46b. This is then followed by four short chapters (*bābs*) as detailed below. The colophon for the *Book of Secrets* comes after the end of the fourth chapter. But since the first of these chapters is explicitly ascribed to Ibn al-Ṣaffār (see below), we have to assume that all four chapters are extraneous to the *Book of Secrets.*

The colophon reads:

تم كتاب الاسرار في تتايج الأفكار وذلك / في العشر الاخر من مايه من عام اربعة وثلث ماية والف / الصفر واقعة من العربي حادي وعشرين من شهر شعبان / المكرم من عام اربعة وستين وستماية والحمد لله رب العلمين

"Ends the Book of Secrets on the Results of Thoughts, and that was in the last decade of May, 1304, in the Ṣufr era, which coincides with the Arabic date of 21 Sha^{c}bān 644, God be praised".

The Spanish era referred to by the Arabs of Muslim Spain as *ta'rīkh al-ṣufr* is defined by the equation: Spanish era 1 = − 37 January 1 = Julian day 1707, 544. 21 Sha^{c}bān 664 corresponds to 28 May 1266.[4]

Who is the author of the *Book of Secrets*? The introductory paragraph which occupies the larger part of fol. 1b is written in the traditional form of a letter addressed to a friend whom the author calls *akhī* (my brother, or my friend) three times. After the usual well-wishing, the author goes on to say that,

3. See Donald R. Hill, "A Treatise on Machines by Ibn Mu^{c}ādh Abū ^{c}Abd Allāh al-Jayyānī", in this *Journal*, 1 (1977), 33-46.

4. On the Ṣufr (aszofar, cofra, etc.) era, see O. Neugebauer, *The Astronomical Tables of al-Khwārizmī* (Hist. Filos. Skr. Dan. Vid. Selsk. 4, no. 2 (1962), Copenhagen, 1962), p. 242, and esp. p. 82; H. Suter, *Die astronomischen Tafeln des Muḥammed ibn Mūsā Al-Khwārizmī*, etc. (Copenhagen, 1914), p. 241, and esp. pp. 35-36; R. Dozy, *Supplément aux Dictionnaires arabes*, I (Leiden, 1881), p. 836.

A Note on

Codex Biblioteca Medicea-Laurenziana Or. 152

A. I. Sabra*

In 1967 I published an article in which I argued for Ibn Muᶜādh's authorship of a work on dawn and twilight which until then had been widely attributed to the eleventh-century mathematician al-Ḥasan ibn al-Haytham.[1] In a short footnote (added in proof) I noted the existence of two treatises by Ibn Muᶜādh in a Codex at the Biblioteca Medicea-Laurenziana in Florence, and expressed the hope to publish a description of this Codex in the future. The present note is a somewhat belated fulfillment of that promise. As well as drawing attention to the important and mostly unique items in this Codex, I shall have occasion to correct a mistaken attribution to Ibn Muᶜādh of an extensive work on mechanical devices which it includes.

The Ibn Muᶜādh in question is Abū ᶜAbdallāh Muḥammad ibn Muᶜādh al-Jayyānī, a jurisconsult (*faqīh*) and a judge (*qāḍī*) from Jaén in southern Spain, some of whose works on mathematical subjects have survived in Arabic or in Hebrew or Latin translation. He died after 1 July, 1079, the date of a solar eclipse which he discusses in his so-called *Tabulae Jahen.*[2]

The Laurenzian Codex comprises two manuscript collections which originally bore two separate numbers: 280 and 279. These are now bound together in one volume : Or. 152. Since the two parts still have separate paginations, I shall refer to them by the Roman numerals I (for no. 280) and II (for no. 279). The first collection (Part I) consists of 105 folios and is entirely written in the same *maghribī* (North-African) hand. As we shall see, two items in it were copied in A.D. 1265 (at Toledo) and A.D. 1266 respectively. Many of the leaves in this collection have been badly damaged by dampness at their top outer edges, so that a significant part of the text has now completely disappeared. This is especially true of the first forty leaves or so, the damage becoming less extensive as one proceeds to the end of this section. The second collection (Part II)

* 235 Science Center, Harvard University, Cambridge, MA 02138, U.S.A.

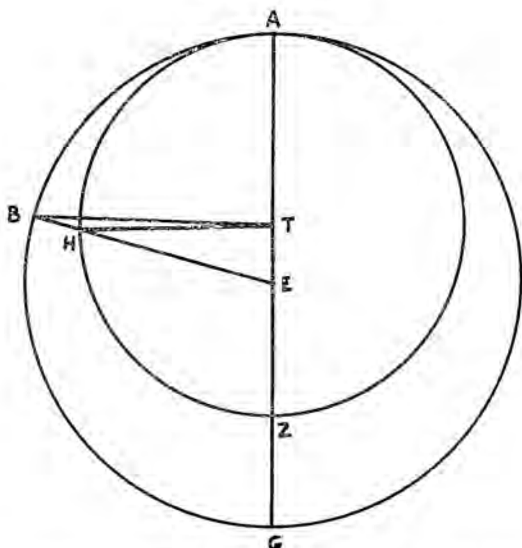
1. A.I. Sabra, "The Authorship of the *Liber de crepusculis*", *Isis*, 58 (1967), pp. 77-85, note 34, p. 84. Bernard R. Goldstein has recently published an English translation of Ibn Muᶜādh's treatise, based on the Hebrew version of Samuel ben Judah of Marseilles: "Ibn Muᶜādh's Treatise On Twilight and the Height of the Atmosphere", *Archive for History of Exact Sciences*, 17 (1977), 98-118.

2. Cf. Yvonne Dold-Samplonius and Heinrich Hermelink, article "al-Jayyānī", in *Dictionary of Scientific Biography*, C. C. Gillispie, ed., VII (New York, 1973), pp. 82-83.

I think that this passage is sufficiently clear and does not require much comment. The figure accompanying the text in al-Bīrūnī's *Qānūn* and reproduced here is a superposition of the two models: Ptolemy's and al-Khāzin's. This explains some ambiguities in the terminology used: AHZ is the Ptolemaic eccenter which al-Bīrūnī calls "sphere of the apogee" (*falak al-awj*), an expression which is somewhat meaningless in al-Khāzin's model because, obviously, if the sun moves on a circle the centre of which coincides with the centre of the universe, there will be neither apogee nor perigee because it will always be at the same distance from the earth. On the other hand the circle ABG will be the parecliptic (*al-muḥīṭ al-mumaththal*), an expression that seems to allude to a universe of solid spheres – coinciding with al-Khāzin's ideas – in which it would not be rigorously exact to speak about the "ecliptic" or the "sphere of the signs" (*falak al-burūj*) ; *al-muḥīṭ al-mumaththal* only implies the solar orbit, a circle which is concentric and coplanar with the ecliptic. Besides if, in the Ptolemaic model, T is the centre of the eccenter, E the centre of the universe, distance ET the eccentricity, A the apogee, and Z the perigee, the same could be applied to al-Khāzin's model with the following exceptions: the sun moves at variable speed on the parecliptic ABG, the centre of which coincides with the centre of the universe E; the uniform movement of the sun takes place, on the other hand, on circle AHZ, the centre of which is T which in turn becomes a sort of "equant" for the Sun;[24] ET still has the same value of Ptolemaic eccentricity. A and Z are no longer the apogee and the perigee, but line AZG still plays a fundamental role in the system; A and G will be the points in the solar orbit at which the sun reaches its minimum and maximum speeds respectively.

Now that the situation has been thus stated, we should give some consideration to its origins. We tend to associate homocentric models with astronomical systems more or less related to Aristotle's physical ideas and more or less derived from Eudoxus. This can, evidently, be true if we bear in mind the Spanish-Arabic Aristotelian school of the XIIth century and al-Biṭrūjī in particular. Al-Khāzin's solar model seems to be totally unrelated to this line of thought; as already demonstrated, Ptolemy's influence is very obvious, and, while al-Khāzin has eliminated eccenters and epicycles, he has introduced instead an equant which is as un-Aristotelian as the other devices. In fact our astronomer's starting point cannot be more Ptolemaic; he shows total acceptance of Ptolemy's observations concerning the invariability of the sun's apparent diameter; he considers that there is an element of incoherence in the Ptolemaic solar model and he tries to correct it. Al-Khāzin's attitude is a commonplace one in the history of Muslim astronomy in which Ptolemaic models have often been corrected due to their failure to coincide with observational data collected by earlier astronomers,

24. Even though there is no explicit reference to the equant, there exists a clear parallelims to the planetary models in the prevously translated texts both of the *Taḥdīd* and the *Qādūn*.



being the angle BTH.[18] For this reason the same result is obtained [here] as in the aforementioned [Ptolemaic model] concerning the true anomaly (*al-ḥiṣṣa al-muᶜaddala*).[19] [Al-Khāzin] calculated the angle corresponding to the difference between the two equations, THE and TB [E],[20] using the parameter established by Ptolemy for the distance between the two centres[21]: he [al-Khāzin] discovered that its value[22] was only a few minutes so that [observational] instruments can appreciate it only on rare occasions. For this reason it was impossible to establish through observation which of the two theories was more sound and adequate.[23]

18. He states that THE − BTH = TBE.
It is evident that THE = 180° − BHT,
and BTH = 180° − BHT − TBH.
Therefore THE − BTH = 180° − BHT − (180° − BHT − TBH) = 180° − BHT − 180° + BHT + TBH = TBH = TBE.

19. The true anomaly will be AEH = AEB in both models.

20. TB in the text. The difference between the two equations is angle BTH (cf. *supra* n. 18).

21. He refers to the Ptolemaic eccentricity, the value of which is maintained by al-Khāzin for the distance TE: Hipparchus and Ptolemy used an eccentricity in the solar model equivalent to a twenty-fourth part of the eccenter's radius; if $R = 60$, then $e = 2;30$. Cf. Neugebauer, *H.A.M.A.*, p. 58.

22. He refers again to angle BTH.

23. Bīrūnī, *Al-Qānūn al-Masᶜūdī* (Hyderabad, 1954), pp. 630-632.

the sun equals that of the moon at its apogee, that is to say 47 of the 90 parts into which we can divide one degree, an amount equivalent to 0;31,20°.[16] He also believed that the aforementioned length does not change according to the different distances [of the sun from the earth] as it moves along its eccentric sphere. Therefore there is no one who can offer evidence to confirm the relationship between the variable speed of the Sun and its different distances from the Earth. On the other hand, the existence of such irregular movements in the case of the moon and the planets implies necessarily that the centres of their epicycles move with non-uniform velocity on their deferents – which are situated around the earth – but that their speed is uniform around points which are different from the centres [of their deferents].

When Abū Jaᶜfar al-Khāzin apprehended these two basic facts, he built upon them [the following theory]: the movement of the sun takes place along the parecliptic (*al-muḥīṭ al-mumaththal*) with variable speed but the point from which [an observer] looks at it is its centre [i.e. the centre of the parecliptic]. The movement of the sun is uniform around a point situated outside [the centre of the parecliptic]: this point coincides with the centre of the [Ptolemaic] sphere of the apogee (*falak al-awj*). [And] if nobody can offer evidence to confirm Ptolemy's variations in the distance [between the sun and the earth] but only its movement at variable speed without a [corresponding] change in its apparent diameter, and if it is possible that the non-uniform movements of the other celestial bodies (*kawākib*) take place on their own deferents, it should also be possible for this kind of movement to occur on the sun's deferent (*ḥāmil jirmi-hā*).

Let ABG be the parecliptic,[17] with centre E, and AHZ the sphere of the apogee, with centre T. EHB is the line along which we can observe the sun, and, according to what has been said before [i.e. according to the Ptolemaic theory], the sun is situated at point H. The mean anomaly (*al-ḥiṣṣa al-wusṭā*) is the angle ATH, and its equation (*taᶜdīl*) the angle THE. Conversely, according to the model conceived by Abū Jaᶜfar, the sun moves along the parecliptic [ABG], and – in the example here considered – is at point B. Its mean anomaly is the angle ATB which is less than the previous mean anomaly, the difference being the angle BTH. Its equation will be the angle TBE, which is less than the previous equation, the difference

16. Ptolemy, *Almagest*, V, 14. See also O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (Berlin-Heidelberg-New York, 1975.) p. 125.

17. The text has *li'l-mathal*, but I think it should read *li'l-mumaththal*.

which he comments on the vernal equinox:

> Abū Ja^cfar al-Khāzin constructed, for that purpose, a model (*hay'a*) which is neither an eccenter nor an epicycle. In it the Sun is always at the same distance from the Earth, though its speed is not uniform".[14]

The second, more explicit, passage is found in his *Kitāb taḥdīd nihāyāt al-amākin li-taṣḥīḥ masāfāt al-masākin*:

> Astronomers do not speak about a solar eccentric sphere or about a solar epicycle based on personal observation of them as they do when they refer to the circularity or the size of the solar disk which is based on actual perception. They ascribe [such devices] to the sun due to the non-uniform character of its movement, which has been observed, even though we can reject it as one of its characteristics. If the sun did not move at variable speed they would not have considered its path to be sometimes closer [to] and sometimes farther [from the earth]. Abu Ja^cfar al-Khāzin is the author of a *maqāla* in which he establishes that we can imagine that the sun's variable speed operates from the centre of the universe if we consider the existence of a [second] point, other [than the centre of the universe] around which the solar movement takes place in a uniform manner. We have also been able to conceive, in the same way, that the centre of the moon's epicycle moves irregularly on its deferent, but at uniform speed around the centre of the universe (*markaz al-kull*). And the same thing can be said of the planets (*kawākib*): the centres of their epicycles (*marākiz aflākihā*) move at variable speed on their deferents but at uniform velocity around their equants (*marākiz al-mu^caddala li-l-masīr*). And if all this is possible, then we can rebuke the foundations of these people [i. e. the basis of their astronomical beliefs] until they correct the question of maximum and minimum distances [between the sun and the earth] in such a way that [the correction] does not affect the [sun's] variable speed.[15]

But the best summary of al-Khāzin's theory can be found in al-Bīrūnī's *Al-Qānūn al-Mas^cūdī*:

> [Ptolemy] established that the length of the apparent diameter of

14. Bīrūnī, *Āthār*, pp. 258-259.

15. Bīrūnī, *Taḥdīd*, pp. 57-58. Another English translation can be found in Jamil Ali, *The Determination of the Coordinates of Cities, al-Bīrūnī's Taḥdīd al-Amākin*. (Centennial Publications. The American University of Beirut, Beirut, 1967). p. 28. See also a short reference to this passage with an explanation of its context within the *Taḥdīd* in E. S. Kennedy, *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd al-Amākin: An 11th Century Treatise on Mathematical Geography* (American University of Beirut, Beirut, 1973), p. 11-12.

because it is concerned only with questions of detail. This is indeed regrettable, for al-Khāzin not only appears to have been a good observer[4] but also a theoretician who adopted clear-cut attitudes in certain matters which were basic to the development of medieval astronomy. He believed in the solid character of the heavenly spheres, an idea defended in Islamic astronomy by authors such as Ibn al-Haytham[5] and al-Kharaqī (d. 533/1138-39); its starting point might be found in the physical universe proposed by Ptolemy in his *Planetary Hypotheses*.[6] Al-Khāzin supported the theory of the progressive diminution of the obliquity of the ecliptic caused by the movement of its poles around "a point".[7] He may also have favoured the theory of the trepidation of equinoxes, for, according to al-Bīrūnī, he gave a good summary of it in his *Zīj al-ṣafā'iḥ*.[8] If a relation between these two references exists, then he might appear to come into line with Thābit b. Qurra,[9] al-Zarqālī,[10] al-Biṭrūjī[11] and the important Eastern school of Muslim astronomy in the late Middle Ages[12] which built models of variable precession based on the revolutions of the poles of the ecliptic around a given point.

But al-Khāzin's most interesting contribution to astronomical theory appears to be – as far as we can assess from present knowledge – his conception of a homocentric solar model. Translations of the three references to it, made by al-Bīrūnī, follow. The first reference can be found in his *Chronology*, in his recension of Sinān b. Thābit's (d. 331/943) *Kitāb al-anwā'*,[13] in a passage in

4. See for example Aydin Sayili, *The Observatory in Islam and Its Place in the General History of the Observatory* (Ankara, 1960), pp. 103-104.

5. Cf. Willy Hartner, "The Mercury Horoscope of Marcantonio Michiel of Venice" in *Oriens-Occidens* (Hildesheim, 1968) 480-483 (reprinted from *Vistas in astronomy* vol. I, London - New York, 1955).

6. Cf. Willy Hartner, "Mediaeval Views on Cosmic Dimensions, and Ptolemy's Kitāb al-Manshūrāt" in *Oriens-Occidens* pp. 319-348 (reprinted from *Mélanges Alexandre Koyré*, I (Paris, 1964) pp. 254-282); Bernard R. Goldstein, "The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses", *Transactions of the American Philosophical Society*, NS., 57,4 (1967).

7. Bīrūnī, *Taḥdīd*, p. 101.

8. Bīrūnī, *Āthār*, p. 326.

9. O. Neugebauer, "Thābit ben Qurra 'On the Solar Year' and 'On the Motion of the Eighth Sphere' ", *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106 (1962), pp. 264-299; Bernard R. Goldstein, "On the Theory of Trepidation according to Thābit b. Qurra and al-Zarqāllu and its implications for Homocentric Planetary Theory", *Centaurus*, 10 (1964), 232-247.

10. See the paper by B. R. Goldstein quoted in n. 9 and José M. Millas-Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel* (Madrid-Granada, 1943-1950), pp. 246 ff.

11. Bernard R. Goldstein, *Al-Biṭrūjī: On the Principles of Astronomy* (2 vols., Yale University Press, New Haven and London, 1971).

12. Willy Hartner, "Trepidation and Planetary Theories. Common features in Late Islamic and Early Renaissance Astronomy", *Oriente e Occidente nel Medioevo: Filosofia e Scienze* (Accademia Nazionale dei Lincei. Fondazione Alessandro Volta, Convegno Internazionale, 9-15 Aprile 1969, Roma, 1971), pp. 609-629.

13. Cf. O. Neugebauer, "An Arabic Version of Ptolemy's Parapegma from the 'Phaseis' ", *Journal of the American Oriental Society*, 91 (1971), 506; Julio Samso y Blas Rodriguez "Las 'Phaseis' de Ptolomeo y el 'Kitāb al-Anwā' de Sinān b. Thābit", *Al-Andalus*, 41 (1976), 15-48.

A Homocentric Solar Model by Abū Jaᶜfar al-Khazin

JULIO SAMSÓ*

Abū Jaᶜfar al-Khāzin (d. between 350/961 and 360/971)[1] is a Khurasanian astronomer and mathematician of considerable interest to the history of science, although the main features of his work are known to us only through secondary sources. To cite just one example, we are acquainted with his *Zīj al-ṣafā'iḥ* ("Tables of plates") – apparently his most important work, of which only a small part seems to have been preserved – mainly through some indirect references made by al-Bīrūnī[2] or by the latter's teacher Abū Naṣr Manṣūr (d. before 1036) who wrote an essay on some errors and omissions found in al-Khāzin's *Zīj*;[3] unfortunately Abū Naṣr's criticism is of little value to us

* Universidad Autonoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona), Spain.

1. The most recent survey of this author is Yvonne Dold-Samplonius', "al-Khāzin", in *Dictionary of Scientific Biography* VII (New York, 1973) pp. 334-335. Regarding his mathematical works see Fuat Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, V (Leiden, 1974), 298-299. I have written the article on "al-Khāzin" for the *Encyclopaedia of Islam* in which I refer briefly to his solar model. This paper was presented at the XVth International Congress of the History of Science (Edinburgh, August, 1977): cf. *Abstracts of Scientific Section Papers*, XVth International Congress of the History of Science, Edinburgh, 1977, page 42. I want to express here my gratitude to Prof. Juan Vernet (Universidad de Barcelona) and to Prof. Bernard R. Goldstein (University of Pittsburgh) for their valuable advice and generous help. I also wish to thank Mrs. Gerda Priestley de Ferrán (Universidad Autcnoma de Barcelona), who corrected the English version of this paper.

2. Al-Bīrūnī, *Taḥdīd nihāyāt al-amākin li-taṣḥīḥ masāfāt al-masākin*, ed. P. G. Bulgakov, in *Revue de l'Institut des Manuscrits Arabes*, Cairo, 8 (1962), 119-120; M. Saffouri, A. Ifram, and E. S. Kennedy, *On Transits* (Beirut, 1959), 85-87, 172; *Kitāb al-athār al-bāqiyya ᶜan al-qurūn al-khāliyya*, ed. E. Sachau, (Leipzig, 1923), p. 326.

3. Abū Naṣr Manṣūr b. ᶜAlī b. ᶜIrāq, "Risāla fī taṣḥīḥ mā waqaᶜa li-Abī Jaᶜfar al-Khāzin min al-sahw fī zīj al-ṣafā'iḥ" in *Rasā'il Abī Naṣr ilā-l-Bīrūnī* (Hyderabad, 1948.) It should also be noted that two short chapters on astronomical instruments contained in MS Berlin 5857 may belong to this work by al-Khāzin. Also the *Zīj al-ṣafā'ih* may be related to the *Liber de sphaera in plano describenda* (Bibl. Laurenciana of Florence. Pal. Med. 271): cf. Dold-Samplonius in *D.S.B.*, VII, p. 334. Dr. David King of Cairo informs me that the *Zīj al-ṣāfa'iḥ* probably consisted of two parts, as in most *zījes*, namely, text and tables. It is the text only which was discussed by Abū Naṣr and al-Bīrūnī. However the tables were displayed on the plates (*ṣafā'iḥ*) of an astrolabe. Photographs of part of an example of such an instrument made by the celebrated astrolabist Hibat Allāh al-Baghdādī in 514H (=1120-21) are in the possession of Prof. Derek J. de Solla Price of Yale University; the original instrument was in Germany before World War II, but it seems that it has been lost. Dr. King has prepared an analysis of the tables displayed on the plate shown in the availabe photos. Clearly a detailed investigation of all the available material relating to the *Zīj al-ṣafā'iḥ*, as listed by F. Sezgin, in the light of the recent rediscovery of the "astrolabic *zīj*" would be worthwhile.

There are, however, later testimonies showing that *al-muḥnith* should be identified with *alpha Eridani*. These are contained in a younger class of texts giving rich material on stellar nomenclature.

Around A.D. 1500, two Arabic navigators of the Indian Ocean, Aḥmad ibn Mājid and Sulaymān al-Mahrī, composed a number of texts, both in prose and in verse, on the art of sailing in the Indian Ocean.[25] They had of course a good knowledge of the sky, and of the southern hemisphere especially, because, as in navigation until today, they used the stars for keeping their course and fixing their position.

Both these authors knew *alpha Eridani* and made constant use of it. Their name for it is either *al-salbār* (السلبار), a non-Arabic word of uncertain pronunciation and origin,[26] or the Arabic *al-maḥnath* or *al-muḥannith* (as they pronounce it). In view of their use of the latter, the name in al-Marzūqī (quoted before) seems also to refer to *alpha Eridani*.

Thus it is proved that *alpha Eridani* was known to the Arabs in different epochs: in their ancient indigenous stellar traditions, and again in their nautical traditions of the 15th and 16th centuries. To their scientific astronomers, however, who strictly followed Ptolemy and his catalogue of stars, and who were living too far north to observe this region of the sky themselves, *alpha Eridani* and several other objects of the southern sky remained unknown or unidentified.

25. There is a facsimile edition of two Paris manuscripts by G. Ferrand, *Instructions nautiques et routiers arabes et portugais*, vol.I-II,(Paris 1921-23 and 1925). Recently I. Khoury has published five text volumes in print: *Al-ʿUlūm al-baḥrīya ʿinda al-ʿarab* vols. I, 1, 2 and 3 (Sulaymān al-Mahrī), Damascus, 1970 and 1972, and vol. II,1 (Aḥmad ibn Mājid), Damascus, 1971, and another of Ibn Mājid's works in *Bulletin d'Etudes Orientales* (Damascus, t.XXIV, 1971), pp. 249-386. Ibn Mājid's *Kitāb al-fawā'id* was translated into English by G. R. Tibbetts, *Arab Navigation in the Indian Ocean Before the Coming of the Portuguese*, (London, 1971).

26. Cf. P. Kunitzsch, *Arabische Sternnamen in Europa*,(Wiesbaden 1959), p.100, footnote 1; Kunitzsch *Untersuchungen*, p. 104, no. 160. Another pronunciation of the name is *al-sillibār*, which is metrically supported by a verse, in the metre *ṭawīl*, of Aḥmad ibn Mājid himself, see ed. Khoury, vol. II,1, p. 120 and P. Kunitzsch in *Der Islam* 51 (1974), 47, with footnote 8.

pair *alpha + beta Gruis* when these are setting. In this situation, there appears a pair of stars of equal brightness above *alpha + beta Gruis*, equally high in the sky. These two stars are *alpha Piscis Austrini* (which was also fixed by al-Ṣūfī), and *alpha Eridani* (not *theta*, as stated by al-Ṣūfī).[19]

Al-Ṣūfī, who had no knowledge of the actual view of the southern sky, and was dependent entirely on his written sources, and perhaps a celestial globe, saw no better way than to identify the pair of the "two ostriches" with the two Ptolemaic stars *alpha Piscis Austrini* and *theta Eridani*. Actually, however, *theta Eridani* is not only perhaps too far distant from *alpha Piscis Austrini* to be included together with this in an asterism, but moreover it is apparently much less bright than *alpha Piscis Austrini* (*theta* is of magnitude 3. 4, *alpha* $0^{m}6$). To form a pair of equal brightness, in that position, as required by the texts of the Arabic philologists, besides *alpha Piscis Austrini* the only suitable component can be *alpha Eridani*.[20]

So, from a critical examination of the texts, combined with actual observation of the sky, it was found that al-Ṣūfī committed a mistake in his identification of the old Arabic asterism of the "two ostriches", and that the bright first magnitude star *alpha Eridani* was not unknown and not unnamed with the old Arabic star gazers. They included it, together with *alpha Piscis Austrini*, in the name of the "two ostriches", *al-ẓalīmān* (in the dual).

Apart from the passages cited above, I have found some additional evidence, again in the compilation of al-Marzūqī already mentioned. In another place, and apparently again quoting the same Abū Ḥanīfa, he gives a list of thirteen bright stars, i.e. first magnitude stars (in Arabic: *darārī*).[21] Here there occurs an otherwise unknown name which can be read *al-maḥnath*, or *al-muḥnith* (المحنث) .

The word appears in the texts usually in connection with two stars called *ḥaḍāri* and *al-wazn* (حضار و الوزن).[22] Their identification was disputed even among the pre Islamic Arabs, and so the philologists said these two are *muḥlifān* or *muḥnithān*, i.e. "disputed, and causing a man to perjure himself with regard to their identity". Al-Ṣūfī wavered in their identification between *alpha + beta Centauri*, or *alpha + beta Columbae*.[23] According to my findings, only the second of these two pairs can be correct.[24] Nevertheless, from these texts it can be inferred that al-Marzūqī's *al-muḥnith* (which seems to be the better reading) could designate one of the two first magnitude stars *alpha* and *beta Centauri*.

19. Cf. P. Kunitzsch in *Der Islam* 52 (1975), 271 f.
20. The distance between these two is roughly 45°.
21. Al-Marzūqī (as in footnote 16, above) vol. II, p. 370.
22. Cf. P. Kunitzsch, *Untersuchungen*, p. 65, no. 118, and p. 116, no. 315; also p. 81 f., nos. 174 and 175.
23. *Kitāb ṣuwar al-kawākib*, pp. 289, 302, 333.
24. Cf. P. Kunitzsch in *Der Islam* 51 (1974), 43 f.

time, or south of 26¼° (that is a line through Khaibar and Bahrain, approximately) in A.D. 700. This, however, seems not to be the case. Al-Ṣūfī, in his identifications of these names, was limited to Ptolemy's catalogue in which, as we have seen, *alpha Eridani* was not included. Beyond that, al-Ṣūfī was living and working in Iraq and, occasionally, at Shiraz in Iran. So his own visibility of the southern sky was limited to a declination of —56°, or at most —60½°. Whereas, on the other hand, Arab tribes were living as far south as the Yemen at a geographical latitude of 13° which allowed them a visibility up to —77° in the southern sky. So, a belt of 17° to 20° could not actually be controlled by al-Ṣūfī. This led to a number of errors and doubtful cases among his identifications of certain traditions relating to southern star names.[14]

An example is the pair of stars called by the Arabs *al-ẓalīmān* (الظليمان), "the two ostriches". This name also occurs in the respective collections of the philologists Ibn Qutayba (d. A. D. 884 or 89)[15] and al-Marzūqī (who declares that he follows, in this section, the philologist Abū Ḥanīfa al-Dīnawarī, d. A.D. 895).[16] The two citations are nearly identical, and explain that *al-ẓalīmān* are two bright stars above another pair of stars consisting of *alpha* + *beta Gruis*,[17] and that they are separated from each other, when both reach the same height above the horizon, by 100 *dhirā*ᶜ.

The value of 100 *dhirā*ᶜ given in this definition is strongly misleading, and apparently a fault in the textual transmission. One *dhirā*ᶜ with al-Ṣūfī, and also, approximately, in the definitions of the philologists, equals 2°20′. 100 *dhirā*ᶜ would then mean a distance of 233° between those two stars, which is of course impossible.

Al-Ṣūfī identified the "two ostriches" as *alpha Piscis Austrini* and *theta Eridani*. The distance between these two is about 60°.

In 1974, I spent some time at Malindi, Kenya, in order to study and control the indigenous Arabic traditions on certain star names and al-Ṣūfī's identifications. The place is situated just south of the equator, so that I had the opportunity of observing the sky down to the southern pole. My observations confirmed that the descriptions of the Arabic philologists were mostly correct and adequate to identify the objects mentioned in their texts.[18]

With regard to the pair of stars called *al-ẓalīmān* I found that they comply with the philologists' definition as to being at the same altitude and above the

14. Cf. P. Kunitzsch, in *Der Islam* 51 (1974), 52f., with footnote 19.
15. Ibn Qutayba, *Kitāb al-anwā'*, (ed. Hyderabad, 1956), p. 73.
16. Abū ᶜAlī al-Marzūqī, *Kitāb al-azmina wa al-amkina*, (ed. Hyderabad, vols. I-II, 1332 H.). See vol. II, p. 383.
17. I.e. *al-yamāmatān*; cf. P. Kunitzsch, *Untersuchungen* (as in footnote 13 above), p. 117, no. 319.
18 Cf. my report "Die arabischen Sternbilder des Südhimmels" (II), in *Der Islam* 52 (1975), 263-277.

Ptolemy's time up to the geographical latitude of 39°, that is Athens.

The stellar astronomy of the Arabic-Islamic culture relied heavily on Ptolemy. Together with his *Almagest*, his star catalogue was translated into Arabic and served as the standard catalogue for the Islamic astronomers, from al-Battānī[6] through al-Ṣūfī[7] and al-Bīrūnī[8] to Ulugh Beg,[9] just to mention the most important names. This canonized catalogue was also adopted, through Latin translation, in mediaeval Europe, where it was used either in its original text, the *Almagest*, itself,[10] or, derived from it, in the *Alfonsine Tables*[11] and other similar works, until the introduction of modern astronomy. In this tradition, the constellation of *Eridanus* was generally known to have its southern end at the star designated by Bayer with the Greek letter *theta*.

Turning then to the Arabs, it is known that they had a certain knowledge of the stellar sky already a long time before their acquaintance with Greek astronomy. The bedouins are famous for having used the stars for orientation in their migrations in the desert. Many star names also found their way into the classical Arabic poetry which was developed to its climax already in pre-Islamic times. Later on, Arabic philologists and lexicographers, in their efforts to collect the genuine ancient Arabic terminologies and vocabulary, composed special books in which they collected all the star names they could find in those old traditions. And it was the astronomer al-Ṣūfī who then made an attempt, in his book on the constellations composed in A. D. 964,[12] to identify the respective celestial objects according to the scientific Ptolemaic tradition. In a monograph on the indigenous Arabic star names, I arrived at a total number of 329 names which are mentioned in those old traditions.[13] But there may be still more, as some may have escaped my attention.

In view of this huge number of star names, one would of course expect to find among them also the bright first magnitude star *alpha Eridani*, which was clearly visible in the Arabian peninsula, south of the latitude of 23½° at Ptolemy's

6. Edited by Nallino, see footnote 4 above.

7. *Kitāb ṣuwar al-kawākib* or *Uranometry* (ed. Hyderabad, 1954) (this ed. is quoted here). Also: H.C.F.C. Schjellerup, *Description des étoiles fixes par Abd-al-Rahman Al-Sûfi*, (French trans. and partial ed. of the Arabic text), St. Petersburg 1874.

8. *Al-Qānūn al-Mas'ūdī*, (ed. Hyderabad, 1954-1956). See vol. III, pp. 1012-1126.

9. Th. Hyde, *Tabulae longitudinis et latitudinis stellarum fixarum ex observatione Ulugh Beighi..*. (Oxford, 1665); 2nd ed., by Dr. G. Sharpe, *Syntagma Dissertationum*, (Oxford, 1767); E. B. Knobel, *Ulug Beg's Catalogue of Stars* (Washington, 1917).

10. Translation by Gerard of Cremona from the Arabic, A. D. 1175; existing in many manuscripts, printed Venice 1515.

11. Existing in numerous manuscripts and several printed editions: Venice 1483, 1492, 1518 (at the end 1521), 1524, Paris 1545 and 1553, Madrid 1641.

12. See above, footnote 7.

13. P. Kunitzsch, *Untersuchungen zur Sternnomenklatur der Araber* (Wiesbaden, 1961).

On the Mediaeval Arabic Knowledge of the Star Alpha Eridani

PAUL KUNITZSCH*

The only first magnitude star (out of about fifteen to twenty) which is not included in the standard catalogues of fixed stars of classical antiquity and mediaeval times is *alpha Eridani*. It was not until the discoveries of the European seafarers in the 15th and 16th centuries that this bright star became known to western astronomers. Johann Bayer introduced it into his famous celestial atlas, *Uranometria*, of 1603, and assigned it the Greek letter *alpha*, while he gave to Ptolemy's "bright and last star" in the constellation of ποταμός, *Eridanus*, the letter *theta*.

These facts have been known to the historians of astronomy for a long time, and have been widely discussed by the editors and commentators of Ptolemy's star catalogue, as such Baily,[1] Ideler,[2] Knobel,[3] Nallino,[4] etc.

The reason for Ptolemy's omitting this star from his catalogue is obvious. It was due to the limits of visibility of southern stars in the region of Alexandria where Ptolemy is reported to have executed his astronomical observations. The geographical latitude of Alexandria is roughly 31°20', which limits the visibility of stars in the southern hemisphere to a line of declination of −58°40'. The position of *alpha Eridani*, in Ptolemy's time (around A.D. 150), and taking into account the value of precession, was at a declination of roughly −66½°. This makes it clear that *alpha Eridani* remained invisible, at that time, north of the geographical latitude of 23½° which corresponds to a line running between Medina and Mecca, and through Mascat in Oman, approximately.

The southernmost stars registered by Ptolemy were some stars of his constellation of *Centaurus*, now commonly known as the "Southern Cross". Assuming a medium declination for them of −60°,[5] they were visible at

* Institute of Semitic Languages, University of Munich, West Germany.

1. F. Baily, "The Catalogues of Ptolemy, Ulugh Beigh, Tycho Brahé, Halley, Hevelius", *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, 13 (London, 1843).

2. L. Ideler, *Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen*, (Berlin, 1809), pp. 231, 234.

3. E. B. Knobel, "The Chronology of Star Catalogues", *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, vol. XLIII, (London, 1875-1877), p. 64, n. 3; C. H. F. Peters and E. B. Knobel, *Ptolemy's Catalogue of Stars*, (Washington, 1915), p. 110 ad no. 805.

4. *Al-Battānī sive Albatenii opus astronomicum*, ed. and trans. C. A. Nallino, I-III, (Milan, 1899, 1907). See vol. II, p. 170.

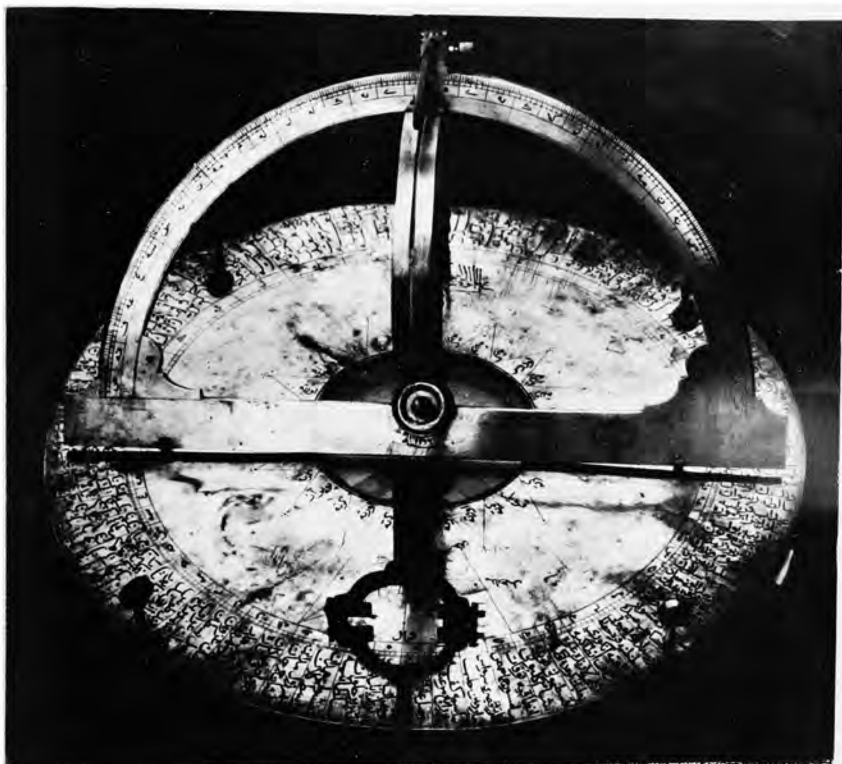
5. In 1950. See: *Norton's Star Atlas and Reference Handbook*, (15th ed., reprint, London, 1966, and 16th ed., London, 1973), maps 10 and 16.



Pl. 2: The maker's name on the Kandilli instrument. Note that the words *ᶜamal* and *ᶜAlī* share the same letters *ᶜayn* and *lām*.



Pl. 3: The horizontal sundial on the Kandilli instrument.



(*Photos:* *W. Meyer*)

Pl. 1: The *dā'irat al-mu*ᶜ*addal* in the History of Science Museum of Kandilli Observatory.

numerous works, mainly about instruments. In his treatise on the *dā'irat al-mu*ᶜ*addal*, an instrument which he claims to have invented himself, the first chapter deals with setting the instrument in the cardinal directions and finding the direction of Mecca, as well as preparing the instrument for use in a particular latitude. By suspending a plummet and making it overlap with the straight line drawn on the flank of the solid circle, one places the instrument so that its surface represents the horizon. Then, move the instrument very gently until the sharp edge of the needle comes in front of the point whose deviation from the point of the south is 7°. In this manner the instrument is set up in the cardinal directions.

Thus, one century before Seydī ᶜAlī Re'īs mentioned magnetic declination, al-Wafā'ī already knew about it. From the variation in magnetic declination that Fleming[9] prepared for latitudes 0°–40° from the year 1500 on, Sipahioğlu[10] interpolated the values given below for the magnetic declination in Istanbul :

Year	Declination
1500	3° E
1600	3 W
1700	11 W
1800	13 W
1904	3 W

According to this table, during the time of al-Wafā'ī the magnetic declination in the Middle East region was east and greater than 3°. The magnetic declination value 7°E given in al-Wafā'ī's treatise suggests two possibilities, namely, that he either took this value from Europe, or measured it himself. Even though it is not possible to determine which of the above is the case, the cultural contacts between Europe and Asia after the first half of the 15th century support the probability of al-Wafā'ī's own measurement of the magnetic declination. Seydī ᶜAlī Re'īs lived long after al-Wafā'ī, when the magnetic declination in the Middle East region was between 3°E and 3°W. Thus the magnetic declination value of 7°E mentioned by Seydī ᶜAlī Re'īs is not the proper value for his time. Also, when we take into consideration that all the written works of Seydī ᶜAlī Re'īs are compiled from earlier works, it becomes very probable that both his description of the *dā'irat al-mu*ᶜ*addal* and his value of the magnetic declination were taken directly from the treatise of al-Wafā'ī.

9. A. Fleming, *Terrestrial Magnetism and Electricity*, (1939), p. 15.

10. O. N. Sipahioğlu, "Türkiyede Jeomagnetizma çalïsmalarï fizik mongrafileri", (Publication of the Turkish Society of Physics), 3 (1957), 10.

made by Abū'l-Fatḥ is perhaps the finest surviving example.

2. *On Magnetic Declination*

The treatise of Seydī ^c^Alī Re'īs entitled *Risāle-yi mir'āt-i-kā'inat min ālāt-i-irtifā^c^* (*The Mirror of the Universe about Instruments for Measuring Altitude*) deals with the description and use of several astronomical instruments. The fifth chapter deals with the *dā'irat al-mu^c^addal*, and begins as follows (MS Istanbul University Library No. T. 1804):

> The first section describes the nature of the *Dā'ire-yi Mu^c^addel* which has the shape of an incomplete semi-circle (or half-circle) ... The compass is the case which embodies a moving needle in its center, and when this needle aligns itself directly above the black line drawn in the compass the four directions become known. But one end of that line should be 7° from the north point towards the east, and the other end should be 7° from the south towards the west. This is verified with the *zīj* of the mentioned treatise (?). Most people, however, imagine that the end of the needle points to the north, that is, towards the pole of the earth, but this is not so. The compass needle is that aforesaid moving needle, which is regulated by magnetism, and its inclination is towards the above mentioned direction. Each direction drawn around it points to the *miḥrāb* of famous towns."

Brice *et al.* have compared this passage with Tanguy's graph that represents the magnetic variations deduced from a study of lava flows on Mount Etna.[5] The magnetic declination read for the year 1550 A.D. from this graph is about 9° E in the Aegean or Eastern Mediterranean according to Brice and his colleagues. Tanguy's graph is thus confirmed by an unambiguous statement made by an experienced Turkish sailor of the 16th century, Seydī ^c^Alī Re'īs, who sailed in the Indian Ocean and who died in 1562.[6] Seydī ^c^Alī Re'īs is known as the first Muslim author to mention the magnetic declination, which is not correct. Even though the date of the introduction of the compass into the Ottoman world is not clearly known, the use of the sailing compass is evident from as early as the beginning of the 16th century on. In the introduction to *Kitāb-i Baḥriyye* written by Admiral Pīrī Re'īs, the sailing compass is described in a poem,[7] but without reference to the magnetic declination.

Nevertheless it is obvious that the fifteenth century Egyptian astronomer ^c^Izz al-Dīn al-Wafā'ī, who lived one century before Seydī ^c^Alī Re'īs, knew the existence of the declination angle in his time. Having been the *muwaqqit* of the Mu'ayyad mosque in Cairo, al-Wafā'ī died either in 1469 or in 1471.[8] He wrote

6. *Islam Ansiklopedisi* vol. X, pp. 528-531, article "Seydī ^c^Alī Reīs".

7. Pīrī Re'īs, *Kitāb-i Baḥriye*, pp. 22-23, 25-28.

8. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur.* (Supplementband, Leiden, 1938), vol.II, p.160, and H. Suter, Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke, (Leipzig, 1900) pp. 177-178.

declination was also given by al-Wafā'ī a century previously. I shall return to this topic below.

In view of the existence of several treatises on the *dā'irat al-muᶜaddal* in Arabic and Turkish compiled in the centuries following al-Wafā'ī, and the profusion of surviving manuscripts thereof in the libraries of Istanbul and Cairo, as well as the existence of two rather late examples of the instrument in Damascus, we may assume that this instrument was rather popular amongst the astronomers of Egypt, Syria, and Turkey until the nineteenth century.

At the History of Science Museum of Kandilli Observatory there is a very carefully executed *dā'irat al-muᶜaddal* which conforms exactly to the description given by al-Wafā'ī in his work *Risāla fī dā'irat al-muᶜaddal* (see, for example, MSS Istanbul Laleli 2726 and Ayasofya 2626), and also to that given in *Risāle-yi mir'āt-i-kā'inat min ālāt-i-irtifāᶜ* by Seydī ᶜAlī Re'īs (see, for example, MS Istanbul University Library No. T.1804). This *dā'irat al-muᶜaddal* (see Plate 1) is composed of a horizon circle, an equatorial semi-circle, a small semi-circle used as a sighting device, and the latitude quadrant in the meridian plane for adjusting the position of the equatorial semi-circle. Each side of the equatorial semi-circle is divided into ninety degrees, and the quadrant of latitude is also divided into ninety equal degrees. One end of the sighting device, on which there is a chord along the diameter, rotates easily on the center of the equatorial semi-circle, and the other end rotates about the divisions of the equatorial semi-circle. This sighting device is slotted along its circumference to facilitate aligning the device when measuring the hour-angle of the sun or a star.

The diameter of the horizontal base is 30.5 cm. In the middle there is a case containing a compass. The Kandilli instrument has *miḥrābs* indicated around the horizontal base. It is inscribed on the southern part of the base (Plate 2) with the name of the maker ᶜAlī (?) al-Muwaqqit Abū'l-Fatḥ, and the equatorial circle bears the date 1066 H (1752). The maker is not mentioned in the modern lists of Islamic instrument makers, such as that of L. A. Mayer.[4] A bar of 8.9 cms. in length is situated on the northern side of the plane and can be erected vertically. Its purpose is not completely clear. At the southern side of this vertical bar there is a sundial for a particular latitude (Plate 3).

This example of a *dā'irat al-muᶜaddal* is only the third to become known to modern scholarship. The History of Science Museum at Kandilli also possesses a fragment of yet another *dā'irat al-muᶜaddal*, an equatorial semi-circle with diameter about 12 cms. The *dā'irat al-muᶜaddal* is of considerable interest in the history of the development of Islamic instrument making,[5] and the example

4. L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their Works*, (Geneva, Ernst Kundig, 1956).

5. L. Janin and D. A. King, "Ibn al-Shāṭir's *Ṣandūq al-yawāqīt*: an Astronomical 'Compendium'," *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), (especially Section E). This article also contains a photograph of the Kandilli *dā'irat al-muᶜaddal*.

The Dā'irat al-Mu^caddal in the Kandilli Observatory, and Some Remarks on the Earliest Recorded Islamic Values of the Magnetic Declination

MUAMMER DIZER*

1. *The dā'irat al-mu^caddal in the Kandilli Observatory Museum*

The astronomical instrument called in medieval Arabic *dā'irat al-muᶜaddal* and Turkish *dā'ire-yi muᶜaddel*, which means "equatorial (semi-circle)", was devised in Egypt in the fifteenth century and used in Egypt, Syria, and Turkey until the nineteenth century. It is a universal instrument for measuring the hour-angle of the sun or stars at any latitude. The instrument stands on a circular base, which can be oriented in the cardinal directions by means of a magnetic compass. A graduated semi-circle can rotate about a diameter of this base and can be aligned in the plane of the celestial equator by means of a graduated latitude scale fixed in the meridian. A sighting apparatus can rotate in the plane of the equatorial semi-circle to observe the sun and stars and hence to read the hour-angle. The base of the instrument is marked with the qiblas of important cities.

In 1962 Prof. S. Tekeli of Ankara University published the first account of this instrument in the modern literature, presenting text and translation of an Arabic treatise on the instrument and its use by the fifteenth century Egyptian astronomer who invented it, ᶜIzz al-Dīn al-Wafā'ī.[1] More recently Profs. Brice, Imber, and Lorch of the University of Manchester published a passage from a treatise in Turkish by the sixteenth century Turkish admiral Seydī ᶜAlī Re'īs, in which the same instrument is described. The authors also discussed in some detail two examples of the instrument now preserved in the National Museum in Damascus,[2] and in another publication they discussed the value of the magnetic declination given by Seydī ᶜAlī Re'īs.[3] However, the authors were unfortunately unaware of the previous work of Prof. Tekeli on the *dā'irat al-muᶜaddal*, and hence of the fact that Seydī ᶜAlī Re'īs' value of the magnetic

* Kandilli Observatory, Istanbul, Turkey.

1. S. Tekeli "Equatorial armilla of Iz al-Dīn b. Muhammed al-Wafai and Torquetum", *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih, Coğrafya Fakültesi Dergisi* (Journal of the Faculty of Linguistics, History, and Geography, Ankara University), 18 (1962), 227-259.

2. W. Brice, C. Imber, and R. Lorch, "The Dā'ire-yi Muᶜaddel of Seydī Alī Re'īs", *Seminar on Early Islamic Science* (University of Manchester), Monograph No. 1, July 1976.

3. W. Brice, C. Imber, R. Lorch, and P. Pelham, "A Manuscript Confirmation of Archaeomagnetic Determinations in the Mediterranean Region", *Archeometry*, 18,2 (1976).

رخام او خشب حتى يظلل الكرسي العضادة باعتدال مع تكامل الارتفاع الذي حسبت سمته فحينئذ تكون(٢) صفيحة المساترة قد صار خط نصف النهار الذي فيها على خط نصف النهار بالحقيقة وكذلك خط المشرق والمغرب على خط المشرق والمغرب فاذا اردت معرفة نصف النهار فضع طرف العضادة على خط نصف النهار وانتظر كل الكرسي حتى يستر العضادة باعتدال فذلك الوقت هو نصف النهار

(٢) في الأصل : يكون

فائدة في نصب خيط المساترة

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية ش ٨٩ ، ق ٢٩ ظ

فائدة في نصب خيط المساترة ويسمى خيط قوس نصف النهار وخيط وسط السما وطريق ذلك ان(١) تدق رزة حديد في قايم سطح على الميزان في اي مكان تريد ثم تسيل من الرزة المذكورة خيطا مثقلا شاقول او غيره الى ان يحدث في الارض نقطة فهذه النقطة تسمى مسقط الحجر ثم استخرج الجهات الاربع فعند ذلك يظهر لك خط وسط السما اي خط نصف قوس النهار مد خطا من نقطة مسقط الحجر المتقدم ذكرها بقدر الكفاية بحيث يكون مطابقاً بخط نصف قوس النهار الذي استخرجته فاذا طابقه افتح بيكار او اقسم من مسقط الحجر الى الرزة العليا قدر القامة وهي اثنا عشر قسما بالبيكار ثم عد من مسقط الحجر على الخيط الممتد على الارض المطابق بخط نصف قوس النهار بقدر ظل عرض البلد الذي تريد تنصب فيها الخيط وعند نهاية عدده دق رزة حديد في حجر او خشب ممكن في الارض وصل بها الخيط من الرزة العليا الى رزة ثالثة تحت العليا في القايم المذكور يكون بينهما قدر ذراع او دونه فعند ذلك يكون الخيط موضوعا على خط المساترة ومنكوسا على ظل عرض ذلك البلد

تنبيه : فاذا أردت اختيار صحة وضع الخيط المذكور فانظر إلى كوكبين متساويين في المطالع وارقبهما الى ان يتوسطا على الخيط المذكور فان كانا جميعا على الخيط المذكور فوضعه صحيح وان اختلفا كان الخيط على غير الصحة فان دخل الكوكب الجنوبي منهما على الخيط قبل الشمالي فيكون الخيط مايلا الى جهة المشرق وان دخل الشمالي قبل الجنوبي فيكون الخيط مايلا الى جهة المغرب وقس على ذلك تصب ان شا الله تعالى

(١) ناقص في الأصل .

الخاتمة في معرفة العمل بالرسوم التي على سطح غطا هذه الآلة وقد تقدم الكلام على بيانها في باب الرسوم اما العمل بدواير القناقات فطريقه ان تدخل باسم القناق الذي انت فيه ثم انظر ما وازاه من الساعات فهو مقدار ما بينه وبين الذي بعده والقناق لفظة اصطلح الناس عليها ليست في كتب اللغة فيما اعلم ويعنون بها المنازل وعددها من مصر الى اسلامبول ستة وستون قناقاً بسير الخزنالية واما العمل بدايرة رجال الغيب نفعنا الله بهم وببركاتهم فجعلت الكلام عليها مضمناً في سبع مسايل التقطتها من الكتب وما الف فيها من الرسايل متوسلا الى الله تعالى في اتمامها باعظم الوسايل مهبط انوار الجبروت ومجمع حقايق اللاهوت ومنبع رقايق الناسوت الرسول الاعظم والنبي الاكرم المدعو بفرد من افراد بني آدم سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم...

قطعة من الزيج الحاكمي الكبير

لابن يونس

في استعمال صفيحة المساترة

المصدر : مخطوطة اكسفورد بودليان هونتينجدون ٣٣١ ، ق ١١٢ ظ — ١١٣ و

استخراج خط نصف النهار بالسمت اذا كان معك سمت معلوم لارتفاع معلوم واردت ان تستخرج بهما خط نصف النهار فان اردت ذلك بصفيحة المساترة فضع طرف العضادة المحدد على عدد السمت ان كان شرقيا فعلى اعداده الشرقية في الربع الذي فيه السمت وان كان غربياً فعلى اعداده الغربية في الربع الذي فيه السمت وذلك ان للسمت جهات اربعاً شرقي شمالي وشرقي جنوبي وغربي شمالي وغربي جنوبي وربما لم يكن[1] للشمس سمت فيه فضع حينئذ طرف العضادة على خط المشرق والمغرب اما اذا كانت الشمس في المشرق فانك تضع طرف العضادة في جهة المشرق واما اذا كانت في المغرب فانك تضع طرف العضادة في جهة المغرب فاذا جعلت طرف العضادة على مكان السمت او خط المشرق والمغرب فارصد الارتفاع حتى يقارب الارتفاع الذي حسبت سمته ثم أدر صفيحة المساترة على سطح معتدل موزون من

(١) في الأصل : تكن

الزوال من خطوط فضل داير[٣٢] بسيطة ذلك العرض فهو الباقي للزوال ان وقع في الخطوط الغربية والا فهو الماضي منه واما معرفة الماضي من الشروق والباقي للغروب فطريقه ان تسقط الباقي للزوال من نصف قوس تلك البلدة[٣٣] يحصل الماضي من الشروق وان اسقطت الماضي من الزوال منه ايضاً يحصل الباقي للغروب ويعلم وقت الزوال بمساترة ظل الخيط لخط الزوال واما وقت العصر فيعلم دخوله[٣٤] بوصول طرف[٣٤] ظل الشاخص[٣٥] الاقصر لاي محل من قوس عصر تلك البلدة والله اعلم

الباب الثالث في معرفة نصف قوس نهار كل عرض من بسيطته المخصوصة به وكذا نصف قوسي[٣٦] الليل والنهار وقوسيهما ومعرفة حصتي العصر والغروب وطريقته ان ترصد الشمس وقت شروقها او وقت غروبها ثم اقعد الآلة على الجهات كما تقدم ثم ضع الخيط في[٣٧] بخش العرض المطلوب من الابخاش الموضوعة[٣٨] في اعلا[٣٨] الشخص الاطول[٣٩] ثم انظر ما بين ظل الخيط وخط الزوال من خطوط فضل الداير الغربية من البسيطة المخصوصة بذلك العرض ان كنت من[٤٠] قبل الزوال او من الشرقية ان كنت بعده فما كان فهو نصف القوس اسقطه من مائة وثمانين يبقى نصف قوس الليل اضعف[٤١] كلا منهما يحصل قوسه كاملا تنبيه فان كنت في الشمال ووقع ظل الخيط خارجاً عن افق البسيطة ولم يكن خارج الافق نصف فضله فاجعل راس الابرة على طرف الخط الذي داخل الحق وذنبها على راسه وانظر ما بين ظل الخيط وخط الافق من خطوط فضل الداير زده على تسعين يحصل نصف قوس نهار ذلك اليوم في تلك البلد تنبيه فان القت الشمس شعاعها على[٤٢] حايط لم يمكن الوصول اليه[٤٣] فاعمد الى منكام صحيح العمر والسير وادره وقت الشروق المحرر واحفظ عدة قلباته الى ان يمكنك الوصول الى شعاعها ثم خذ فضل الداير لذلك الوقت واجمع اليه ما مضى من قلبات المنكام بالطريق المتقدم او بغيره من الطرق المعلومة يحصل من مجموعها نصف قوس النهار واما معرفة حصتي العصر والغروب فطريقه ان تضع الآلة على الجهات وترصد ظل الشخص الاقصر الى ان يصل قوس عصر تلك البلدة فانظر حينئذ ما قطع ظل الخيط من الخطوط الماضية من الزوال فهي حصة العصر اسقطها من نصف القوس يحصل حصة الغروب والله اعلم .

(٣٢) في ب : دايرة (٣٣) في أ : البلد (٣٤) - (٣٤) في أ : بوصوله وان (٣٥) في ب : الشخص (٣٦) في أ : قوس (٣٧) في أ : على (٣٨) - (٣٨) في أ : على أعلا ، في ب : في أعلى (٣٩) ناقص في أ (٤٠) ناقص في ب (٤١) في ب : اضف (٤٢) في ب : في (٤٣) في أ وب : اليها

بتسعة(٢١) بيوت (٢٠) تحوي عدد القناقات من الديار المصرية الى الديار الرومية وقدر ساعات ما بين كل قناق وآخر بسير الخزنلية(٢٢) حفظهم الله تعالى بجاه محمد خير البرية وبداخل هذه الدايرة دايرة صغيرة مقسومة بثمانية اقسام على كل قسم اعداد هندية وهي اعداد الشهر العربي وهي منسوبة للقطب الرباني والعارف الصمداني سيدي محيي الدين بن العربي نفعنا الله به وببركاته يعلم منها محل رجال الغيب وهي مشهورة الاستعمال بالبلاد الرومية والهندية ولها دعا مخصوص بها يتوجه الى جهة محلهم وساذكر ما تيسر من الكلام على هذه الدايرة في خاتمة هذه الرسالة ان شا الله ولنشرع الآن في بيان كيفية استخراج الاعمال من هذه الآلة متوكلا على الله فاقول وبالله التوفيق

الباب الاول في كيفية اقعاد(٢٣) الآلة على الجهات واستخراج القبلة في جميع الاوقات وطريقه ان تضع الآلة على ارض مستوية وضعاً يوازي سطحها سطح الافق بحيث لو صب عليه(٢٤) مايع لخرج من جميع جوانبه ثم حرك(٢٥) الآلة يمنى ويسرى الى ان ترى طرف الابرة الرقيقة التي داخل الحق على موازاة طرف الخط التي في اسفله وراسها موازيا لراسه ايضاً فحينئذ تكون موضوعة على الجهات الاربع(٢٦) فاذا استقبلت الجنوب كان المشرق عن يسارك والمغرب عن يمينك والجنوب قبالة وجهك والشمال خلف ظهرك وقد تم استخراج الجهات الاربع وثم مسئلة يستغنى بذكرها عن استخراج الجهات بواسطة هذه الابرة ولكن ليس هذا محله لعسور فهمها عن من لم يتقدم له اشتغال بالآلات الارتفاعية واما استخراج القبلة فهو ان تنظر الى اسم البلد الذي تريد من دايرة المحاريب او ما هو قريب منها فاجعله في صدرك متحريا(٢٧) لموازاة مركز تلك الدائرة(٢٨) فتكون مستقبلا لجهة الكعبة تنبيه فان لم تجد البلد المطلوب موجوداً في دايرة المحاريب فاعرف سمته وجهته من الجداول المعدة لذلك وعد بقدره من الربع الذي هو فيه وكمل العمل والله اعلم

الباب الثاني في معرفة الباقي للزوال والماضي منه والماضي من الشروق والباقي للغروب ووقتي الزوال والعصر اقعد الآلة على الجهات ثم ضع الخيط في بخش العرض الذي انت فيه وثقله بقطعة من(٢٩) رصاص ونحوه وليعلم ان الخطوط التي في جهة المغرب لمعرفة الباقي للزوال والتي(٣٠) في(٣١) جهة المشرق لمعرفة الماضي منه ثم انظر ما بين ظل الخيط وخط

(٢١) في ب : بتسع (٢٢) في ب : الخزيلية (٢٣) في أ : انفاد (٢٤) ناقص في أ
(٢٥) في أ : حول (٢٦) ناقص في ب (٢٧) في ب : متحريا (٢٨) في أ : الأبرة (٢٩) ناقص في أ (٣٠) في ب : والذي (٣١) ناقص في أ و ب

ناشدتك الله ان عاينت لي خطأ فاسترّ[٨] فان خيار الناس من سترا

وليعلم اني قليل البضاعة من علم هذه الصناعة والله اسال ونبيه اتوسل ان يجعلها خالصة لوجهه الكريم وان ينفع بها انه على ما يشا قدير وبالاجابة جدير وحسبنا الله ونعم الوكيل ولا حول ولا قوة الا بالله العلي العظيم وسميت هذه الرسالة بكشف الريب وبيان السر الغموض[٩] في العمل بدايرة رجال الغيب وبالبسيطة ذات العروض وجعلتها مرتبة على مقدمة وثلاثة ابواب وخاتمة واسال الله تعالى حسن الخاتمة

فالمقدمة في وصف رسوم هذه الآلة وصفتها دايرة مجسمة برسوم فوق سطحها دايرة فيها محاريب البلدان وداخل هذه الدايرة ايضا قطع دواير اربع يحوي[١٠] كل قطعة منها بسيطة فضل داير لعرض مخصوص فالاولى[١١] منها لعرض مصر والثانية لعرض اسلامبول والثالثة لعرض دمشق والرابعة لعرض[١٢] مدينة الرسول عليه[١٣] افضل الصلاة والسلام ومن داخل هذه الدايرة قسى عصر اربع كل قوس يستعمل في عرض بلدة ولهولاء القسى شخص اقصر من نحاس قايم على خط نصف نهار تلك الآلة يعلم به وقت العصر وهو خط نصف النهار ايضاً وشخص(١٣+) اطول باعلاه اربع بخوش كل بخش يستعمل في عرضه فالاعلى لعرض اسلامبول والاسفل لعرض دمشق والذي يليه لعرض مصر واسفله لعرض مدينة الرسول عليه افضل الصلاة والسلام يعلم بظل الخيط الموضوع فيه الباقي للزوال والماضي منه وايضاً الباقي من النهار والماضي منه ونصف قوس كل نهار وقوسي[١٤] النهار والليل ووقت العصر وحصّتي[١٥] العصر والغروب ولا يخفى على من له دراية بهذا الفن استخراج اعمال كثيرة بهذه الالة وفي وسط هذه الالة حق مدور داخله ابرة رقيقة قايمة على شخص من نحاس وصفتها هكذا **ش لـهـب ج** وباسفل هذا الحق شكل موضوع على صفتها راسه لجهة القطب الشمالي وطرفه لجهة القطب الجنوبي واعلم ان هذه الابرة مكتسبة[١٦] بحجر المغناطيس راسها بالعين الشمالية[١٧] والاخرى بالجنوبية منه[١٨] فهي لا تدور دايماً الا موازية للقطبين وقد تمت رسوم باطن[١٩] هذه الآلة[٢٠] واما الرسوم التي بسطح غطايها فدايرة مقسومة

(٨) في ب : استر (٩) في أ : الغامض (١٠) في أ : تحو ؛ في ب : تحتو (١١) في أ : فالال
(١٢) ناقص في ب (١٣) في ب : عليها(١٣+) في أ و ب : شخص (١٤) في أ : وقوس (١٥) في أ: حصة
(١٦) في ب : مكسة (١٧) في أ : الشالي (١٨) ناقص في ب (١٩) ناقص في ب
(٢٠) - (٢٠) ناقص في أ

الجزء العلمي

من كشف الريب وبيان السر الغموض

في العمل بدائرة رجال الغيب

وبالبسيطة ذات العروض

لعبدالله بن عبدالرحمن الطولوني

المصادر
- أ : مخطوطة دار الكتب المصرية طلعت مجاميع ٥،٨١١ ، ق ٤٨ ظ — ٥٧ و
- ب : مخطوطة دار الكتب المصرية مصطفى فاضل ميقات ١٧٥، ٢، ق ٣١ ظ — ٤٧ظ

(١) بسم الله الرحمن الرحيم(٢) وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم تسليما كثيراً(٢) الحمد لله المعطي فلا مانع لما اعطى(٣) والساتر فلا ينكشف عن من ستره غطا والصلاة والسلام على من انزل عليه في محكم كتابه العزيز وكلامه القديم حافظوا على الصلوات والصلاة الوسطى وعلى آله وصحبه من علوا على من علا(٤) بسيط الارض بصحبته فخارا وبسطاً واشهد ان لا اله الا الله وحده لا شريك له شهادة عبد مذنب مقر بما جناه واخطا(٥) واشهد ان سيدنا محمد عبده ورسوله(٥) اما بعد فيقول فقير رحمة ربه واسير وصمة ذنبه المتوكل على الحنان المنان عبدالله بن الشيخ عبدالرحمن الطولوني الموقت بمسجد احمد بن طولون رحمه الله تعالى آمين(٦) سالني بعض من وجب حقه علي ووصل بره واحسانه الي ان اضع له الفاظاً(٧) قليلة المباني(٧) كثيرة المعاني على الآلة التي وضعتها له طالباً من الله المعونة سايلا ممن اطلع على عيب فيها ان يستره بعنان القلم كما قال بعضهم

(١) في أول أ : هذه الرسالة تسمى كشف الريب وبيان السر الغامض (!) في العمل بدايرة رجال الغيب للطيلوني (٢) - (٢) في ب : وبه توفيقي (٣) في أ : عطى (٤) في أ : على (٥) - (٥) ناقص في ب (٦) ناقص في أ (٧) - (٧) في أ : قليلة

مطالع الشروق وان أجريت// كذلك إلى نظير الدرجة كان مطالع الغروب وإن زدت الماضي من النهار على مطالع الشروق أو الماضي من الليل على مطالع الغروب حصل مطالع الوقت ومطالع التوسط هي مطالع الزوال بالفلك المستقيم

الفصل التاسع في معرفة الماضي والباقي من الليل من جهة الكواكب المرصودة المطالع أقم الخيط المركب على هدفه(٧) العضادة مقام خيط المساترة وارصد على الكوكب بعد أن تنصب الآلة على الجهات فما بين العضادة وخط نصف النهار هو الباقي لتوسط الكوكب إن كان شرقيا والماضي منه إن كان غربيا وإن أسقطت مطالع الوقت من مطالع الشروق حصل الباقي من الليل وكذا إن أسقطت مطالع الشروق من مطالع الكوكب وقت توسطه حصل الماضي من الغروب كذا إن أسقطت مطالع الكوكب وقت توسطه من مطالع الشروق حصل الباقي من الليل والله أعلم

الفصل العاشر في معرفة العمل بالبسيطة التي على ظهر بيت الصندوق والقوائم التي على جهة التربيع القائم على الأفق اجعل الشاخص في مركز كل واحدة أردت العمل بها بعد أن تجعل الصندوق على وجه البيت ويوضع على الجهات فما قطع الشاخص من الأقسام فهو فضل الدائر والله أعلم بالصواب

وفي هذا القدر كفاية ومن أراد الزيادة فعليه بالرسالة الكبرى للمصنف والله أعلم بالصواب نقلت من خط بن أبي الفتح تمت بحمد الله وعونه ...(٨)

(٧) في الأصل : الهدفة (٨) كلمة غير مقروءة .

الفصل الثالث في معرفة نصف القوس والدائر من الفلك وهو الماضي من الشروق إن كنت قبل الزوال والباقي للغروب إن كنت بعد الزوال ومجموع الدائر وفضل الدائر هو نصف قوس النهار اقلب منكابا من شروق الشمس كساعة مثلا ثم خذ فضل الدائر عند فراغه ثم اجمع الماضي للباقي يحصل نصف قوس نهارك(٥) اضعفه يحصل قوس النهار كاملا اسقطه من الدور ٣٦٠ يبقى قوس الليل من الغروب للشروق(٥) ثم إذا أسقطت فضل الدائر من نصف القوس حصل الماضي والباقي من النهار والله أعلم

الفصل الرابع في معرفة ارتفاع الشمس لأي وقت شئت أقم الغطاء قائماً على الأفق(٦) على أول أنجاش العروض(٦) ثم أدر الصندوق يمنة ويسرة إلى أن يحاذي سطح الغطاء وجه الشمس فعندما (؟) أدر العضادة حتى تساتر فما بين حرف العضادة والأفق هو الارتفاع وإن أخذت ارتفاع الشمس وقت الزوال كان ذلك الغاية للارتفاع والله أعلم

الفصل الخامس في معرفة ميل الشمس وطريقه أن تسقط الغاية من تمام العرض إن كانت الشمس في الجنوب يحصل الميل الجنوبي وإن أسقطت تمام العرض من الغاية إن كانت
٢ و الشمس في الشمال // حصل الميل الشمالي تنبيه هذا إذا لم تكن الغاية شمالية فإن كانت شمالية فاسقطها من قف ثم اسقط من الباقي تمام العرض يحصل الميل الشمالي والله أعلم

الفصل السادس في معرفة نصف الفضلة خذ الفضل بين نصف القوس و ص فإن كان الفضل لص فنصف الفضلة جنوبية وإلا فشمالية والله أعلم

الفصل السابع في معرفة ارتفاع العصر وفضل دائره والباقي للغروب اعرف ظل الزوال من الهدفة المقسومة وزد على ذلك قامة ثم استخرج قوس الحاصل فهو ارتفاع العصر ثم خذ فضل الدائر عند وقت ارتفاع العصر فما كان فهو ما بين الظهر والعصر اسقطه من نصف القوس يحصل ما بين العصر والغروب والله أعلم

الفصل الثامن في معرفة مطالع الشروق والغروب والتوسط ومطالع الوقت اعلم أن مطالع الشروق الحمل كا والثور كد والجوزاء ل والسرطان والأسد والسنبلة والميزان والعقرب والقوس كل واحد له والجدي مطالعه ل والدلو كد والحوت كا كل ذلك لعرض ل شمال فإذا علمت ذلك فأجري ذلك من أول الحمل إلى درجة الشمس على هذا الحساب فما كان فهو

(٥) - (٥) في الهامش (٦) - (٦) فوق السطر

الغطاء قائما على سطح الأفق على زوايا قائمة وأدر الآلة بحيث تصير العضادة في الوجه الجنوبي وأدر العضادة حتى يقع ظل الهدفة العليا التي فيها الخرم على المعترضة في الوقت الذي تريد فما حاز الظل من أجزائها فهو الظل المنكوس من نوع تلك القامة في الوقت الذي قست فيه وإن استخرجت الارتفاع في ذلك الوقت بطريقه حصل ارتفاع ذلك الظل والله أعلم بالصواب

٢

رسالة ابن أبي الفتح الصوفي

في العمل بصندوق اليواقيت

المصدر : مخطوطة برلين ٥٨٤٥ ، ق ١و – ٢ ظ

رسالة(١) مختصرة(٢) في العمل(٢) بصندوق اليواقيت لابن أبي الفتح رحمه الله

بسم الله الرحمن الرحيم وصلواته على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم الحمد لله حمد الشاكرين وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطيبين(٣) الطاهرين(٣) وبعد فهذه نبذة يسيرة في معرفة اخراج الوقت بالآلة المعروفة بصندوق اليواقيت المنسوبة للشيخ الامام العالم الراصد الحاسب علاء(٤) الدين بن الشاطر الدمشقي رحمة الله عليه وجعلتها مشتملة على عشرة فصول

الفصل الأول في معرفة إخراج قبلة بلدك وطريقه أن تضع الصندوق على الجهات الأربع كما هو المشهور ثم أدر المحراب النحاس الذي في الغطاء إلى البلد الذي أنت فيه اوسمتها في جهته فحينئذ يكون المحراب منصوبا إلى جهة الكعبة المشرفة

الفصل الثاني في معرفة فضل الدائر وهو الباقي للزوال إن كنت قبله والماضي منه إن كنت بعده وطريقه أن تضع الآلة على الجهات وهي موازية للأفق ثم أدر العضادة حتى تستر ظ الهدفة العليا السفلى // وينفذ شعاع الشمس من الخرم إلى درجة الشمس فما بين حرف العضادة وخط نصف النهار هو فضل الدائر والله أعلم

(١) في الهامش : عمر (؟) الفرس (؟) الحمد لله (٢) – (٢) في الأصل : بالعمل (٣) (٣) في الأصل : الطاهرين وعلى آله وصحبه أجمعين (٤) في الأصل : علاي

القطعة الثانية في وصف بعض أعمال الصندوق

المصدر : مخطوطة برلين ٥٨٤٥ ، ق ٣ و — ٣ ظ

باب في معرفة العمل بالبسيطة التي على ظهر المجر وهي بسيطة بلد لا عرض له وهو خط الاستواء وهي آفاقية تستعمل في ذوات العروض تمال في كل بلد على قدر عرضه تعمل في تلك البلد طريق العمل بها أن تضع الصندوق على الجهات بالإبرة الطويلة التي(١) ترى شعبتاها(١) من خرق المجر يقع لسان الخرق المسمى بموري الجنوب بين شعبتي الإبرة فتكون الآلة حينئذ موضوعة على الجهات وكل جهة في محلها في الشمال والجنوب والشرق والغرب ثم ميل الغطاء الأعلى الذي هو سطح معدل النهار من قوس العروض على قدر عرض تلك البلد التي تريد وضع حرفي العضادة في الجهتين على خط المشرق والمغرب ثم أخرج المجر من مكانه المرسوم على البسيطة(٢) وضع المجر على رأسي الهدفتين في جهته وأقم شاخص البسيطة وانظر الى موقع ظله من خطوط الساعات فهو الباقي للزوال قبله والماضي منه بعده وإن وقع ظل الشخص على خط نصف النهار فهو وقت الاستواء وإن وقع ظل الشخص على قوس العصر كان ذلك الوقت وقت العصر وإن قصر فلم يدخل وإن عداه ظل الشخص فقد فات والله أعلم

باب في معرفة استخراج الظل المبسوط والمنكوس في كل وقت أردت من النهار انصب الآلة على الجهات وضع الصفيحة المعترضة بين الهدفتين ويكون الغطاء الأعلا منطبقاً على الأسفل موازيا للأفق وأدر العضادة حتى يقع ظل الهدفة العليا وهي التي فيها الخرم على المعترضة من الجهتين على السواء فما حاز طرف الظل // من أجزاء المعترضة فهو الظل المبسوط ٣ ظ
في ذلك الوقت على أن القامة يب فإن أردته أقداماً فارفع المعترضة من الجهتين على السواء إلى أن يبقى من أجزاء الهدفة سبعة أجزاء فاعرف ما وقع عليه(٣) الظل من الأجزاء فهو الظل على أن القامة سبعة فإن ساوى آخر الظل من طرف الهدفة آخر الظل من المعترضة فالارتفاع مه والظل المبسوط مساوي للمنكوس قدر القامة فإن وقع الظل أطول من أجزاء المعترضة فارفع المعترضة حتى تصير القامة نصف الاثنى عشر أو ثلثها أو ربعها واعرف الظل فإن أردت استخراج الظل المنكوس فأقم الغطاء الذي هو سطح المعدل على أول أنجاش العروض فيكون

(١) - (١) في الأصل : يرى شعبتيها (٢) في الهامش : والآلة موضـ[وعة على الجهات] (٣) في الأصل : على

التسعين والزيادة التي في سفل قوس العروض والبخش التحتاني يدخل فيه محور ملؤ البخش يمسكه هناك ليصير القوس ممسوكا في البارز من فوق وفي المحور من أسفل في بخش في جنب الصندوق ويميل من قوس العروض كل بلد على قدر عرضه من الأبخاش لكن تجعل البخش المطلوب في البارز وباقي الأبخاش تصير من فوق وهكذا إلى آخره وفي متابلة تلك القطعة التي(٢٤) فيها البارز شظية مثلها هكذا غير أن فيها صفيحة طويلة رأسها محد خاصيتها يرفع بها الغطاء// أو يخفض على عروض مخصوصة مكتوبة في سفل جانب الصندوق الأيسر من جهة المغرب وهي مكة كا ل وطيبة كد م ومصر ل m والقدس لب ودمشق لج ل وحلب لو ولكل اسم عرض من هؤلاء حفرة في حرف الصندوق تركز رأس تلك الرجل فيها فيكون (٢٥) الغطاء مائلا (٢٦) على قدر عرض تلك البلد وهو مساو ومطابق لميل الغطاء من أبخاش ربع العروض فعملت(٢٧) هذه الحفر على اسم هذه العروض المخصوصة ليستغني بها عن قوس العروض وقد انتهى ما على الغطاء من الرسوم

وأما صفة العضادة فهي(٢٨) مسطرة سفلى مبخوشة في وسطها بخش وسع محور معدل النهار في طرفيها لسانان يمران على أقسام دائرة معدل النهار المرسومة على الغطاء الأعلا والمستعمل من لساني العضادة هو الحرف الأقرب إلى الهدفة القائمة التي فيها الخرم ويقوم على هذه المسطرة مسطرتان قائمتان على زوايا قائمة متوازيتان في(٢٩) احدى هاتين الهدفتين(٢٩) في وسطها خرم واسع من خلاف ضيق من جوه يدخل منه شعاع الشمس نقطة تسمى الهدفة العليا نصفها الأعلى من البخش إلى رأسها مقسوم يب جزؤا متساوية هي أجزاء الظل مساوية لأجزاء منقوشة في الصفيحة المعترضة(٣٠) التي في طرفيها قرصان يدخلان بين الهدفتين وهي عرض ما بين الهدفتين تتحرك لفوق وأسفل على موازاة الأفق والمحور شكل أسطواني مشقوق بوسع ما// تدخل فيه صفيحة رقيقة تسمى الفرس يدخل المحور في قطب معدل النهار من وراء الغطاء الأعلى يلي المجر ويخرج من قطب معدل النهار وهو البخش الذي في وسط دائرة الغطاء تدخله في بخش العضادة ويدخل فوق العضادة زردة وتحبس فوقها بالفرس في بخش المحور تضبط العضادة بمرور لسانيها على درج معدل النهار دورانا محكما يستخرج بها غالب الأعمال الفلكية وقد تمت رسوم الصندوق وأسماء آلاته

(٢٤) في الأصل : الذي (٢٥) في الأصل : فيكو (٢٦) في الأصل : مائل (٢٧) في الأصل : فعمل (٢٨) ناقص في الأصل (٢٩) (٢٩) في الأصل : أحد هاذين الهدفتان (٣٠) في الهامش : والهدفة السفلى مثلها مقابلة لها .

خط	يه	ل	مه	س	عه	ص		خط
نصف								المشرق
النهار	قف	قسه	قن	قله	قلك	قه		والمغرب

ثم يبدأ(١٥) من خــط نصف النهار أيضا(١٦) من مقابلة نقطة الشمال من جهة العقبين عن جنبتيه يميناً وشمالا لجهة(١٧) خط المشرق والمغرب(١٧) بالعدد على هذه الصورة

قف	قسه	قن	قله	قلك	قه
يه	ل	مه	س	عه	ص

ينتهي عند خط المشرق والمغرب مــن الجهتين وفي داخل هــذه الدائرة بعــد قسمة الدرج والعدد من جهة الشمال وهي جهة العقبين بعد خط المشرق والمغرب قسي عدتها ١٥(١٨) قوسا أطرافها تجتمع على نقطتي المشرق والمغرب مقطوعة من كل جهة على ربع دائرة صغيرة خوفا من اختلاط الخطوط هناك وهي (؟) (١٩) خمسات تسمى الآفاق لغالب البلاد مكتوب أعدادها عن جنبتي خط نصف النهار فيما بينهم من لَ وإلى سَ وفي النصف الثاني من(٢٠) الدائرة(٢٠) قوس واحد هو أفق عرض دمشق لَجَ لَ وما بقي مكتوب فيه اسم الأمير الذي عمل الصندوق برسمه واسم صانعه وتأريخ عمله وقد تمت(٢١) رسوم الغطاء الأعلى // ٦ و

وعلى يمين الغطاء فوق سطحه من جهة اليمين قطعة ملحومة في طرف الغطاء على هذه الصورة [شكل] البارز المدور منها هو برسم(٢٢) قوس العروض المبخوش وهو وسع أبخاشه فإذا أردت(٢٣) قيام سطح الغطاء الذي هو سطح معدل النهار على زاوية قائمة وهو أول العروض أدخل أول الأبخاش الذي في طرف قوس العروض المبخوش من أعلاه في هذا البارز ويصير ما بعده من أبخاش قوس العروض وهو البخش الذي عليه الجزء الأول هو أول جزؤ من جملة تسعين من قوس العروض وقوس العروض مقسوم بأبخاش بين البخش والبخش درجتان وكل خمسة أجزاء منه مكتوب تحتها أعدادها بحروف الجمل وابتداء العدد من فوق إلى أسفل حتى ينتهي إلى صَ ينطبق الغطاء الأعلى على وجه الحجر ويدخل البارز في بخش

(١٥) غير واضح في الأصل (١٦) غير واضح في الأصل (١٧) - (١٧) في الأصل : المغرب
(١٨) فوق السطر : ٧٥ درجة (!) (١٩) ناقص في الأصل (٢٠)-(٢٠) في الأصل : النصف دائرة
(٢١) في الأصل : تم (٢٢) في الأصل :برسم (٢٣) في الأصل : أراد

والمغرب العرضي صفيحة المحراب وهي(٦) صفيحة من نحاس أصفر مرسوم عليه عمودان(٧)
بينهما محراب معلق في وسطه قنديل في سلسلة ورأس المحراب محدد رقيق مار على أقسام نصف
دائرة مدارة على مركز المحراب هي نصف دائرة الأفق مقسومة **قف**(٨) جزؤا خمسات وعشرات
العشرات مجرورة لفوق مكتوب عليها أعدادها بحروف الجمل وابتداء العدد من(٩) جنبتي خط
نصف النهار وينتهي العدد عند نقطتي المشرق والمغرب إلى **صَ** وعلى رؤس تلك الأقسام
قوائم مكتوب بإزائها بعض محاريب البلاد المشهورة من كل جهة خمسة محاريب موضوعة على
انحرافها من تلك النصف دائرة فالذي في الجهة الغربية الجنوبية بغداد والبصرة وفارس وكرمان
ه و والهند إلى جهة المغرب // والذي في الجهة الشرقية الجنوبية حلب ودمشق وغزة ومصر وصعيد
إلى جهة المشرق والزيادة المربعة التي قدام المجر يجر بها المجر لخروجه ودخوله وقد تم ما على وجه
المجر وهو الغطاء الأول للصندوق من الرسوم

وأما(١٠) صفة الغطاء (١٠) الثاني الأعلا ويسمى سطح معدل النهار وصورته صفيحة
مربعة سمكه من نحاس أصفر في سفله من جهة الشمال (١١) عقبان مدوران بارزان (١١) من
طرفيه يمينا وشمالا يدوران في بخشين قياسهما في زيادتين ملحومتين في جنبتي الصندوق يمينا
وشمالا بحيث يقوم منتصبا وإذا أغلق كان موازياً للأفق منطبقاً على وجه المجر وعلى وجه هذا
الغطاء من الرسوم دائرة كاملة مقسومة بقطرين يتقاطعان على نقطة هي مركز الدائرة وهي محل
قطب معدل النهار المبخوش الذي يدخل فيه المحور فالقطر الأول العرضي الذي إذا انفتح الغطاء
يكون موازيا للأفق يسمى خط المشرق والمغرب والقطر الثاني الطولي الآخذ من قعر الغطاء
إلى(١٢) أعلا ما كان منه (١٢) يسمى خط نصف النهار وباقي هذا الخط من أسفل يسمى خط
وتد الأرض فانقسمت هذه الدائرة بالقطرين أربعة أرباع كل ربع منها **صَ** جزؤا متساوية(١٣)
ه ظ وَ ساعات(١٣) // كل ساعة مقسومة خمسة أقسام كل قسم ثلاث درج وهي درج معدل النهار
درجها لفوق وأعدادها مكتوبة(١٤) تحتها وبيت العدد مقسوم في بيتين يبتدىء العدد الفوقاني
الذي لجهة محيط الدائرة من أعلا الغطاء من الجهتين عن جنبتي خط نصف النهار مكان
رفع الغطاء

(٦) في الأصل : وهو (٧) في الأصل: عمودين (٨) فوق السطر : ١٠٨ (!) (٩) في الأصل: عن
(١٠) - (١٠) غير واضح في الأصل (١١) - (١١) في الأصل : عقبين مدورين بارزين (١٢) - (١٢) في
الأصل : أعلاه ما كان منه (في الهامش - من الغطاء) إلى أعلاه (١٣) في الأصل : ساعات ٧٥ (!)
(١٤) في الأصل : مكتوب

قطعتان من رسالة في صندوق اليواقيت

يحتمل أنهما من رسالة ابن الشاطر

القطعة الاولى في وصف بعض رسوم الصندوق

المصدر : مخطوطة برلين ٥٨٤٥ ، ق ٤ و — ٧ و

وأما ما على وجه المجر من الرسوم فإن سطح وجهه مقسوم بالعرض نصفين فالنصف الجواني الذي في جهة الغطاء الذي هو في جهة الشمال فيه بسيطة آفاقية موضوعة لبلد لا عرض له موضوعة بين مداري المنقلبين السرطان والجدي(١) ومدار الحمل والميزان وهو مدار الاعتدالين في الوسط بينهما مكتوب عليه من جهة المغرب مدار الحمل ومن جهة المشرق مدار الميزان والشخص موضوع في نقطة تقاطع مدار الحمل لخط نصف النهار طوله ١٢ جزؤا مفصلا(٢) يقام يصير منتصبا قائما وينام على وجه المجر إلى جهة الشمال يعلم من وقوع ظله على خطوط الساعات الباقي والماضي بشرطه وخطوط الساعات خطوط مستقيمة موازية لخط نصف النهار يتسعوا كلما بعدوا عن خط نصف النهار في الجهتين مبدأ عددهم من جهة المغرب مكتوب على طرفي المدارين أ ب ج د ه و تكون السادسة هي خط نصف النهار ثم من جهة المغرب ز ح ط ي يا وفي ما بين مداري السرطان والجدي قوس عصر آفاقي وهو نصف دائرة محدبها يماس للساعة التاسعة على نقطة من مدار الحمل مكتوب عليه عصر آفاقي وقد تمت صورة البسيطة // ٤ ظ

وأما ما في نصف المجر الثاني الذي لجهة صدرك والذي (٣) فيه الحرق الذي يرى(٤) منه شعبتي(٥) الإبرة فهو مقسوم بخط المشرق والمغرب عرضا من المشرق إلى المغرب وطولا بخط نصف النهار من مسمار المحراب إلى لسان الحرق ويسمى مري الجنوب وعلى مركزه وهو محل مسمار المحراب وهو نقطة التقاطع الحادث من خط نصف النهار الطولي وخط المشرق

(١) في الهامش : للجنوب (٢) في الأصل : مفصل (٣) في الأصل : التي (٤) في الأصل : يرى
(٥) في الأصل : شعبتين

Mayer Mayer, L.A. *Islamic Astrolabists and their Works.* (Geneva: Albert Kundig, 1956).

Michel Michel, H. *Traité de l'Astrolabe*, (Paris: Gauthier-Villars, 1947. Nouvelle édition Paris : Alain Brieux, 1976).

Nasr Nasr, S. H. *Islamic Science: an Ilustrated Study*, (London: World of Islam Festival Publishing Co. Ltd., 1976).

Poulle Poulle, E. "Un instrument astronomique dans l'Occident Latin: la "Saphea"," dans *A Giuseppe Ermini*, (Spoleto: Centro Italiano di Studi Sull' Alto Medioevo, 1970), pp. 491-570.

Price Price, D.J. de S., Remarks on Ibn al-Shāṭir's *ṣandūq al-yawāqīt* in Singer, C., *et al.*, *History of Technology*, (Oxford University Press, 1957), vol. III, p. 599 and fig. 353.

Reich-Wiet Reich, S., and Wiet, G., "Un Astrolabe Syrien du XIV^e^ Siècle", *Bulletin de l'Institut Français d'Archéologie Orientale* (Le Caire), 38-39 (1939-40), 195-202, reprinted in *Kennedy-Ghanem*, pp. 36-43.

Sayili Sayili, A., *The Observatory in Islam*, (Ankara: Publications of the Turkish Historical Society, Series VII: No. 38, 1960).

Schmalzl Schmalzl, P., *Zur Geschichte des Quadranten bei den Arabern.* (Munich: Salesianische Offizin, 1929).

Sédillot-fils Sédillot, L. A. "Mémoire sur les Instruments Astronomiques des Arabes", *Mémoires de l'Académie Royale des Inscriptions et Belles-lettres de l'Institut de France*, I (1844), 1-229.

Sédillot-père Sédillot, J.-J. *Traité des Instruments Astronomiques des Arabes.* 2 vols. (Paris: Imprimerie Royale, 1834-1835).

Sezgin Sezgin, F., *Geschichte des arabischen Schrifttums.* Band V: Mathematik and Band VI: Astronomie-Astrologie. (Leiden: E.J. Brill, 1974 and 1978).

Suter Suter, H. "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900).

Tekeli 1 Tekeli, S. "Nasirüddin, Takiyüddin ve Tycho Brahe'nin Rasat Aletlerinin Mukayesesi", *Ankara Universitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakultesi Dergesi*, 16 (1958), 301-393, (Ankara: Türk Tarih Kurumu Basimevi, 1958).

2 (The) "Equatorial Armilla" of Iz (z) al-Din b. Muhammad al-Wafai and (the) Torquetum," *Ankara Universitesi Dil ve Tarih-Cografya Fakultesi Dergesi*, 18 (1960), 227-259, (Ankara: Türk Tarih Kumuru Basimevi, 1962).

Ünver Ünver, A.S., *Istanbul Rasathanesi* (in Turkish), *Türk Tarih Kurumu Yayinlarindan*, VII Seri, Sa. 54 (Ankara, 1969).

Wiedemann Wiedemann, E. *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte.* 2 vols. (Hildesheim: Georg Olm, 1970).

Wiedemann-Hauser Hauser, F. and Wiedemann, E. "Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur", *Abhandlungen der kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher*, 100:5 (1915).

de Zambaur de Zambaur, E., *Manuel de Généalogie et de Chronologie pour l'Histoire de l'Islam*, (Bad Pyrmont: Heinz Lafaire, 1955 (reprint of 1927 edition)).

BIBLIOGRAPHICAL ABBREVIATIONS

Ahlwardt	Ahlwardt, W., *Die Handschriften-Verzeichnisse der Königlichen Bibliothek zu Berlin. 5. Band: Verzeichniss der arabischen Handschriften*, (Berlin: A. Asher & Co., 1893).
Brice-Imber-Lorch	Brice, W., Imber, C., and Lorch, R., "The Dā'ire-yi Mu'addel of Seydī Alī Re'īs, *Seminar on Early Islamic Science* (The University of Manchester), Monograph No. 1 (July, 1976).
Brockelmann	Brockelmann, C., *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2 vols. 2nd ed. (Leiden: E.J. Brill, 1943-49), Supplementbände. 3 vols. (Leiden: E.J. Brill, 1937-42).
Destombes	Destombes, M. "Des chiffres coufiques des instruments astronomiques arabes", *Physis*, 2:3 (1960), 197-210.
Dizer	Dizer, M., "The *dā'irat al-muᶜaddal* in Kandilli Observatory and Some Remarks on the Earliest Recorded Islamic Values of the Magnetic Declination", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977).
DSB	*Dictionary of Scientific Biography*. 13 vols. (New York: Charles Scribner's Sons, 1970-76).
EI 2	*Encyclopaedia of Islam*. 2nd ed. 3 vols. to date. (Leiden: E.J. Brill, 1960-present).
Gunther	Gunther, R.T. *The Astrolabes of the World*. 2 vols. (Oxford University Press, 1932).
Irani	Irani, R.A.K. "Arabic Numeral Forms", *Centaurus*, 4 (1955), 1-12.
Janin	Janin, L. "Le Cadran Solaire de la Mosquée Umayyade à Damas", *Centaurus*, 16 (1972), 285-298, reprinted in *Kennedy-Ghanem*, pp. 107-121.
Kennedy	Kennedy, E.S. "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S., 46:2 (1956), 123-177.
Kennedy-Ghanem	Kennedy, E.S. and Ghanem, I. *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir: An Arab Astronomer of the Fourteenth Century*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1976).
Kennedy-Haddad	Haddad, F. and Kennedy, E. S., "Geographical Tables of Medieval Islam", *Al-Abḥāth*, 24 (1951), 87-102.
King 1	King, D. A. "On the Astronomical Tables of the Islamic Middle Ages", *Studia Copernicana*, 3 (1975), 37-56.
2	"Astronomical Timekeeping in Fourteenth Century Syria", *Proceedings of the First International Symposium of the Institute for the History of Arabic Science*, Aleppo, 1976.
3	"Medieval Mechanical Devices: a review of D. Hill's translation of al-Jazarī's treatise on mechanical devices", *History of Science*, 13 (1975), 284-289.
4	"A Fourteenth Century Tunisian Sundial for Regulating the Times of Muslim Prayer", in Saltzer, W.G., and Maeyama, Y., eds., *Prismata: Festschrift für Willy Hartner*, (Wiesbaden: Franz Steiner Verlag, 1977), pp. 187-202.
Livingston	Livingston, J. W., "Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's al-Tadhkirah: A Category of Islamic Astronomical Literature", *Centaurus*, 17 (1972), 260-275.
Lorch 1	Lorch, R.P., "The Astronomy of Jābir Ibn Aflaḥ", *Centaurus*, 19 (1975), 85-107.
2	"The Astronomical Instruments of Jābir Ibn Aflaḥ and the Torquetum", *Centaurus*, 20 (1976), 11-34.
Maddison-Turner	Maddison, F., and Turner, A. *Catalogue of an Exhibition "Science and Technology in Islam" held at the Science Museum, London, April-August* 1976, *in association with the Festival of Islam* (unpublished).

٧/ صفيحة رقيقة تسمى العرس بدخل المحور من قطب معدل النهار
من وراء الغطاء الاعلى يلي المحرة ويخرج من قطب معدل النهار وهو
التجنيس الذي في وسط دائرة الغطاء ثم تدخل في تجنيس العضادة
ويدخل فوق العضادة زردو وتحبس فوقها بالعرس في تجنس
المحور نضبط العضادة بمرور لسانيها على درج معدل النهار
دورانا محكما يستمع به في غالب الأعمال الفلكية
وقد تمت رسوم الصندوق

Pl. 23: fol. 7r

الابيض

آو تحفض على عروض مخصوصة مكتوبة في سفل جانب الصندوق
من جانبه المغرب وصى [illegible] كال [illegible] كدم ومصر لـ [illegible]
والقدس [illegible] ودمشق [illegible] وحلب و ولكل اسم عرض من هذه
حفرة في حرف الصندوق تركز رأس تلك الترحل فيها فيكون الغطا
مائلا على قدر عرض تلك البلد وهو مساو ومطابق لميل الغطا
من الخاص ربع العروض فعمل هذه الحفر على اسم هذه العروض
المخصوصة ليستغني بها عن قوس العروض وقد انتهى ما على الغطا المرسوم
وأما ظهر العضاده مسطرة بسفلي مخوشة في وسطها بحسب
وسع محور معدل النهار في طرفيها لصناعتان مشتران على اقسام
دائرة معدل النهار المرسومة على الغطا الأعلا والمستعمل من ليتابي
العضاده هو الحرف الاقرب الى الهدفة القائمة التي فيها الحرم
والهدف [illegible] مسطرتان قائمتان على زوايا قائمة متوازيتان
في أحد هاذين الهدفتان في وسطها خرم واسع من خلف ضيق من قدّه
يدخل منه شعاع الشمس تغطه تسمى الهدفة العليا مصفحا الاعلى
من النصف الى اسها منقوش [illegible] جزوا متساوية هي اجزاء الظل
مساوية لاجزاء منقوشة في الصفيحة المعترضة التي في طرفها وجهات
يدخلان بين الهدفتين وهي عرض ما بين الهدفتين تتحرك للفوق والعل
على موازاة الأفق والمحور شكل اسطواني مشقوق ليوسع ما يدخل
فيه صفيحة رقيقة

Pl. 22: fol. 6v

ويلى مثل الغطا فوق سطح من جهة اليمين قطعة محومة في طرف الغطا
على هذه الصورة [figure] البارز المذكور منها هو برسم قوس
العروض المخروس وهو وسع الخانيشه فإذا أراد قيام سطح
الغطا الذى هو سطح معدل النهار على زاوية قائمة وهو أول عروض
أدخل أول الاخاتش الذى فى طرف قوس العروض المنحوت من اعلاه
في هذا البارز ويصير بها العلى من اخاتش قوس العروض وهو الجز
الذى عليه الحز الأول هو اول جزء من جملة تنتسب من قوس العروض وقوس
العروض مقسوم بانجاش بين الجحر والجحش درجات وكل جزء منه
اجزاء منه مكتوب تحتها اعدادها بحروف الجمل وابتداء المعدود
من فوق الى اسفل حتى ينتهى الى ض فيطبق الغطا الذى على
وجه الحجر ويدخل البارز فى خش النقص والزيادة التى هى
سفل قوس العروض والجحش التحتانى يدخل فيه محور ملو الجحش
يمسكه هناك ليصير القوس ممسوكا فى البارز من فوق وفى المحور
من اسفل في بخروج جنب الصندوق ويمثل من قوس العروض
كل بلد على قدر عرضه من الانجاش لكن نجعل الجحش المطلوب بالحجر
هو البارز وباقى الانجاش نصير فوق وهكذا الى الفوق
مشطبة مثلها [figure] هكذا
غير أن فيها صفيحة طويلة راسها محدد يرفع بها الغطا

كل ساعة مقسومة خمسة أقسام كل قسم ثلاث درج

وهي ربع معدل النهار درجها لفوق وأعدادها مكتوب

تحتها وبيت العدد مقسوم في بيتين [illegible] العدد الفوقا

الذي لجهة محيط الدائرة من أعلا العظام من الجهتين عن جنبتي خط

نصف النهار مكان رفع الغطا

ص	عه	س	مه	لـ	بع
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

من مقابلة نقطة الشمال من جهة العقبين عن جنبيه يمينا

وشمالا لا جهة المغرب بالعدد على هذه الصورة

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
ص	عه	س	مه	لـ	[illegible]	[illegible]

ينتهي عند خط المشرق والمغرب

من الجهتين [illegible]

بعد [illegible] جهة الشمال وهي جهة العقبين [illegible]

فيبقى عددها [illegible] قوسا أطرافها تجمع على نقطتي المشرق والمغرب

حقيقة [illegible] على [illegible] دائرة صغيرة هو [illegible] اختلاط الخطوط هناك خمسات

لتسمى [illegible] مكتوب اعدادها عن جنبي خط نصف النهار

فيما بينهم من [illegible] والى [illegible] وفي النصف الثاني [illegible]

فوقها والحد هو أفق عرض دمشق لحلا وما بقي مكتوب فيه

اسم الأمير الذي عمل الصندوق لرسمه واسم صانعه وتاريخ عمله

وقد تم رسوم العظام الأعلى

Pl. 20: fol. 5v

والذي في الجهة الشرقية الجنوبية حلب ودمشق وغزة ومصر وصعيد
الجهة المشرق والزيادة المربعة التي قدام المجر تخرج بها
المجر لخروجه ودخوله وقد تمر ما على وجه المجر وهو الغطا
الأول للصندوق من الرسوم واما [illegible] الثاني
الأعلى ويسمى سطح معدل النهار وصورته صفيحة مربعة سمك
من نحاس أصفر في سفله من جهة الشمال عقبين مدورين
بادرين من طرفيه يمينا وشمالا يدوران في تخشين فباسها
في زيادتين ملحومتين في جنبي الصندوق يمينا وشمالا
بحيث يقوم منتصبا واذا أغلق كان موازيا للأفق
منبطحا على وجه المجر وعلى وجه هذا الغطا من الرسوم
دايرة كاملة مقسومة بقطرين يتقاطعان على نقطة هي مركز
الدايرة وهي محل قطب معدل النهار المنحوس الذي يدخل فيه المحور
والقطر الأول العرضي الذي اذا فتح الغطا يكون موازيا للأفق
يسمى خط المشرق والمغرب والقطر الثاني الطولي الآخذ من قعر الغطا
الى اعلاه ما كان منه الى اعلاه يسمى خط نصف النهار وما في هذا الخط
من اسفل يسمى خط وسط الارض فانقسمت هذه الدايرة بالقطرين
اربعة ارباع كل ربع منها [illegible] جزءا متساوية ساعات

Pl. 19: fol. 5r

وأمّا ما في نصف المحراب الذي لجهة صدرك الذي فيه الخرق
الذي يُرى منه شعيبين الابرة فهو مقسوم بخطّ المشرق والمغرب
عرضًا من المشرق الى المغرب وطولًا بخطّ نصف النهار من
مسمار المحراب الى لسان الخرق ويُسمّى مُري الجنوب
وهو محلّ مسمار المحراب وهو نقطة التقاطع
الحادث من خط نصف النهار الطولي وخط المشرق والمغرب العرضي
وهو صفيحة من نحاس اصفر مرسوم عليه عمودين
بينهما محراب مُعلّق في وسطه قنديل في سلسلة وراس المحراب
مُحدّد رقيق مارّ على اقسام نصف دايره مُدارة على
مركز المحراب هي نصف داير الافق مقسومة قطعًا اجزاوًا
خمسات وعشرات العشرات مجرودة لعنون مكتوب عليها
اعدادها بحروف الجمل وابتدا العدد عن جنبي خط
نصف النهار وتنتهي العدد عند نقطتي المشرق والمغرب الى ص
وعلى رؤوس تلك الاقسام قوابيه مكتوب بإزايها بعض محاريب
البلاد المشهورة من كلّ جهة خمسة محاريب موضوعة
على انحرافها من تلك النصف داير فالذي في الجهة الغربية
بغداد والعجم وفارس وكرمان والهند الى جهة المغرب
والذى

Pl. 18: fol. 4v

٦/ مقسوم وجهه سطح مرسوم من الرخام على وجه الحجر فاعلى
بالعرض دقيقين فانتصف الحواشي الذي في جهة العلى الذي
هو في جهة الشمال فهو السطح ٢ فانية موضوعة لبلد
لا عرض له موضوعة بين مداري المنقلبين السرطان والجدي
ومدار الحمل والميزان وهو مدار الاعتدالين في الوسط
بينهما مكتوب عليه من جهة المغرب مدار الحمل ومن جهة المشرق
مدار الميزان والشخص موضوع في نقطة تقاطع مدار الحمل لخط
نصف النهار طوله ٢ جزوا مفصل بقائم يصير منتصبا قائما
وقيام على وجه الحجر الى جهة الشمال ليعلم من وقوع ظله
على خطوط الساعات الباقي والماضي بشرطه وخطوط الساعات
خطوط مستقيمة موازية لخط نصف النهار متسعوا كلما
تبعدوا عن خط نصف النهار في الحسين متبدأ عدده هم
من جهة المغرب مكتوب على طرفي المدارين ا ب ج د ه و
يكون السادسة هي خط نصف النهار ثم من جهة المغرب ز ح ط ي يا
وفيما بين مداري السرطان والجدي وهو
نصف دائرة محدبها تماس للساعة الثانية عشرة على نقطة من
مدار الحمل مكتوب عليه عصر ٢ فاني

Pl. 17: fol. 4r

من اجزاء المعترضة فهو الظل المبسوط في ذلك الوقت على ان القامة

فان اردنا انه دائما فارفع المعترض من الجص على السواء

الى ان يبقى من اجزاء الهدفة سبع اجزا فاعرف ما وقع على الظل

من الاجزاء فهو الظل على ان القامة سبع فان ساوى الظل

آخر الظل من المعترضة فالارتفاع مه والظل المبسوط مساوي للمعكوس

قدر القامة فان وقع الظل اطول من اجزاء المعترضة فارفع المعترضة

حتى يصير القامة نصف الاثنى عشر او ثلثها او ربعها واعرف الظل

فان اردنا تخريج الظل المنكوس فأقم العضادة التي موضع المعدل على اول الجانب

العرض فيكون العضادة قائما على سطح الافق على زوايا قائمة وادر الآلة

بحيث تصير العضادة في الوجه الجنوبي وادر العضادة حتى يقع ظل

الهدفة العليا التي فيها الحرم على المعترضة في الوقت الذي تريد فما حاز الظل

من اجزائها فهو الظل المنكوس من نوع تلك القامة في الوقت الذي قسمت

وان استخرجت الارتفاع في ذلك الوقت بطريقه حصل ارتفاع

ذلك الظل والله اعلم بالصواب

Pl. 16: fol. 3v

باب ... في معرفة العمل بالبسيطة التي على ظهر المجر 3

وهي بسيطة مشكلة لا عرض لها وهو خط الاستواء وهي كما فيه
تستعمل في ذوات العروض شمالا في كل بلدٍ على قدر عرضه شمالا وجنوبا
طريق العمل أن تضع الصندوق على الجهات بالابرة الطويلة التي يرى
من حرق المجر بنع لسان الحرف المسمى موازي الجنوب بين شعبتي الاسم
فتكون الآلة حينئذٍ موضوعة على الجهات وكل جهة في محلها جهة الشمال
والجنوب والشرق والغرب ثم تميل الغطا الأعلى الذي [illegible]
من قوس العروض على قدر عرض تلك البلاد التي تريد وهو حرف العضادة [illegible]
على خط المشرق والمغرب ثم اخرج المجر من مكانه المرسوم على البسيطة
وضع المجر على راس الهدف فتبين في جهته [illegible] شاخص البسيطة وانظر الى موقع
ظل خطوط الساعات فهو الباقي للزوال قبل والماضي بعده وان وقع ظل الشخص
على خط نصف النهار فهو وقت الاستوا وان وقع ظل الشخص على قوس العصر كان ذلك الوقت
وقت العصر وان [illegible] فلم [illegible] وان [illegible] ظل الشخص فقد فات [illegible] والله اعلم
[illegible] في معرفة استخراج الظل المبسوط والمنكوس
في كل وقت اردت من النهار انصب الآلة على الجهات وضع الصفيحة
المعترضة بين الهدفتين ويكون الغطا الأعلى منطبقا على الاسفل
موازيا للأفق وأدر العضادة حتى يقع ظل الهدفة العليا وهي
التي فيها الخرم على المعترضة من الجهتين على السواء مما حاز طرف الظل

Pl. 15: fol. 3r

كذلك الى نظير الاول كان مطالع الغروب وان زدت الماضي من النهار
على مطالع الشروق او للماضي من الليل على مطالع الغروب حصل مطالع
للوقت ومطالع التوسط هي مطالع الزوال بالفلك المستقيم
العمل التاسع في معرفة الماضي والباقي من الليل من الكواكب
المرصودة المطالع اخرج الخيط المركب على القدر المطالع مقدار
خيط للبيانين وارصد على الكوكب بعد ان تنصب الالة على
ما بين العضادة وخط نصف النهار فمقدار الماضي في التوسط الكوكب
ان كان شرقيا وللماضي منه ان كان غربيا وان اسقطت مطالع الوقت
من مطالع الشروق حصل الباقي من الليل وكذا ان اسقطت
مطالع الشروق من مطالع الكوكب وقت توسطه حصل الماضي من الغروب
لذا ان اسقطت مطالع الكوكب وقت توسطه من مطالع الشروق حصل
الباقي من الليل والله اعلم العمل العاشر في معرفة العمل بالبسيطة التي
على ظهر بيت الصندوق والقوايم التي عليها التربيع القايم على الافق
العمل الشاخص في مركز كل واحد اردت العمل بها بعد ان تجعل الصندوق
على وجه البيت وبعض الجهات فانظر الشاخص من الاصبع فهو فضل الدائر
والله اعلم بالصواب وفي هذا القدر كفاية ومن اراد الزيادة فعليه
تمت [illegible] الرسالة [illegible] والله اعلم بالصواب [illegible]

Pl. 14: fol. 2v

حصل للميل الشمالي بعينه هذا اذا لم تكن العلية شمالية فان

كانت شمالية فاسقطها من قف ثم اسقط من الباقي تمام العرض

يحصل للميل الشمالي والله اعلم الفصل السادس في معرفة نصف الفضل

خذ الفضل بين نصف القوس وص فان كان الفضل اقل من نصف

الفضل جنوبية والا فشمالية والله اعلم الفصل السابع

في معرفة ارتفاع العصر وفضل دايره وانه في للعروض

تعرف ظل الزوال من الدقيقة المقسومة وزد عليه ذلك فامنه تم

استخرج قوس الحاصل فهو ارتفاع العصر ثم خذ فضل الدائر عند وقته

ارتفاع العصر فما كان فهو ما بين الظهر والعصر اسقطه من نصف الاقواس

يحصل ما بين العصر والغروب والله اعلم الفصل الثامن في معرفة مطالع

الشروق الغروب والمتوسط ومطالع الوقت

اعلم ان مطالع الشروق الحمل كا والثور كد والجوزا [illegible]

والسرطان والاسد والسنبلة والميزان والعقرب والقوس

كل واحد له والجدي مطالع له والدلو كد والحوت كا كل ذلك

لعرض الشمال فاذا علمت ذلك فاجري حكمه من اول الحمل الى

درج الشمس على الحساب فما كان فهو مطالع الشروق وان اردت

Pl. 13: fol. 2r

وينفصل شعاع الشمس من الجرم الى رخ الشمس كما بين حرف العضادة وخط نصف النهار

هو فضل الدائر والله اعلم **الفصل الثالث في معرفة نصف قوس العرض**

والدائر من الفلك هو الماضي من الشروق ان كنت قبل الزوال

والباقي للغروب ان كنت بعد الزوال ومجموع الدائر وفضل الدائر هو نصف

قوس النهار اذا ليت مثلا من شروق الشمس كساعة مثلا ثم خذ

فضل الدائر عند ذلك ثم اجمع الماضي والباقي يحصل نصف قوس نهار كذ

ثم اذا استعطت فضل الدائر من نصف القوس حصل الماضي والباقي من النهار والله اعلم .

الفصل الرابع في معرفة ارتفاع الشمس لاي وقت شئت

اقم العضادة نابا على الافق ثم ادر الصندوق بجملته وثبته لان يحاذي

سطح العضادة وجه الشمس فعندها ادر العضادة حتى تساتر ما بين حرف

العضادة والافق هو الارتفاع وان اخذت ارتفاع الشمس وقت الزوال

كان ذلك الغاية للارتفاع والله اعلم **الفصل الخامس في معرفة ميل الشمس**

وطريقه ان تسقط الغاية من تمام العرض ان كانت الشمس في الجنوب يحصل

الميل الجنوبي وان اسقطت تمام العرض من الغاية ان كانت الشمس في الشمال

حصل الميل .

Pl. 12: fol. 1v

رسالة مختصرة في العمل بصندوق اليواقيت

لابن ابي الفتح رحمه الله

بسم الله الرحمن الرحيم وصلواته على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم

الحمد لله حمد الشاكرين وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطيبين الطاهرين

وعلى آله وصحبه اجمعين وبعد فهذه نبذة يسيرة في معرفة اخراج

الوقت بالآلة المعروفة بصندوق اليواقيت المنسوبة للشيخ الامام العالم

الراصد الحاسب علاء الدين بن الشاطر الدمشقي رحمة الله عليه

وجعلتها مشتملة على عشرة فصول الفصل الاول

في معرفة اخراج قبلة بلدك وطريقه ان تضع الصندوق على الجهات الاربع

كما هو المشهور ثم أدر المحراب النحاس الذي في الغطاء الى البلد الذي انت في

اوسمتها في جهته فحينئذ يكون المحراب منصوبا الى جهة الكعبة المشرفة

الفصل الثاني في معرفة فضل الدائر وهو الباقي للزوال

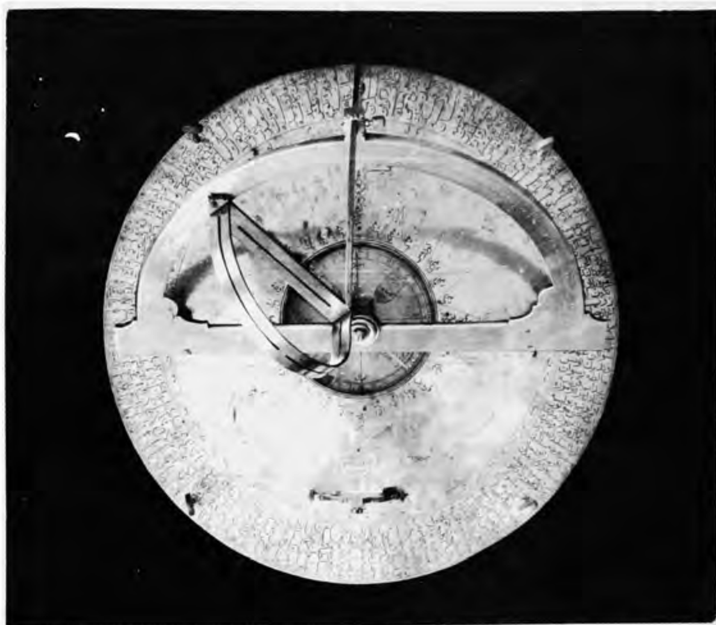
او ... والماضي منه ان كنت بعده وطريقه ان تضع الآلة على الجهات

وهي موازية للافق ثم أدر الغطاء حتى يستتر الهدف العليا ... السفلى

1866. a. On the philosophical instrument called Çandúq al-yawáqyt. m. 13 pp.

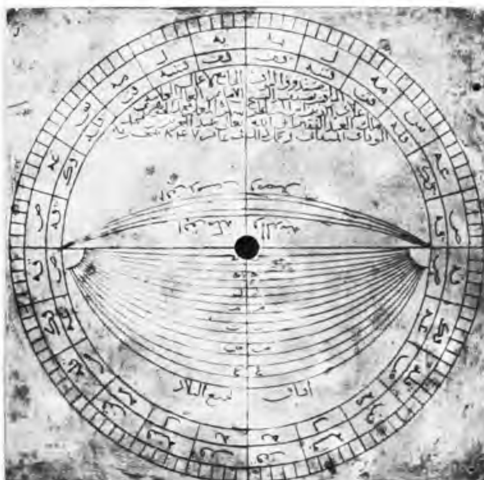
Courtesy Staatsbibliothek, Berlin

Pl. 11: Ms Berlin 5845, fol. 1r



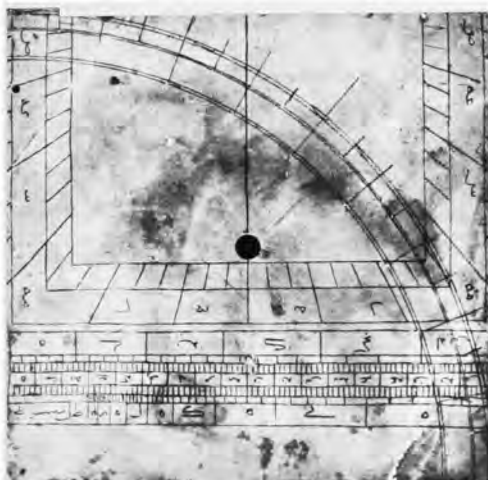
(Photo W. Meyer, Courtesy Kandilli Observatory)

Pl. 10: The *dā'irat al-muᶜaddal* in Kandilli Observatory, viewed from above



(Photo W. Meyer, courtesy Kandilli Observatory)

Pl. 8: The outer side of the Kandilli plate



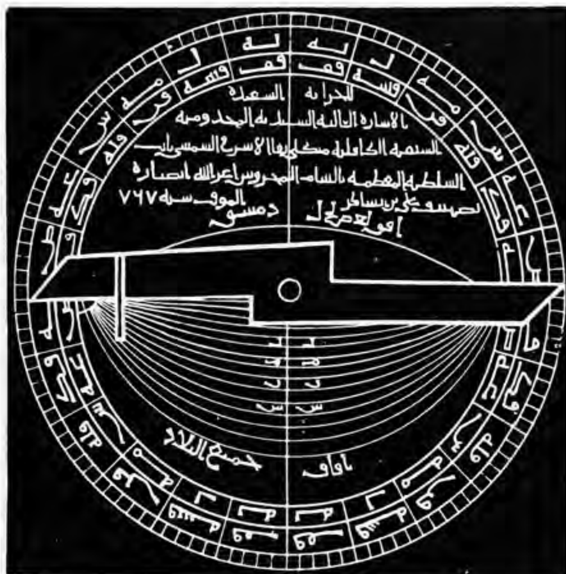
(Photo W. Meyer, courtesy Kandilli Observatory)

Pl. 9: The inner side of the Kandilli plate



(Photo A. Brieux)

Pl. 7: The universal astrolabe of Ibn al-Sarrāj



(*Reich-Wiet*, p. 197)

Pl. 5

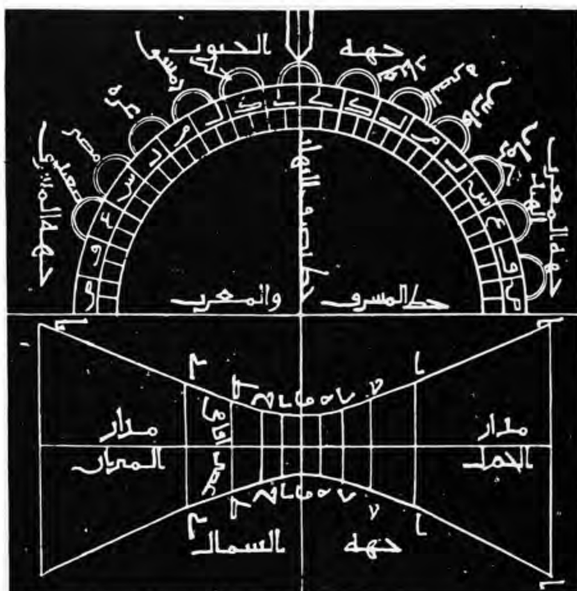


(*Reich-Wiet*, p. 198)

Pl. 6

SUD

EST



OUEST

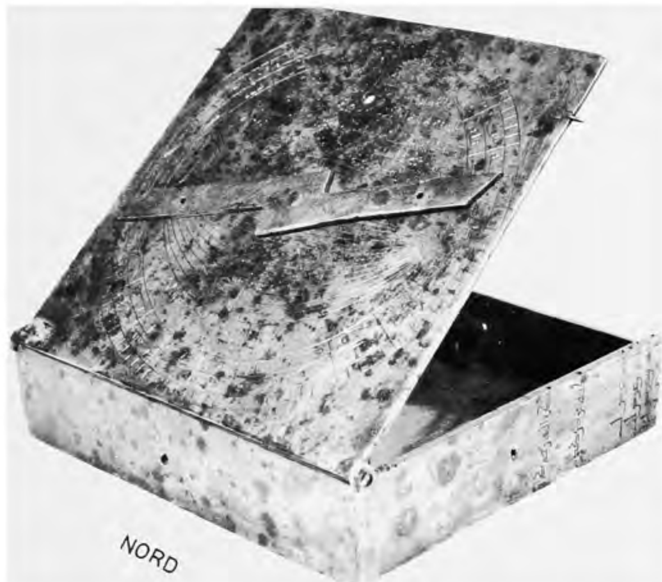
NORD (*Reich-Wiet, p.* 201)

Pl. 3

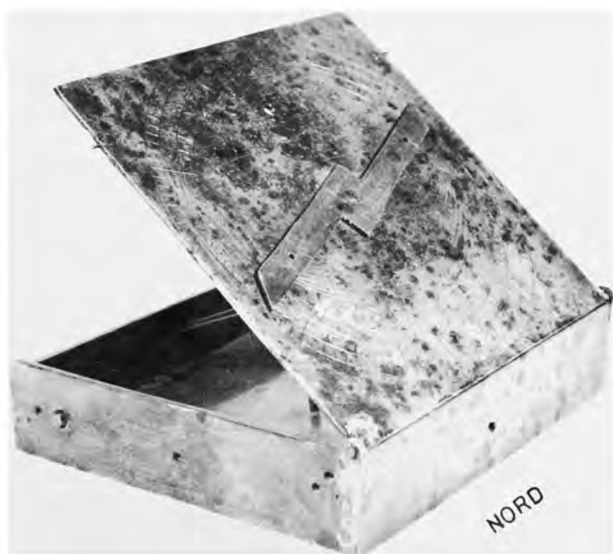


TRANCHE OUEST (*Photo Danchotte*)

Pl. 4



Pl. 1 (*Photo Danchotte*)



Pl. 2 (*Photo Danchotte*)

Acknowledgements: The research conducted on medieval Islamic science at the American Research Center in Egypt during 1972-80 was supported by the Smithsonian Institution (1972-80), the National Science Foundation, Washington D.C. (1972-80), the American Philosophical Society (1972-74), and the Ford Foundation (1976-78). This support is gratefully acknowledged.

It is a pleasure for both authors to thank Dr. Ahmad Yusuf al-Hasan, President of Aleppo University and Director of the Institute for the History of Arabic Science in Aleppo, for inviting us to write a paper on the Aleppo instrument. We also wish to thank Mr. Ahmed Sizdar, Director of the Awqaf Library in Aleppo, for his generous assistance to the second author during various visits to the Library and for making available his newly prepared handlist of the manuscript collection of the Library. M. Alain Brieux of Paris generously provided photos of the Aleppo instrument from his archives, and Dr. E. S. Kennedy of Cairo kindly made various measurements on the instrument during a visit to Aleppo. Dr. Muammer Dizer, Director of Kandilli Observatory kindly provided the second author with photographs of the Kandilli plate within minutes after he had recognized it as part of Ibn al-Shāṭir's instrument. We are greatly indebted to the Oriental Department of the Staatsbibliothek in Berlin for supplying us with photos of the Berlin manuscript and for allowing their publication, as well as to the Egyptian National Library in Cairo, the Universiteitsbibliotheek in Leiden, the Bodleian Library in Oxford, and the Bibliothèque Nationale in Paris, for providing microfilms of manuscripts in their collections.

APPENDIX (King)

I present here the edited Arabic texts of (1) the fragments of Ibn al-Shāṭir's treatise; (2) the treatise of Ibn Abi l-Fatḥ al-Ṣūfī; (3) the scientific section of al-Ṭūlūnī's treatise on his own sundial and qibla indicator box; (4) the section from Ibn Yūnus' *Ḥākimī Zīj* dealing with the *masātara*; and (5) an anonymous note on the use of the thread of the *masātara*. The Berlin manuscript of (1) and (2) is carefully copied and replete with *hamzas*. The Cairo manuscripts of (3) and (5) are deficient in *hamzas*. These distinctions are maintained in my versions.

Ibn al-Shāṭir designed his *ṣandūq al-yawāqit* in 767H (=1366) when he was already sixty years old. We may presume that he was familiar with the torquetum-like instrument described by Jābir ibn Aflaḥ in his revision of the *Almagest* of Ptolemy.[15] Jābir's work was known in thirteenth century Damascus,[16] and Ibn al-Shāṭir cites it in his treatise on theoretical astronomy.[17] We do know that for observations of celestial altitude and azimuth he used a large graduated semi-circle erected vertically on its diameter and pivoted so that it could rotate about a graduated horizontal circle.[18] We also know that he constructed a large astrolabic clock in his house which somehow rotated *in toto* and displayed the time in equinoctial and seasonal hours.[19] Both of these instruments are lost, but, fortunately, an accurate replica of the magnificent horizontal sundial that he constructed the main minaret of the Umayyad Mosque in Damascus survives.[20] His"box of sapphires"is a toy in comparison to these more sophisticated devices, but if the governor of Damascus was pleased with it, service was done to the development of astronomy.

F. *Projet de conclusion* (Français)

L'instrument comporte deux cadrans universels, l'un polaire, l'autre équatorial. Avec ce dernier on peut mesurer l'angle horaire du soleil ainsi que celui des étoiles. Sous réserve des problèmes des deux textes, ni la description ni l'usage de l'un ou de l'autre ne sont complets. De toute façon, l'appareil étant petit et de construction assez peu précise, il ne pouvait servir d'instrument d'observation. On voit au surplus que, un siècle après, le plus illustre astronome d'Égypte ne savait décrire ni l'instrument ni son usage. Nous espérons avoir mieux réussi!

F. *Conclusion* (English)

The instrument consists mainly of two universal sundials, one polar, the other equatorial. The latter can be used to measure the hour-angle of the sun and also the stars. Given the problems of the two texts, neither the description nor the use of one or the other is completely clear. Anyway, since the instrument is small and not particularly precisely made, it could hardly serve as an observational instrument. A century later the leading astronomer of Egypt could describe neither the instrument nor its use. We hope to have done better!

15. On Jābir b. Aflaḥ see the article in *DSB* by R. Lorch. On his equatorial armilla see *Tekeli* 1, *Lorch* 1 and 2, and *Maddison-Turner*, no. 112.

16. MS Berlin Ahlwardt 5653 of Jābir's *Iṣlāḥ al-Majisṭī* was copied in Damascus in 1229. *Cf. Ahlwardt*, p. 141 and *Lorch* 1, p. 88. Jābir's work was known in the Muslim East both in its original form and in an abridgement by Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī (*Suter*, no. 387). Also Yūsuf b. Yaḥyā al-Sabtī (*Suter*, no. 342) in the late twelfth century brought with him Jābir's astronomy from Andulusia to Cairo where he improved it and wrote a commentary on it under the supervision of Maimonides.

17. See, for example, *Livingstone*, p. 273.

18. The instrument is illustrated in a later Turkish work on observational instruments: see *Tekeli* 1, pp. 333-334, and *Ünver*, plates 14 and 23, and *Sayili*, p. 73.

19. See for example, *Kennedy-Ghanem*, Arabic text p. 12, quoting the contemporary historian al-Ṣafadī who saw the instrument.

20. Described in *Janin* (see note 7 to the introduction of this paper). On the discovery of the fragments of Ibn al-Shāṭir's original sundial see also *Kennedy-Ghanem*, pp. 69-71. According to al-Ṣafadī (see note 18 above), Ibn al-Shatir also made two vertical sundials for the qibla (south) side of the same minaret on which he placed his horizontal sundial.

Why then have a box? Perhaps this question was asked by the fifteenth century Egyptian astronomer al-Wafā'ī, who, as we now know (see the note added in proof following Section D), was familiar with the *ṣandūq al-yawāqīt*. Al-Wafā'ī invented the instrument called *dā'irat al-muᶜaddil*, "the equatorial (semi-) circle", which he described in a treatise now edited and translated by S. Tekeli.[11] This instrument consists mainly of a semi-circular graduated arc which can be conveniently oriented in the equatorial plane, and then be used by means of a semi-circular sight-vane for measuring the hour-angle. It is also equipped with a compass and a qibla indicator (see Fig. 10).

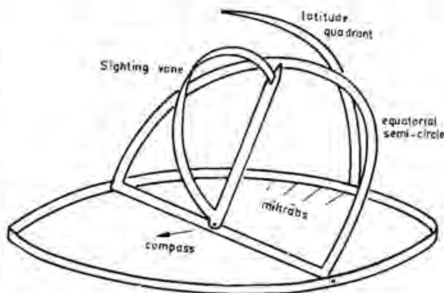


Fig. 10
The essential components of the *dā'irat al-muᶜaddil*

One does not need a universal polar sundial on an instrument already fitted with an equatorial plate, particularly when the orientation of the sundial is so complicated, and the viewer on the equatorial plate is so very clumsy. Also, neither can be conveniently used to determine the time of the *ᶜaṣr*, although, as we have shown, Ibn al-Shāṭir did not know this. So al-Wafā'ī's instrument is somewhat superior. Al-Ṣūfī wrote a treatise on it also, as did several later astronomers in Egypt, Syria, and Turkey. Two late examples of the *dā'irat al-muᶜaddil* are preserved in Damascus and have been described recently by W. Brice, C. Imber, and R. Lorch.[12] One is more or less the instrument described by al-Wafā'ī; an innovation is a small vertical gnomon erected on the horizontal base with an arc for the *ᶜaṣr* marked nearby on the base; when the shadow of the gnomon falls on this arc the time for the *ᶜaṣr* begins.[13] But this arc corresponds to a specific latitude, so the universal application of the instrument is impaired. The other Damascus instrument is a hybrid type and includes a horizontal sundial for a specific locality, probably Istanbul. A third example of a *dā'irat al-muᶜaddil*, constructed in 1066H (1752), and the remains of a fourth, are preserved in Kandilli Observatory and have been described recently by M. Dizer.[14] The complete Kandilli instrument (see Pl. 10) also bears a horizontal sundial for a specific latitude.

* * *

11. See note 5 to Section B. Tekeli's conclusions are misinterpreted in *Nasr*, p. 126, note 31. Any future investigations of this instrument should take into consideration a related instrument called the *muqawwar* on which al-Wafā'ī wrote a treatise extant in MSS Manchester Rylands 361N and Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 504,1. Al-Ṣūfī also wrote a treatise on this instrument extant in MS Aleppo Awqaf 938,4.

12. See *Brice-Imber-Lorch*, photo on cover and Fig. 2. The first Damascus instrument is also illustrated in *Nasr*, p. 44, plate 20a, with the erroneous caption "an Ottoman compass".

13. Misinterpreted in *Brice*..., p. 7, Fig. 2. The bottom of the word *ᶜaṣr* written out in Arabic is intended to be the curve for the *ᶜaṣr*.

14. See *Dizer*.

the latitudes of Cairo, Istanbul, Damascus, and Medina, is *Kashf al-rayb wa-bayān al-sirr al-ghumūḍ fi l-ᶜamal bi-dā'irat rijāl al-ghayb wa-bi-l-basīṭa dhāt al-ᶜurūḍ* by ᶜAbd Allāh ibn ᶜAbd al-Raḥmān al-Ṭūlūnī, *muwaqqit* at the Ibn Ṭūlūn mosque in Cairo *ca.* 1600; this is extant in two manuscripts in Cairo.[4] The box described in this treatise is also inscribed with information on the stations on the land route between Cairo and Istanbul and with some markings of magical significance. (The "scientific" section of the treatise is presented in the Appendix.) A treatise on a simple qibla indicator is *Bayān al-sirr al-ghāmiḍ fī rasm dā'irat al-maḥārib* by Abul-Khayr ᶜAbd al-Raḥmān al-Wafā'ī, *muwaqqit* at the Ghawrī *madrasa* in Cairo; this work is extant in a manuscript in Cairo.[5] None of these authors mentions the *ṣandūq al-yawāqīt* of Ibn al-Shāṭir.

* * *

Several Islamic treatises on sundials compiled prior to the time of Ibn al-Shāṭir such as those of Abū ᶜAlī al-Marrākushī and al-Maqsī, both compiled in Cairo in the thirteenth century, include a description of the construction of a sundial for latitude zero, and also point to its universal application.[6] Both these treatises also contain a description of an equatorial sundial to be used for any latitude.[7]

* * *

Ibn al-Shāṭir's instrument is the earliest surviving Islamic instrument originally fitted with a compass. The compass is very rarely mentioned in the known astronomical texts prior to Ibn al-Shāṭir: the only example which comes to mind is the late thirteenth century treatise on the astrolabe and sundial by the Yemeni Sulṭān al-Ashraf in which the use of the magnetic compass is clearly described.[8] However, we know that the use of the magnetic compass was already widespread on the sea route between Syria and Egypt in the thirteenth century.[9]

* * *

The arcs of horizons on Ibn al-Shāṭir's instrument and the movable ecliptic arc which we have hypothesised are strongly reminiscent of the universal astrolabe of Ibn al-Sarrāj,[10] made less than forty years before the time of Ibn al-Shāṭir. It seems highly probable that Ibn al-Shāṭir was influenced by Ibn al-Sarrāj's instrument.

* * *

We have noted above (end of Section D) that the various appendages to Ibn al-Shāṭir's instrument could not be put inside the box.

4. MSS Cairo Dār al-Kutub Ṭalᶜat *majāmīᶜ* 811,5, fols. 48v-57r, copied 1198H, and Muṣṭafā Fāḍil *mīqāt* 175, 2, fols. 31v-47v, copied *ca.* 1150H.

5. MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 760, 2, fols. 5r-10r, copied *ca.* 1100H.

6. On al-Marrākushī's discussion see *Sédillot-père*, II, pp. 481-488 and 607. For al-Maqsī see *Suter* no. 383.

7. See *Sédillot-père*, II, pp. 496-498 and 524-532.

8. This treatise is extant in MS Cairo Taymūr *riyāḍa* 105.

9. *Cf. Wiedemann*, I, pp. 36-37, citing the thirteenth century Egyptian scientist Baylak al-Qipjāqī (on whom see further the article in *DSB*). Al-Qipjāqī also wrote on astronomy.

10. See note 9 to Section C.

form of slide rule. There are three scales from left to right, of which the middle one displays the arguments

5 10 15 ... 90

linearly. The upper scale displays the numbers

5 10 15 20 23 35

on a non-uniform scale. The last number is designated with the abbreviation *yq* which means *daqā'iq*, minutes, and the series represents the sequence

5^0 10^0 15^0 20^0 23^0 $23;35^0$,

which are values of the solar declination. With the upper and middle scales one can thus read off $\delta(\lambda)$ or $\lambda(\delta)$. The value $23;35^0$ for the obliquity of the ecliptic is that of Ibn Yūnus determined four and a half centuries previously, and preferred at least in Egypt to the later (and more accurate) values of Ibn al-Shāṭir ($23;31^0$) and Ulugh Beg ($23;30,17^0$). The lower scale bears the inscription *ẓill mabsūṭ*, are horizontal shadow, and the arguments from the right hand side

5 10 5 20 5 30 5 40 5,

which represent

5 10 15 20 25 30 35 40 45

and measure the cotangent to base 12 of the corresponding arguments on the middle scale. An identical scale is illustrated and described in the treatise on instruments compiled by Abū ᶜAlī al-Marrākushī in Cairo in the late thirteenth century (see *Sédillot-père*, II, Fig. 82 on Pl. XIII, *ad* p. 463, taken from MS Paris B.N. ar. 2507, fol. 127 v).

E. Ibn al-Shāṭir's Ṣandūq al-yawāqīt in the Context of Earlier and Later Islamic Instrument Making

Although the Aleppo instrument is unique and the Berlin manuscript is unique, we may assume that several such instruments were made in the fourteenth, fifteenth, and sixteenth centuries. However, compendia of the kind which were so popular in Europe in the sixteenth and seventeenth centuries were rather uncommon in the Islamic world, and there is no evidence to suggest that the European tradition was in any way inspired by the Islamic tradition. A very limited number of Islamic instruments bearing a single sundial for a specific latitude, and a qibla indicator and compass, survive to this day.[1] Treatises on such instruments were also rare. One treatise on a sundial for a specific latitude which can be inclined to serve other latitudes is preserved in a manuscript in Princeton, where it is attributed to Ibn al-Shāṭir's colleague al-Khalīlī,[2] and in another in Manchester, where it is attributed to al-Wafā'ī, an Egyptian astronomer of the generation preceding al-Ṣūfī.[3] A treatise describing a box with a compass, qibla indicator, and four horizontal sundials for

1. For an example from Isfahan, see *Maddison-Turner*, no. 84.
2. MS Princeton Yahuda 373, fols. 131v-135r. On al-Khalīlī see the article in *DSB*, supplement.
3. MS Manchester Rylands 361, fols. 33r-35-35r, copied 1154H. On al-Wafā'ī (*Suter*, no. 437) see also note 11 below.

devised by the *shaykh*, *imām*, and great scholar ᶜAlā᾿ al-Dīn Ibn al-Shāṭir, inspired by (??) the teacher Muḥammad al-Jawharī. Property of the slave who has need of God — may He be exalted — ᶜAbd al-ᶜAzīz ibn Muḥammad al-Wafā'ī al-Mīqātī, (who) made this in the year 847 Hijra (=1443-44)."

The inscription is written in the distinctive hand of al-Wafā'ī known to us already from various manuscripts. I have no information on Muḥammad al-Jawharī. On al-Wafā'ī see Section E.

The outer side bears a graduated circle identical to that on the Aleppo instrument. The fifteen arcs of horizons in the lower semi-circle are likewise identical, but instead of a single arc of horizons for Damascus, the Kandilli plate bears four arcs of horizons in the upper semi-circle for the latitudes of Mecca, Medina, Cairo, and Damascus.

The inner side has no counterpart in the Aleppo instrument and its markings are of a variety not mentioned in the treatises of Ibn al-Shāṭir or al-Ṣūfī. The top two-thirds of this side is engraved with the markings of a prime vertical sundial for latitude 30° (Cairo)! To use this sundial the cover must be raised so that it is vertical, with the inside of the cover facing south. The rectangular scale of the sundial is graduated for each 15° of hour-angle measured from the meridian which divides the sundial vertically; each 15° interval is subdivided for each 5°. At the middle of the upper edge of the sundial there is a small hole for a thread or a metal gnomon. This hole is not visible in Pl. 9, since the photograph was improperly trimmed at the top. The divisions on the outer scale are intended to measure the hour-angle by means of the shadow of a gnomon through the small hole erected in the direction of the celestial pole. It is not clear to me how this could easily be achieved. The divisions on the scale make the following angles with the meridian bisecting the sundial:

Hour-angle on scale	Angle to meridian
15°	13°
30	27
45	41
60	56
75	73
90	90

which are correct for latitude 30°. Note that the sundial will not work for $\delta > 0$ and $t > 90°$. A detailed discussion of the construction of such sundials is contained in the treatise of al-Marrākushī (see *Sédillot-père*, II, pp. 511-520 and especially 562-565). By introducing such a sundial into the *ṣandūq al-yawāqīt* al-Wafā'ī has violated the universal aspect of Ibn al-Shāṭir's instrument.

A graduated quadrant without numerical arguments is engraved on the plate, with a small hole in the lower left corner which would once have accommodated a second thread. This quadrant could serve as an altitude scale if the cover were erected vertically and the instrument aligned so that the cover was in the azimuth of the celestial body under observation. In view of the fact that the outer side originally bore an alidade this feature is entirely superfluous.

The remaining markings on the inner cover constitute a very simple

Pour mesurer l'ombre verticale Ibn al-Shāṭir déplace le couvercle qu'il met en position verticale (par le taquet et le premier trou de l'arc des latitudes), puis il le fait tourner de façon que le rayon lumineux joue dans l'alidade et donne lecture de l'ombre verticale sur la plaque graduée, en tenant compte des unités utilisées comme bases.

* * *

Al-Ṣūfī (Section 4) décrit une méthode correcte pour trouver la hauteur du soleil. La boîte est placée sur son côté avec le couvercle dans l'azimut du soleil. On tourne l'alidade jusqu'à ce que les rayons du soleil passent au travers du trou pratiqué dans la pinnule supérieure et tombent sur le point correspondant sur la pinnule inférieure. La hauteur du soleil est alors mesurée sur l'échelle graduée. On peut ajouter que l'alidade munie des deux règles sert aussi à déterminer l'azimut du soleil quand le couvercle est en position horizontale.

Nous écartons comme étant impraticable l'usage de l'instrument par lequel al-Ṣūfī trouve la moitié de la durée du jour solaire (Section 3). Ses instructions pour trouver la déclinaison du soleil (Section 5), le demi-excédent du jour solaire (Section 6), les ascensions (Section 8), et même le temps de l'^{c}*aṣr* (Section 7) qui sont d'ailleurs courantes, n'ont en réalité rien à faire avec l'instrument d'Ibn al-Shāṭir. De même ses instructions pour trouver les ascensions de nuit (Section 9) comportent une alidade munie d'une certaine façon d'un fil, qui ne figurait pas dans l'instrument original d'Ibn al-Shāṭir.

* * *

Finalement nous remarquons que s'il est possible de mettre des saphirs dans des boîtes (voir note 2 à l'Introduction), on ne peut pas mettre dans la boîte d'Ibn al-Shāṭir les différents pièces et morceaux de son instrument pour les y conserver. Primo cela abimerait l'aiguille de la boussole. Secundo les deux règles sont trop longues pour entrer dans la boîte. Pourquoi alors avoir un tel coffret? Cette question sera considerée ci-dessous.

Note added in proof (King):

The History of Science Museum at Kandilli Observatory near Istanbul possesses a single square brass plate (see Plates 8 and 9), which is all that remains of a second example of Ibn al-Shāṭir's "box of sapphires." This plate came to our attention after the preparation of this paper. The plate measures 120 mms. × 120 mms.; these are precisely the dimensions of the cover of the Aleppo instrument. It is engraved on both sides, unlike the sliding plate and the cover of the Aleppo instrument. One side bears a graduated scale and arcs for the horizons and the other bears a sundial and some linear scales. There is no trace on the plate of any hinges which could have attached it to the box. However, there is a hole near the top right corner of the first side (Pl. 8), 100 mms. from the bottom edge, which suggests that the plate was originally the cover of the box. The graduated circle would have been on the top of the cover.

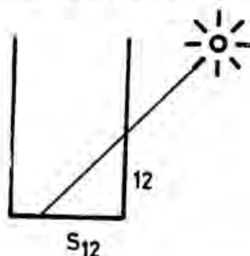
The inscription on the outer side reads:

صندوق اليواقيت الجامع لاعمال المواقيت تصنيف الشيخ الإمام العالم العلامة علاي الدين ابن الشاطر مبكره المعلم
محمد الجوهري ملك العبد الفقير الى الله تعالى عبدالعزيز بن محمد الوفاي الميقاتي وعمل ذلك عام ٨٤٧ هجرية

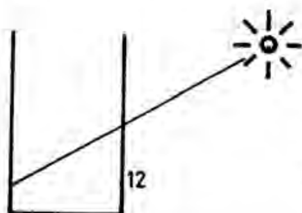
"The universal box of sapphires for the operations of timekeeping,

détermine la longueur du style. Le déplacement vers le haut de la plaque horizontale permet davantage de mesures avec les différentes unités de base courantes (voir Fig. 9).

(a) Mesurer une ombre horizontale pour base (s_{12}) et altitude > 45°

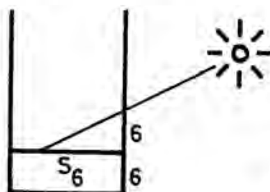


(b) Mesurer une ombre horizontale pour base 12 et altitude < 45°.



ombre ne se laisse pas mesurer

→ faire monter la règle mobile



mesurer l'ombre pour base 6

calculer $S_{12} = 2S_6$

(c) Mesurer une ombre horizontale pour base 7

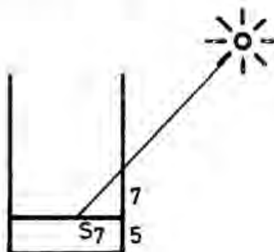


Fig. 9
Usage des deux règles et de la règle mobile

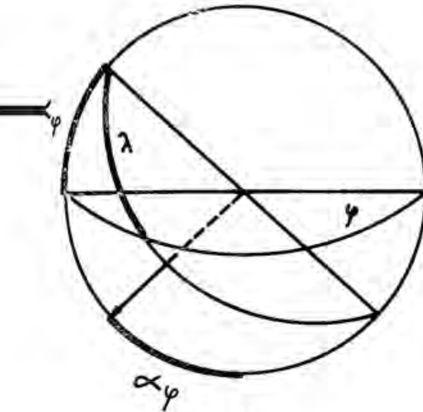


Fig. 8A

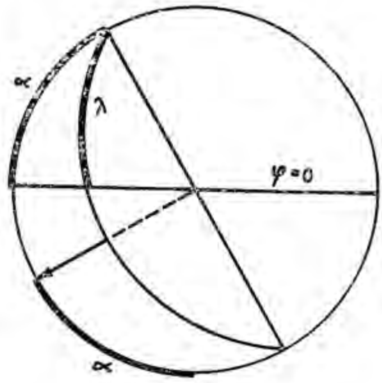


Fig. 8B

qu'on pourrait aussi avoir mesurées avec la deuxième alidade, car

$$\alpha'(\lambda) = \alpha_\varphi(\lambda) + 90^0$$

Mesurez l'angle horaire t, soit avant midi soit après midi, et calculez la longitude de l'ascendant λ_H d'après

$$\alpha_\varphi(\lambda_H) = \alpha'(\lambda) \pm t \text{ (après/avant midi).}$$

Pour trouver l'ascendant de nuit, on observe une étoile dont on connaît les ascensions représentées par disons, α', et on mesure l'angle horaire t. Puis on calcule la longitude de l'ascendant d'après

$$\alpha_\varphi(\lambda_H) = \alpha' \pm t \text{ (après/avant minuit).}$$

Pour calculer, par exemple, le temps T qui reste jusqu'au lever du soleil on calcule d'après

$$T = \alpha_\varphi(\lambda) - \alpha_\varphi(\lambda_H).$$

Toutes ces formules s'expliquent très facilement si l'on considère une sphère céleste.

* * *

En tout cas l'auteur abandonne la position équatoriale du couvercle pour déterminer les ombres horizontales et verticales du soleil.

Le couvercle est d'abord rabattu sur la boîte en position horizontale et l'alidade est disposée de façon que la pinnule qui comporte un trou dirige le rayon de lumière en direction de la pinnule opposée. Et c'est là que nous pensons trouver l'usage du dispositif complémentaire que nous avons imaginé plus haut. Ibn al-Shāṭir s'attache alors à déterminer l'ombre horizontale sur la graduation horizontale en fonction de la graduation verticale sur la pinnule dont le trou

n'étant plus illuminé par le soleil.

* * *

Nous n'avons malheureusement pas la section du traité d'Ibn al-Shāṭir où il explique l'emploi du couvercle. Mais il n'est pas difficile de l'imaginer. Ayant élevé le couvercle en position équatoriale, on tourne l'alidade avec ses deux règles jusqu'à ce que les rayons solaires passent par le trou au milieu d'une des règles et illuminent l'autre règle symétriquement. Alors on lit l'angle horaire sur le cercle gradué (voir Fig. 7). On n'a pas besoin de style, et la longueur de la règle sur laquelle tombe l'image du trou de l'autre règle assure que ce plan équatorial fonctionne pour toutes déclinaisons solaires. La lecture de l'heure pourrait aussi avoir lieu par l'ombre d'un style central perpendiculaire circulant devant les graduations horaires inscrites tous les 15 degres. Mais ces graduations étant inscrites sur la surface supérieure d'un plan équatorial, l'emploi du cadran serait limité à la période de l'année comprise entre les équinoxes et le solstice d'été. Pour en permettre l'emploi pour le reste de l'année il eut fallu graver les graduations horaires, inversées, sur le dos du couvercle.

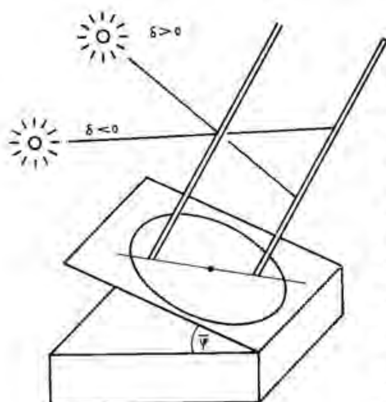


Fig. 7

On peut employer le plan équatorial pour observer les étoiles aussi bien que le soleil, mais il faut remarquer qu'on ne peut pas utiliser l'alidade pour les étoiles avec déclinaison de plus de 45° Nord ou Sud.

* * *

Avec l'arc de l'écliptique mobile dont le deuxième auteur émis l'hypothèse en Section C on peut trouver les ascensions droites sans bouger l'arc de sa position horizontale. Les signes du zodiaque sont marqués sur l'arc de sorte qu'on peut lire les ascensions droites α avec l'alidade sur le cercle gradué. Pour mesurer les ascensions obliques pour "toutes les latitudes" on met les deux bouts d'un arc de l'écliptique dont on veut savoir les ascensions, l'un après l'autre, sur l'arc d'horizon qu'on veut. La différence entre les deux positions mesure l'ascension oblique (voir Fig. 8A). Pour mesurer les ascensions droites on peut se servir de l'horizon pour latitude zéro (voir Fig. 8B).

Nous sommes maintenant en mesure de déterminer l'horoscope ou l'ascendant, c'est à dire, le point de l'écliptique qui se lève à l'instant à l'horizon Est. La connaissance de ce point est très importante au Moyen Age pour la détermination de l'heure et également en astrologie.

Pour trouver l'ascendant de jour on mesure d'abord l'ascension oblique α_φ de la longitude du soleil λ pour la latitude desirée φ. Voilà les ascensions du lever du soleil $\alpha_\varphi(\lambda)$. Ajoutez 90°, voilà les ascensions du midi, $\alpha'(\lambda)$,

D. L'usage de l'instrument (Janin)

Après ces descriptions détaillées du cadran polaire et du plan équatorial, on attendait d'Ibn al-Shāṭir des indications précises sur leur usage. On est déçu.

Pour le cadran polaire, il rappelle simplement qu'il s'agit d'un cadran universel utilisable en tous lieux à condition d'être incliné selon la latitude de l'endroit; puis il décrit son usage comme suit: orienter la boîte avec la boussole; mettre le couvercle en position équatoriale avec l'échelle des latitudes; mettre l'alidade dans la position Est-Ouest; prendre la plaque coulissante et la mettre "sur les têtes des pinnules"; à ce moment là, dit-il, le cadran polaire gravé sur la plaque coulissante donne les heures par l'ombre de son gnomon. On ne saurait admettre cette explication: le cadran polaire est alors en position équatoriale et ne peut pas fonctionner. Pour être incliné selon la latitude, il devrait être perpendiculaire au couvercle et —tout au plus— appuyé sur les côtés des pinnules. Il faut comprendre que le cadran est mis sur les côtés des deux règles plates qu'on applique à l'alidade (voir Fig. 6). Mais quelle position inconfortable! il faudrait soutenir l'alidade à la main pour éviter qu'elle tourne — en même temps qu'aurait lieu la lecture des heures sur le cadran polaire! Il n'est pas difficile d'imaginer des solutions plus simples et plus équilibrées pour mettre le cadran polaire en position convenable.

La plus facile consisterait, après orientation de la boîte, à l'incliner en la soulevant à l'arrière d'un angle égal à la latitude (Fig. 5A). A ce moment, le cadran de la plaque coulissante restée dans ses coulisses, muni de son gnomon relevé, donnera des indications horaires exactes. Si dans cette position on tient à placer le couvercle en position équatoriale, il suffira de le disposer perpendiculairement au plan de la boîte, et cela en mettant son taquet dans le trou zéro de l'échelle des latitudes.

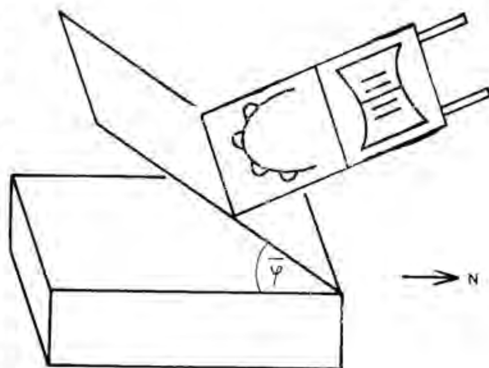


Fig. 6

Une autre mise en place du cadran polaire est obtenue en faisant faire à la boîte un angle de 90°, de façon qu'elle repose sur son côté Sud (Fig. 5B). Le couvercle fait alors avec l'horizontale un angle égal à la latitude et peut donc recevoir la plaque coulissante et son cadran polaire, à condition d'avoir été au préalable débarrassé de son alidade.

Les heures qu'on lit sur le cadran sont équatoriales, chacune correspond à une rotation céleste apparente de 15°. Remarquons que par latitude $\varphi > 0$, déclinaison solaire $\delta > 0$, et angle horaire $t > 90°$, le cadran ne fonctionne plus,

théoriquement (voir Fig. 5) sur la "distance" d'une ville un triangle isocèle à deux côtés égaux à 100, la droite DB fera avec l'horizontale BC un angle de $90^o - \varphi$. Cette construction théorique est réalisée dans notre cadran de la façon suivante: Ibn al-Shāṭir nous signale l'existence d'une jambe de soutien (qui aurait une longueur de 100 mm.): à son extrémité elle est munie d'un méplat avec un trou central dans lequel on peut loger le taquet Ouest du couvercle; à l'autre bout l'extrémité taillée en pointe peut être logée dans l'un des trous qui marquent, sur l'épaisseur de la tranche (voir Pl. 4), la position des différentes villes; dans tous les cas le couvercle est dans le plan équatorial correspondant à la ville retenue. Cette seconde méthode, nous dit Ibn al-Shāṭir, n'est prévue

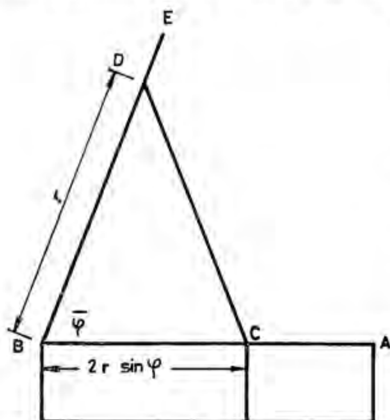


Fig. 5

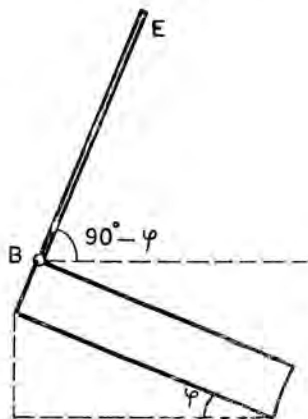


Fig. 5A

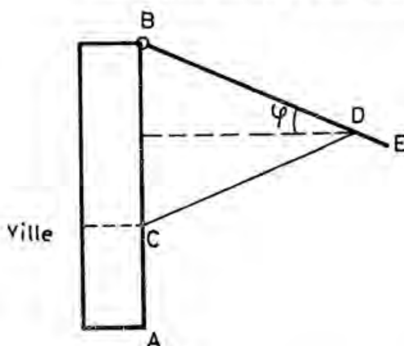


Fig. 5B

que pour les villes importantes; elle a pour but d'éviter, pour ces villes, la recherche de la position du couvercle par le quadrant des latitudes.

Sur la tranche Est de la boîte (voir Pl. 2) on aperçoit plusieurs trous, dont l'utilité nous échappe.

* * *

Sur notre instrument il importe peu à quel bout du demi-cercle on met le commencement des signes.

Etant donné le fait que l'argument du cercle gradué commence au méridien nous supposons de plus que cette alidade était munie d'une espèce d'indicateur attaché perpendiculairement au diamètre de l'alidade (voir Fig. 4A) ou bien qu'elle possédait un demi-cercle complet basé sur son diamètre muni d'un indicateur au milieu de sa circonférence (voir Fig. 4B).



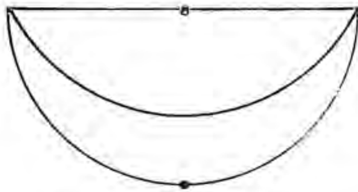


Fig. 4A Fig. 4B
Reconstruction de l'alidade pour les arcs des horizons

Pour compléter l'examen du couvercle de notre instrument dont chaque côté, nous le savons, mesure 120 mm., ne négligeons pas de remarquer, à une distance de 100 mm. des curieuses charnières latérales du couvercle (voir Pl. 1, 2 et 4), deux petits taquets soudés qui débordent son plan, l'un à gauche l'autre à droite.

Ibn al-Shāṭir nous révèle l'existence d'une échelle circulaire de latitude, sous forme d'un quadrant (de rayon 100 mm.) ayant son centre à l'extrémité supérieure Nord du côté Est de la boîte, verrouillé verticalement en bas sur le côté Est de ladite boîte; il est gradué de 0° (en haut) à 90° (en bas), divisé par des trous tous les deux degrés. Le taquet Est du couvercle peut entrer dans les trous de cette échelle circulaire et l'on peut ainsi incliner le couvercle selon le plan désiré et notamment selon le plan équatorial de la latitude locale.

Une autre méthode, plus originale, pour mettre le couvercle en position équatoriale, résulte d'une échelle tracée à l'extérieur de la boîte sur sa tranche Ouest (voir Pls. 1 et 4). On relève six noms de villes, dont chacun est accompagné de sa latitude: Alep 36°, Damas 33;30°, Jérusalem 32°, Le Caire 30°, Médine (*al-Ṭayba*) 24;40°, La Mecque 21;30°. On constate que pour chacune de ces villes la distance comprise entre son nom et l'extrémité nord de la tranche est égale à $2\,r \sin \varphi$, où $r = 100$ mm. et φ est la latitude locale[10]. Si l'on bâtit

10. Les mesures précises faites par M. le Dr. Kennedy sur la tranche confirment exactement les latitudes inscrites (sauf pour la Mecque qui est à 5 mm d'écart).

Ville	Latitudes indiquées	Distances mesurées par Kennedy	$2\,r \sin \varphi$ calculés ($r = 100$ mms)
La Mecque	21;30°	68 mms	73
Médine	24;40	83	83
Le Caire	30;0	100	100
Jérusalem	32;0	107	106
Damas	33;30	111	110
Alep	36;0	117	118

On remarque que la latitude gravée pour la Mecque sur la tranche semble être un 20° modifié en 21;30° (voir Planche 4), et de plus que la valeur de $2r \sin \varphi$ pour $\varphi = 20°$ est exactement 68. Comment expliquer cette erreur? Ibn al-Shāṭir mentionne la valeur 21;30° dans son traité, valeur qui était bien acceptée à Damas au quatorzième siècle. Dans son *Zīj*, cependant, il emploie le valeur 21;20° (voir note 4 ci-dessus).

polaire sur elles lorsqu'on mesure les heures avec ce cadran. C'est un arrangement bien maladroit. Il vaudrait mieux se servir d'une autre alidade distincte avec les deux règles parallèles soudées en place.

* * *

Un faisceau d'arcs inscrits sur le couvercle dans sa partie inférieure attire alors l'attention et fait penser aussitôt à un tympan des horizons de l'astrolabe. Ces arcs sont effectivement des projections stéréographiques de toute une série d'"horizons pour tous lieux", dont certains précisent leur latitude: 30°, 40°, 50°, 60°. Un arc d'horizon isolé dans la partie supérieure du couvercle est marqué "horizon pour la latitude 33;30°". On a voulu le détacher du groupe des autres horizons, le tracer exactement pour la latitude de Damas. Tous les arcs d'horizon sont soigneusement dessinés[8].

De toute facon, ce qui est curieux, c'est qu'al-Ṣūfī ne fait aucune allusion à ces arcs d'horizon. Ibn al-Shāṭir les décrit, mais malheureusement la description de leur usage — si elle a existé — est perdue.

Pour écarter l'idée que ces tracés sont — comme il arrive dans d'autres cas — purement décoratifs, le deuxième auteur émet l'hypothèse d'une sorte d'araignée d'astrolabe dont on pourrait se servir utilement. Tout ce qu'il faut c'est un arc d'horizon ajustable pour la latitude, ε, le complément de l'obliquité de l'écliptique, ou, autrement dit, le demi zodiaque d'une araignée astrolabique ordinaire. En effet on surimpose la moitié nord de l'écliptique d'un astrolabe nord et la moitié sud d'un astrolabe sud. Cet arc de l'écliptique sera rattaché au centre du plan équatorial et se laissera tourner au dessus des arcs d'horizon pour mesurer les ascensions droites et obliques. Une araignée analogue se trouve sur l'astrolabe universel d'Ibn al-Sarrāj, construit en Syrie en 1329 quelques années avant le coffret d'Ibn al-Shāṭir, et conservé actuellement au Musée Benaki à Athènes (voir Pl. 7)[9].

L'arrangement des signes du zodiaque que choisit Ibn al-Sarrāj est comme suit:

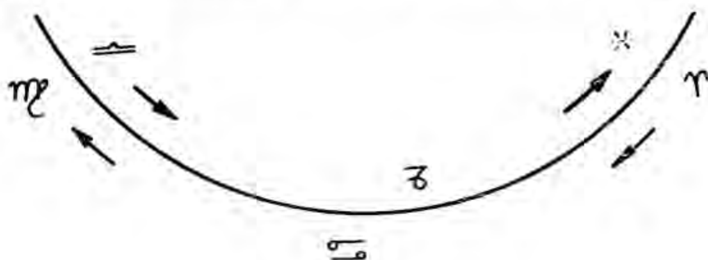


Fig. 3

8. Il est facile de démontrer que la distance entre le centre du plan et le milieu d'un arc pour une latitude φ est $r \tan \varphi/2$, ou r est le rayon du cercle équatorial.

9. Voir *Gunther*, I, pp. 284-285, et *Maddison-Turner*, no. 61. Le deuxième auteur a préparé une description détaillée de ce précieux instrument. Quelques araignées analogues décrites dans les sources astronomiques de l'occident Latin sont illustrées dans *Poulle*, pp. 508-509.

conservée, il est évident qu'il faut appliquer sur l'alidade un nouveau dispositif plus important comportant une règle plate graduée et, à ses extrémités, deux règles plates perpendiculaires également graduées, l'une d'elles comportant un trou pour le rayon lumineux; la règle plate pourrait en outre se déplacer verticalement; on souligne au surplus que sur l'alidade (voir Pls. 1 et 2) apparaissent très nettement les trous dans lesquels on pouvait donc "planter" successivement plusieurs sortes de dispositifs genre pinnule. D'après la texte d'Ibn al-Shāṭir on conclut que la longueur des deux règles parallèles vaut deux fois la distance entre les pinnules qui est en même temps la longueur de la règle qui se déplace sur elles (voir Fig. 2). Ces deux règles parallèles servent à aligner l'alidade dans l'azimut équatorial du soleil lorsqu'on mesure l'angle horaire. Elles servent avec l'autre règle accrochée sur elles à mesurer les ombres. Elles sont de même dimension parce qu'il faut appuyer le cadran

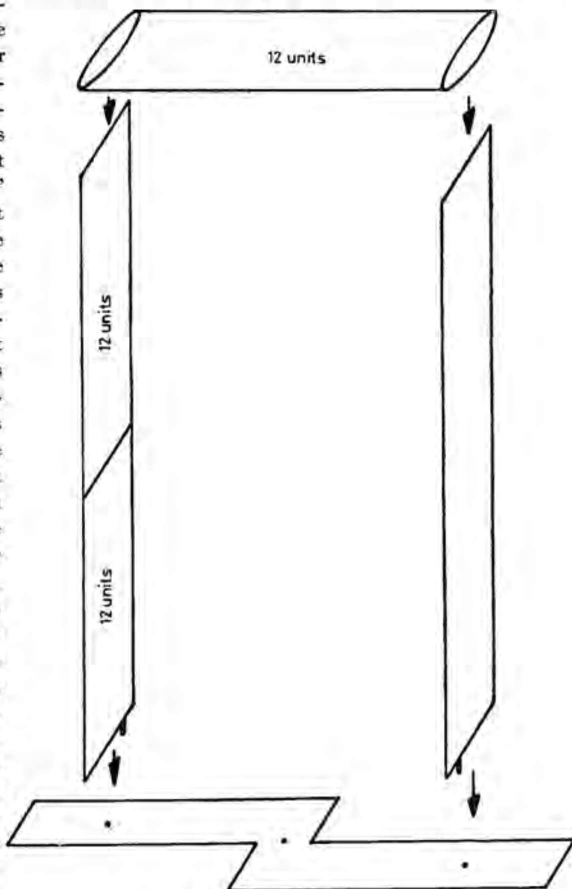


Fig. 2:
Reconstruction de l'alidade complète

Les deux traités font état d'une plaque de cuivre qui ne figure pas sur notre reproduction et sur laquelle seraient dessinées (?) une chandelle et une chaîne. Elle pourrait rayonner depuis le centre des graduations et sa pointe circulerait devant ces graduations. Il est curieux qu'al-Ṣūfī dise que cette plaque se trouve sur le couvercle.

Dans la partie Sud de notre plaque coulissante et dans l'axe du méridien est ménagé un orifice qui permet de voir une partie de la boussole[5] installée dans la boîte du cadran. Lorsque la pointe de cet orifice apparaît entre les deux branches qui terminent la moitié Sud de l'aiguille aimantée, le cadran est orienté. Nous n'avons pas les instructions d'Ibn al-Shāṭir sur l'emploi de la boussole, et celles d'al-Ṣūfī sont assez brèves. Nous pensons que sa phrase "selon la méthode bien connue" indique qu'on tenait compte de la déclinaison magnétique[6].

* * *

Pour décrire le couvercle de la boîte (Pls. 1,2, et 5) qu'il appelle constamment le "plan de l'équateur celeste" Ibn al-Shāṭir s'attarde longuement à détailler les graduations qu'il comporte: c'est une double graduation circulaire, chiffrée tous les 15° (subdivisés en 5 parties de 3°), de 0 à 180° sur chaque demi-cercle, partant du sommet pour la graduation extérieure et du bas pour la graduation intérieure, disposées symétriquement sur la droite et sur la gauche. Lorsque le couvercle est ouvert, le diamètre parallèle à l'horizon est la ligne Est-Ouest; le diamètre vertical est la ligne du méridien.

Si le couvercle est effectivement (voir plus loin) mis en position équatoriale, nous nous trouvons en face du dessin d'une sorte de cadran équatorial, dont il nous manque le style perpendiculaire. Mais il n'y avait pas de style. On lisait l'angle horaire par l'orientation de l'alidade. L'axe décrit par Ibn al-Shāṭir ressemble à l'axe d'un astrolabe et ne sert qu'à tenir l'alidade en place.

* * *

La reconstitution de l'alidade et de ses accessoires perdus est délicate. On voit bien sur la reproduction (Pl. 3) l'une des formes classiques de la plaque de l'alidade[7] avec son trou central laissant passer l'axe. Mais on distingue mal sur cette reproduction la forme exacte de la seule pinnule subsistante, bien qu'il soit clair que sa longueur valait deux foix la largeur de l'alidade. Cette pinnule se laisse mieux voir dans la photo publiée par S. H. Nasr, qui permet de supposer qu'elle était de forme rectangulaire, sa longueur valant peut-être deux fois sa hauteur. Ibn al-Shāṭir dit que l'une de ces pinnules comportait un trou.

Pour essayer de comprendre le reste de la description d'Ibn al-Shāṭir, on doit imaginer deux pinnules perpendiculaires à l'alidade, dont l'une comporte un trou plus grand à l'extérieur qu'à l'intérieur, au travers duquel passera le rayon lumineux. En considérant les dimensions vraiment réduites de la pinnule

5. L'existence d'une boussole dans notre instrument n'était jusqu'ici que supposée (voir *Maddison-Turner*). L'hypothèse était basée sur une pointe métallique verticale visible au centre du fond de la boîte, qui pouvait servir à soutenir le centre d'une aiguille aimantée (Pl. 2).

Sur quelques documents islamiques sur la boussole, voir, par exemple, *Wiedemann*, I, pp. 28-37. L'histoire de la boussole dans les pays islamiques est un sujet dont s'occupe actuellement le Prof. Subir Banerjee de l'Université de Minnesota.

6. Al-Wafā'ī dans son traité sur le *dā'irat al-muʿaddil* (voir note 5 à Section B), déclare que la déclinaison est 7°, déclaration répétée par Sayyid ʿAlī (voir *Tekeli* 2, p. 242, et *Brice-Imber-Lorch*, p. 3).

7. Sur les alidades de l'astrolabe voir Morley dans *Gunther*, I, p. 20.

numerotée de 10 en 10 de 0 à 90°, elle-même divisée par moitiés en 5 degrés. A l'extérieur de ces quarts de cercle sont disposées de petites calottes semi-circulaires dont le centre marque sur la graduation l'azimut de la qibla pour les dix lieux suivants: de l'Est au Sud: Haute Egypte, Le Caire, Gaza, Damas, Alep; du Sud à l'Ouest: Baghdad, Bassora, Fārs (Perse), Kirman, Indes. Les azimuts retenus offrent quelques écarts (allant jusqu'à 2° à 3°) par rapport aux chiffres donnés dans les "tables géographiques" d'Ibn al-Shāṭir, que l'on trouve dans son *zīj*, c'est-à-dire son manuel d'astronomie comportant des tables et textes explicatifs[4].

4. Sur la détermination de la qibla voir l'article "*Kibla*" dans EI_2. Sur les tables géographiques islamiques voir *Kennedy-Haddad*.

Nous mesurons l'orientation des *qiblas* sur l'instrument comme suit (l'erreur peut atteindre ± 1°):

Haute Egypte	65°
Le Caire	53
Gaza	41
Damas	28
Alep	15
Baghdad	15
Bassora	28
Fārs	40
Kirmān	54
L'Inde	66
Anonyme	81

Dans le MS Oxford Bodleian Seld. A inf. 30, fols. 155r-157v des tables d'Ibn al-Shāṭir (sur lesquelles voir *Kennedy* I, no. 11 et pp. 162-164, et *Kennedy-Haddad*, p. 92) on trouve les valeurs suivantes pour longitude (L), latitude (φ), et qibla (q), cette dernière mesurée à partir du méridien:

Endroit	L	φ	q	q (recalculé)
La Mecque	67;0°	21;20°	–	–
Yathrib (= Médine)	66;30	24;45!	8;40°	7;46°
al-Bāja (??)[1]	58;0	25;30	65;50!	65;4
Aswan	56;0	22;30	77; 0	85;33
Le Caire	54;30	30;0	53;10	55;17
Jerusalem	56;0	32;0	42;30	45;17
Gaza	54;50	32;0	48;0	48;27
Damas	60;0	33;25!	31;10	28;55
Alep	63;0	35;50	16;40	14;37
Baghdad	70;0	33;25	13;49	13;9
Bassora	75;0	31;0	37;30	38;27
Fārs	pas de chiffre			
Kirmān	»			
L'Inde	»			

1) Il y a une tribu de la Mer Rouge appelée Beja.

On voit que les valeurs pour la qibla données par Ibn al-Shāṭir ne sont pas très soigneusement calculées. Son contemporain al-Khalīlī a calculé une table très exacte pour trouver la qibla pour chaque degré de latitude et longitude, et il a aussi donné une liste des qiblas de certaines villes, dont les valeurs sont beaucoup plus exactes que celles d'Ibn al-Shāṭir. Voici les valeurs qu'il donne pour les villes indiquées sur notre instrument, prises dans le MS Paris B.N. ar. 2558, fol. 51v:

Endroit	L	φ	q	q (recalculé)
La Mecque	21;30°	67;0°	–	–
Gaza	57;0	32;0	42;46	42;45
Damas	60;0	33;30	29;4	29;3
Alep	62;10	35;50	17;42	17;42
Baghdad	70;0	33;25	13;19	13;19
Bassora	74;0	30;0	38;11	38;9

Donc il est évident qu'Ibn al-Shāṭir s'est trompé sur son coffret pour la qibla de Bassora, ayant lu 38° dans les tables disponibles au lieu de 28°, erreur qui consiste à faire un *lām* d'un *kāf*.

Il est inutile de chercher une meilleure détermination tant que nous ignorons sur quelles coordonnées géographiques ces chiffres sont basés et s'ils étaient calculés d'après une formule exacte ou approximative.

style[3]. Appliquée à un cadran de latitude zéro, cette règle donne pour les équinoxes, où l'ombre méridienne est nulle, un point éloigné de midi de la longueur du style; pour les deux solstices l'ombre méridienne est la même et s'ajoute à la longueur du style pour donner sur chacun d'eux des points symétriques par rapport aux équinoxes. Mais cette construction n'est plus valable dès qu'on ne se trouve plus à la latitude zéro, car les ombres dépendent alors de la latitude locale. La courbe de l'*aṣr* inscrite sur notre cadran n'est donc valable que pour la latitude zéro, et c'est une erreur de la qualifier d'universelle. Al-Ṣūfī ne mentionne pas cette courbe, mais il explique comment trouver la hauteur du soleil à l'heure de l'ᶜ*aṣr*, étant donné la hauteur à midi, selon la formule traditionelle.

* * *

Sur la moitié sud de la plaque coulissante est tracé un indicateur de qibla, destiné à donner la direction de La Mecque vers laquelle doit être tourné le fidèle en prière. Cet indicateur consiste en trois demi-cercles concentriques, dont les diamètres sont sur la ligne Est-Ouest, et dont le rayon sud trace la ligne de midi (Pl. 3). A partir du Sud, chaque quart de cercle porte une graduation

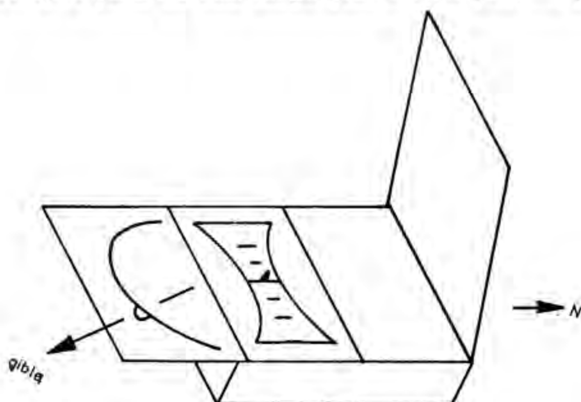


Fig. 1 : Orientation du coffret pour trouver la qibla

3. Selon la définition traditionelle le temps de l'ᶜ*aṣr* commence quand l'augmentation de l'ombre sur sa valeur à midi, disons $\triangle s$, est égale à la longueur du style, disons n. A la latitude $\varphi=0°$, cela coïncide avec la troisième heure temporelle aux équinoxes et se rapproche de la quatrième heure aux solstices. Il est intéressant de remarquer que la définition $\triangle s=n$ a ses origines dans une définition plus simple, que l'ᶜ*aṣr* commence avec la dixième heure du jour.

Appliquons une formule indienne, connue déjà des premiers astronomes arabes au huitième siècle, qui rattache le nombre des heures temporelles restantes jusqu'au coucher du soleil T, à la longueur du style n, et à l'augmentation de l'ombre $\triangle s$, ainsi :

$$T = \frac{6 \times n}{\triangle_s + n}$$

On trouve que si $\triangle s = n$, alors $T = 3$. Enfin la définition $\triangle s = n$ est un moyen pratique pour estimer le moment du milieu de l'après-midi. Pour $\varphi = 0$ et $\delta = 0$ on retrouve la définition originelle de l'ᶜ*aṣr*. Voir sur cette définition *King* 4, Appendix A, "On the Origin of the Definitions of the Day-time Prayers in Islam". Une étude plus détaillée est en préparation.

La description d'Ibn al-Shāṭir - la plus complète - commence par l'examen de la "*plaque coulissante*", sur la moitié nord de laquelle (Pl. 3) existe un cadran solaire particulier pour la latitude zéro, autrement dit un cadran horizontal pour l'équateur. La description détaillée d'Ibn al-Shāṭir rappelle les éléments connus de tels cadrans, aujourd'hui appelés polaires: deux axes de coordonnées rectangulaires, la droite Nord-Sud étant le méridien, la droite Est-Ouest traçant l'ombre équinoxiale. Les tracés des ombres solsticiales sont des hyperboles symétriques par rapport à la droite des équinoxes.[1] Les tracés des lignes horaires sont des droites parallèles au méridien, de plus en plus écartées lorsqu'on s'éloigne de la ligne de midi . Elles sont numérotées de l'Ouest à l'Est de 1 à 6 (midi) puis à 12. Un gnomon articulé a son pied au croisement des deux axes de coordonnées[2]; il peut être redressé en position perpendiculaire au cadran; sur un instrument mis en position convenable, c'est par la pointe de son ombre qu'il fera vivre toutes les indications du cadran. Il est rabattable, vers le Nord, ce qui permet de remettre la plaque dans ses coulisses sans gêner la fermeture de la boîte.

On remarque sur le cadran une inscription incurvée "*ᶜaṣr* universel" entre la neuvième et la dixième heure. On sait que le commencement de la prière de l'*ᶜaṣr* est défini, selon la tradition dominante, par le tracé de l'extrémité d'une ombre égale à l'ombre méridienne du style augmentée de la longueur dudit

1. Les courbes solsticiales ont probablement été tracées en utilisant une table simple donnant les coordonnées polaires des points marquant les heures sur les courbes solsticiales. Une telle table pour la latitude zéro est contenue dans un recueil (astronomie sphérique cadrans solaires théorie d'instruments) composé par un prédecesseur d'Ibn al-Shāṭir de la précédente génération d'astronomes, Abū ᶜAlī al-Marrākushī (*fl.* le Caire *ca.* 1280) (voir *Sédillot-père*, II, p. 488). Des tables de coordonnées pour marquer les courbes des cadrans pour des latitudes différentes ont été établies par différents astronomes musulmans dès le IXe siècle (voir *King* 1, pp. 51-53 et 56).

Voici la table d'al-Marrākushī pour les deux solstices:

Heures	Ombre	Azimut
1	49;6	24;26°
2	23;18	26;45
3	14;6	31;42
4	9;12	41;8
5	6;18	59;27
6	5;15	90;0
ᶜaṣr	17;15	29;10

(Un table analogue du neuvième siècle se trouve dans le manuscrit Istanbul Aya Sofia 4830, fols 234r et 234v.) Les lignes des heures sur notre instrument correspondent assez bien à ces valeurs d'al-Marrākushī, sauf la ligne qui correspond à la première heure, qui est un peu mal placée. Cette erreur apparait si l'on joint en diagonales les quatre points pour la première et la onzième heure aux solstices. La longueur du style étant de 12mm, 5 (distance du centre à la troisième ou à la neuvième heure), la distance au centre de la première et de la onzième heure devrait être de $\frac{12{,}5}{\operatorname{tg} 15} = 46{,}6$. Or si la distance de la onzième heure est correcte (47), celle de la première heure (44,5) devrait être portée à 46,6.

2. Sa hauteur est égale à la distance entre le méridien et la troisième (ou la neuvième) heure - ou encore à $x \cot \varepsilon$, x étant la moitié de la distance minima (mesurée sur le méridien) entre les courbes des deux solstices.

is the medieval Arabic word for a horizontal dial of the kind mentioned in the commentary to Section 2, but it also refers to a simple graduated circular plate. The tenth century Cairo astronomer Ibn Yūnus uses the term in this context, and the *masātara* plate that he describes appears to bear an alidade fitted with a perpendicular rule called a *kursī* at one end. The text of the relevant passage from the *Ḥākimī Zīj* is presented in the Appendix.[11] Likewise, a late medieval Ḥijāzī manuscript contains a description of the method of setting up the "thread of the *masātara*" in the meridian parallel to the celestial axis. I do not fully understand this text, which is also presented in the Appendix.

Al-Ṣūfī neglects to mention that the ascensions of the stars are measured from Capricorn 0°, a standard medieval convention, rather than Aries 0° as was the case of the other ascensions mentioned. Only thus can one measure, for example, the time remaining of the night by subtracting the ascensions of the star culminating from the ascensions (of the sun) at sunrise. Notice that al-Ṣūfī neglects to state the method for determining the instantaneous ascensions from the ascensions of the star (taken from a star catalog) and the hour-angle of that star (measured using the instrument). In fact, a more sensible procedure would be to make observations only with culminating stars.

Section 10 : If we have already gained the impression that al-Ṣūfī wrote his treatise in a hurry, we may now conclude that he did not even reread what he wrote. This section on the sundial makes little sense in Arabic or in English translation. Al-Ṣūfī neglects to mention that the sundial should be set up in the plane perpendicular to the celestial equator. The end of the shadow measures the hours before or after midday rather than the hour-angle, although these are of course the same.

Colophon : The fact that this copy was made directly from the author's copy suggests that the defects which I have noted are due to the author.

Note added in proof:

Prof. Dr. Sevim Tekili of Ankara University informs me that she recalls seeing an illustrated treatise on the *ṣandūq al-yawāqīt* in either the Süleymaniye or Beyazit Libraries in Istanbul some years ago. Unfortunately the treatise is not listed by title, author, or subject in the card indexes of these two libraries. Its investigation will be a task for future generations.

C. *Reconstitution de l'instrument* (Janin)

Un essai de reconstitution est tenté d'après l'état actuel de l'instrument, les reproductions et photos disponibles, ainsi que les textes des deux traités.

11. On Ibn Yūnus see the article in *DSB*. The relevant passage in his *Zīj* is found in MS Oxford Bodleian Hunt. 331, fols. 112v-113r.

12. The original text is found in MS Cairo Dār al-Kutub Sh 89, fol. 29v, copied in 1025H.

Remarks on al-Ṣūfī's Treatise

The following remarks are restricted to certain aspects of al-Ṣūfī's treatise which have little or nothing to do with Ibn al-Shāṭir's instrument. For al-Ṣūfī's contributions to our understanding of the instrument the reader is referred to Section D.

Section 2: al-Ṣūfī neglects to state that the cover should be turned into the plane of the equator. He is apparently performing the operation of finding the hour-angle in the plane of the horizon, from which one might conclude that he was using a horizontal dial of the kind invented by the tenth century astronomer al-Khujandī[7], and described in the treatise on instruments by the thirteenth century astronomer al-Marrākushī[8] and in several other treatises from the medieval Islamic period. This dial, which was called *al-āla al-shāmila* or *al-masātara* in medieval Arabic, reappeared in Europe in the seventeenth century as the "horizontall dyall" of D'Oughtred.[9] However. I dismiss the possibility that al-Ṣūfī was referring to such a dial in view of the subsequent text. Nevertheless I do not properly understand the alignment of the alidade so that "the upper plate on the alidade covers the lower one and the rays of the sun pass through the hole *towards the degree of the sun*" unless al-Ṣūfī's plates are the "rulers" on Ibn al-Shāṭir's alidade and the lower one bears a scale displaying the solar declination (δ) and/or the solar longitude as well as the uniform divisions mentioned by Ibn al-Shāṭir. (When the instrument is set up for reading the hour-angle by means of the sun the solar rays fall at a point distant $12 \times \tan \delta$ units ($\gtreqless 0$) from the center of the lower ruler.) But in Section 5 al-Ṣūfī does not mention such a scale for finding the declination.

Section 3: To find the half arc of daylight one must resort to using a water-clock because sunrise is not marked on the instrument. So we are *not* dealing with a horizontal dial. Al-Ṣūfī wrote a treatise on the use of the water-clock which has never been studied.[10]

Section 8 : For latitude 30^{0} (Cairo) the rising times of the signs to the nearest degree are as stated.

Section 9: The instantaneous ascensions are the oblique ascensions of the longitude of the horoscopus.

The operation with the thread that al-Ṣūfī describes is not fully clear to me. However it is clear that al-Ṣūfī has forgotten to state that the lid should be in the equatorial plane. Also it is clear that it is intended that the alidade be placed in the azimuth of the star in the equatorial plane. The term *masātara*

7. On al-Khujandī see *Suter*, no. 173, and *Sezgin*, VI.
8. See *Sédillot-fils* pp. 34 and 151-152 on this section of the *Kitāb al-mabādi' wa-l-ghāyāt* of al-Marrakushi (*Suter*, no. 363).
9. On this see, for example, *Michel*, pp. 24 and 129-130.
10. On this work see *Wiedemann-Hauser*, p. 10 and *King* 3, p. 288, note 8, and my forthcoming catalog of the Cairo scientific manuscripts.

the time between the *ẓuhr* (*i.e.*, midday) and the *ᶜaṣr*; subtract it from half the (diurnal) arc and the result will be (the time) between the (beginning of the) *ᶜaṣr* and sunset. God knows best.

The eighth section, on finding the ascensions of rising, setting, culmination, and at any time. Know that the ascensions of rising are (as follows): Aries 21°, Taurus 24°, Gemini 30°, each of Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpio, and Sagittarius 35°, Capricorn 30°, Aquarius 24°, Pisces 21°, all of these for latitude 30° north. When you know this, carry this out (?) from the beginning of Aries to the degree of the sun according to these figures and the result (obtained by adding the values for the signs and using linear interpolation within the signs)
2v will be the ascensions at sunrise (*maṭāliᶜ al-shurūq*). If you carry this out // for the (point on the ecliptic) opposite (the sun the result) will be the ascensions at sunset (*maṭāliᶜ al-ghurūb*). If you add the time of daylight elapsed to the ascensions at sunrise or the time of night elapsed to the ascensions at sunset the result will be the instantaneous ascensions (*maṭāliᶜ al-waqt*). The ascensions at culmination (*maṭāliᶜ al-tawassuṭ*) are the ascensions at midday (*maṭāliᶜ al-zawāl*) in *sphaera recta*.

The ninth section, on finding the time elapsed and time remaining of the night by the stars whose ascensions have been observed. Set up the thread fixed on the plate of the alidade in the place of the thread of the circular scale (*masāṭara*) and observe the star after you have set up the instrument in the (cardinal) directions. The amount between the alidade and the meridian will be the time remaining to the culmination of the star if it is in the east and the time elapsed since (culmination) if it is in the west. If you subtract the instantaneous ascensions from the ascensions at sunrise the result will be the time remaining of the night. Likewise if you subtract the ascensions at sunrise [*sic*, read: sunset] from the ascensions of the star at the time of its culmination (*maṭāliᶜ al-kawkab waqt tawassuṭihi*) the result will be the time since sunset. Likewise if you subtract the ascensions of the star at the time of its culmination from the ascensions at sunrise the result will be the remainder of the night. God knows best.

The tenth section, on the use of the sundial which is on the back of the inside part of the box (?) (*ᶜalā ẓahr bayt al-ṣandūq*), and the lists (?) (or supports) (*qawāʾim*) which are on the perpendicular side which stands on the horizon (?) (*ᶜalā jihat al-tarbīᶜ al-qāʾim ᶜala l-ufuq*). Put the gnomon (!) in the center of each one you want to work with after you put the box (!) on the face of the inside part (?) (*ᶜalā wajh al-bayt*) and it is placed in the (cardinal) directions. The divisions the gnomon (shadow) cuts measure the hour-angle. God knows the Way.

This is sufficient. Anyone who wants more may have recourse to the longer treatise by the author. God knows the Way. Taken from the handwriting of Ibn Abi l-Fatḥ."

another locality) whose azimuth with respect to Mecca is the same direction. The *miḥrāb* will then be set up in the direction of the Holy *Kaᶜba.*

The second section, on finding the hour-angle which is the remainder to midday before midday or the time elapsed since midday after midday. The method is (first) to put the instrument on the (cardinal) directions parallel to the horizon then turn the alidade until the upper plate (on the alidade) covers the lower one// and the rays of the sun pass through the hole towards the degree of the sun (??) (*ilā darajat al-shams*). The distance between the edge of the alidade and the meridian is the hour-angle. God knows best.

The third section, on finding half the arc (of daylight) and the time elapsed which is the time passed since sunrise before midday or the remainder to sunset after midday. The sum of the time elapsed and the hour-angle is half the arc of daylight. Turn over a water clock (*minkāb*) from sunrise for an hour (?), for example (?). Then take the hour-angle when it has emptied and add the time passed (using the water-clock) to the remainder (that is, the hour-angle): the result will be half your arc of daylight. If you double it you obtain the complete arc of daylight; subtract it from one revolution 360^0 and the remainder is the arc of night from sunset to sunrise. Then if you subtract the hour-angle from half the arc (of daylight) the result is the time of daylight passed (since sunrise) or remaining (until sunset). God knows best.

The fourth section, on finding the altitude of the sun at any time you wish. Stand the cover up (vertically) on the horizon on the first of the holes for the latitude then rotate the box right and left until the plane of the cover is lined up with the disc of the sun. Then rotate the alidade until it covers (?), and the difference between the end of the alidade and the horizon will be the altitude. If you take the altitude of the sun at midday, that will be the maximum altitude. God knows best.

The fifth section on finding the declination of the sun. The method is that you subtract the maximum altitude from the complement of the latitude if the sun is in the south: the result is the southern declination. If you subtract the complement of the latitude from the maximum altitude when the sun is in the north // the result will be the northern declination. Note: this method is for the case where the maximum altitude is not northerly. If it is northerly, subtract it from 180^0 and then subtract the complement of the latitude from the remainder, the result will be the northern declination. God knows best.

The sixth section, on finding the half-excess of daylight. Take the difference between half the (diurnal) arc and 90^0 and if the excess is to the 90^0 the half-excess is southerly, otherwise it is northerly. God knows best.

The seventh section, on finding the altitude of (the sun at the beginning of) the *ᶜaṣr* and the corresponding hour-angle and time remaining until sunset. Find the shadow at midday from the plate (on the alidade) with the divisions and add to that the length (of the gnomon). Then find the arc (corresponding) to the resulting (shadow) and it will be the altitude at (the begining of) the *ᶜaṣr*. Then take the hour-angle at the time of the altitude of (!) the *ᶜaṣr*, and it will be

the rider between the two plates (on the alidade) when the upper cover is properly on top of the lower one parallel to the horizon. Then turn the alidade until the shadow of the upper plate (on the alidade) with the hole falls in the middle of the rider. The number of divisions of the rider which the end of the shadow
3v reaches//will be the horizontal shadow at that time on the basis that the gnomon length (*al-qāma*) is 12. If you want it in feet, raise the rider in the two directions equally (*i.e.*, at both ends) until there remain seven divisions on the plate (on the alidade). Find the divisions on which the shadow falls, and they will be the shadow on the basis that the gnomon length is seven. If the end of the shadow from the end of the plate (on the alidade) is equal to the end of the shadow (marked) on the rider the altitude will be 45° and the horizontal shadow will be equal to the vertical shadow, (namely,) the amount of the gnomon length. If the shadow is longer than the divisions of the rider, raise the rider until the gnomon length becomes half of the twelve or one third of it or one quarter of it, and then find the shadow. If you want to find the vertical shadow set up the cover which is the plane of the celestial equator on the first of the holes of the latitudes (on the latitude scale), and the cover will be standing at a right angle to the plane of the horizon. Then turn the instrument in such a way that the alidade becomes on the southern side and turn the alidade until the shadow of the upper plate (on the alidade) which has the hole in it falls on the rider at the time which you want. The divisions which the shadow reaches will be the vertical shadow corresponding to the kind of gnomon length (you used) in the time during which you made the measurement. If you found the altitude at that time by the method (of finding it), the result will be the altitude corresponding to that shadow. God knows best the Way.

Translation of al-Ṣūfī's Treatise on the Use of the Ṣandūq al-yawāqīt

Source: MS Berlin Ahlwardt 5845, fols. 1r-2v

"A short treatise on the use of the "Box of Sapphires" by Ibn Abi l-Fatḥ al-Ṣūfī, may God have mercy upon him.

In the Name of God, the Merciful and Compassionate, may His blessings and salvation be upon our Lord Muḥammad and his family and companions. Praise be to God, the praise of those who are grateful. May God bless our Lord Muḥammad and his virtuous and pure family and all his companions.

This is a short and simple treatise on finding the time using the instrument called the Box of Sapphires attributed to the *shaykh*, *imām*, scholar, observer, and calculator, ʿAlāʾ al-Dīn b. al-Shāṭir al-Dimashqī, may the mercy of God be upon him. I arranged it in ten sections.

The first section, on finding the *qibla* of your locality. The method is that you (first) place the box on the four (cardinal) directions as is well known. Then you turn the brass *miḥrāb* on the cover to the locality where you are or (to

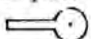
rider (*al-ṣafiḥa al-mu*ᶜ*tarada*) literally, ("the exposed plate"). (This) has two discs (*qarṣ*) at its two ends which enter between the two plates, and (its length) is the width between the two plates. It moves up and down parallel to the horizon. The axis is a cylindrical shape and is split so that// a fine plate called the horse (*al-faras*) can fit into it. The axis fits into the pole of the celestial equator from behind the upper cover on the side of the sliding plate, and it comes out of the pole of the celestial equator which is the hole in the middle of the circle of the cover. It goes through the hole in the alidade and goes through a washer (*zarada*) above the alidade and is secured above this by the horse in the hole of the axis. The alidade with its two tips passing over the degrees of the celestial equator secures a proper rotation from which can be derived most of the operations of (spherical) astronomy. The (description of the) markings of the box and the names of its component parts is finished."

(2) Fragment on the Use of the Instrument

Source: MS Berlin Ahlwardt 5845, fols. 3r-3v

"Chapter on the use of the sundial which is on the back of the sliding plate and which is a sundial for localities with zero latitude, namely, the equator. (This sundial) is universal (*āfāqī*) and can be used in (places) with latitude by being inclined in any locality by the amount of its latitude and (then) being used in that locality. The way to use it is that you place the box on the (cardinal) directions using the long needle (*ibra*) whose two forks (*shu*ᶜ*ba*) can be seen through the hole in the sliding plate. When the tip of the hole (*lisān al-kharaq*) called the south indicator (*muri l-janūb*) falls between the two forks of the needle the instrument will then be situated in the (cardinal) directions, and each side will be in its place in the north, south, east, and west. Next turn the upper cover which is (called) the plane of the celestial equator using (*min*) the latitude scale by the amount of the latitude of the locality which you want, and place the two ends of the alidade in the two directions on the east-west line. Then take the sliding plate out of its place drawn on the sundial (?) (or: out of the place prescribed on the plane (?)) and place the sliding plate right side up (*fī jihatihi*) on the two heads of the two plates (*al-hadfa*) (on the alidade) and set up the gnomon (*shākhiṣ*) of the sundial and look where its shadow falls on the hour lines. This will be the remainder to midday before (midday) or the time elapsed since (midday) after (midday). If the shadow of the gnomon (*shakhṣ*) falls on the meridian, it is the time of midday, and if the shadow of the gnomon falls on the arc of the ᶜ*aṣr*, the time will be the time of the ᶜ*aṣr*. If it is short then (the ᶜ*aṣr*) will not have begun, and if the shadow of the gnomon has passed (the arc), then (the time for the ᶜ*aṣr*) will have passed. God knows best.

Chapter on finding the horizontal and vertical shadows at any time of the day you want. Erect the instrument on the (cardinal) directions and place

which is the plane of the celestial equator, at a right angle (to the horizon), which is the first of the latitudes, enter the first of the holes which is at the end of the latitude scale with the holes in it from the top, in this part which sticks out. The hole after this on the latitude scale, which is the hole which has the first degree on it, becomes the first degree of the total of ninety (degrees) on the latitude scale. The latitude scale is divided by holes, with two degrees between each pair. Below each five degrees of (the scale) there is written the (corresponding latitude) argument in the *jumal* letters. The beginning of the (latitude) arguments is from the top to the bottom until it ends at 90° (and) the upper cover lies squarely on the face of the sliding plate, and the part sticking out enters in the hole of the ninety (degrees) and (in?) the additional part which is at the bottom of the latitude scale. An axis the size of the hole fits into the bottom hole and fixes (the scale) there so that it becomes fixed in the part sticking out from above, and in the axis from below in a hole in the side of the box. Also (the cover) can be inclined using the latitude scale, (for) each locality by the amount of its latitude from the holes. But you make the required hole in the part sticking out and the remaining holes go from above, and so on until the end. Opposite (that is, on the other side from) this piece which has the part sticking out is a pointer (*shaẓiya*) like it, thus :  , although it has a long flat part (? *ṣafīḥa ṭawīla*) whose head is sharpened. Its purpose is that the cover is
6v raised// or lowered with it onto the particular latitudes written on the lower right side of the box from the western side. These are: Mecca, 21;30°; Medina (*Ṭayba*), 24;40°; Cairo, 30;0°; Jerusalem, 32°; Damascus, 33;30°, and Aleppo, 36°. By each of the names of these latitudes there is a hole on the side of the box in which is fitted the head of that leg in such a way that the cover will be inclined by the amount of the latitude of that locality when it is equal to and corresponding to the inclination of the cover using the holes of the latitude quadrant. These holes were made adjacent to the name(s) of these particular latitudes to obviate the need for the latitude scale. The (description of the) markings on the cover is finished.

Description of the alidade (*al-ᶜiḍāda*). (It is) a ruler beneath (the rider) (*masṭara suflā*), with holes in it. In the middle of it there is a hole the size of the axis of the celestial equator and at its two ends there are two tips (*lisān*) which pass over the divisions of the celestial equator drawn on the upper cover. The one of the two tips of the alidade which is used is the end (*ḥarf*) which is closer to the plate (on the alidade) which is standing up and in which there is the hole. On this ruler there are two (other) rulers (*masṭara*) standing at right angles (to the alidade) and parallel to each other. In the middle of one of these two plates (*hadfa*) there is a hole which is wide at the back and narrow on the inside, through which the rays of the sun enter a point called the upper sight (*al-hadfa al-ᶜulyā*). The upper (??) half between the hole and the end is divided into 12 equal parts, which are the parts of the shadow and are equal to the parts engraved on the

If (the box) is closed (the cover) will be parallel to the horizon right on top of the face of the sliding plate. The markings on this cover include a complete circle divided by two diameters intersecting at a point which is the center of the circle (corresponding to) the pole of the celestial equator, and where there is a hole into which the axis fits. The first diameter, which is latitudinal, is the one which is parallel to the horizon when the cover is opened, and, is called the east-west line. The second diameter, which is longitudinal, and which comes down from the bottom of the cover to the top of it, is called the meridian. The rest of this line from the bottom is called the line of lower midheaven (*i.e.* the meridian below the horizon). This circle is divided by the two diameters into four quadrants, each of which is 90 equal degrees, [or six?] hours,// each hour being divided into five parts each of which is three degrees, which are degrees of the celestial equator. Their degrees are above (*i.e.*, on the outside) and their arguments are written below them. The box for the argument is subdivided into two boxes. The upper number, which is on the side of the circumference of the circle, begins from the upper part of the cover in both directions on each side of the meridian at the place of the raising of the cover:

Meridian	15	30	45	60	75	90	East-west
	180	165	150	135	120	105	line

Then it begins from the meridian also from opposite the north point in the direction of the two pins (ᶜ*uqb*) on its two sides right and left towards the directions of the [east-] west [line] with the argument according to this diagram:

180	165	150	135	120	105
15	30	45	60	75	90

It ends at the east-west line from both directions. Inside this circle, after the division of the degrees and the argument, and from the direction of north which is the direction of the two pins (and) after the east-west line, (there are) some arcs, 15 in number, whose ends meet at the two points of the east and west, cut off at both sides by a small quadrant for fear of the lines getting mixed up. These are (arcs for each) five (degree interval) which are called the horizons for the majority of localities (*al-āfāq li-ghālib al-bilād*), and their numbers are written on both sides of the meridian for those (arcs) which are between 30° and 60°. In the second half of the circle there is a single arc which is the horizon of the latitude of Damascus, 33;30'. The remaining inscriptions are: the name of the *amīr* for whom the box was made, the name of its maker, and the date of his work. The description of the markings of the upper cover is finished. //

On the right of the cover above its surface from the right side there is a piece welded on the side of the cover, like this (·)═══ . The round part of it which sticks out describes the latitude scale (*qaws al-*ᶜ*urūḍ*) with the holes in it and just fits into these holes. If it is desired to set up the plane of the cover,

madār al-mīzān (day-circle of Libra). The gnomon (*al-shakhṣ*) is placed on the point of intersection of the day-circle of Aries with the meridian. Its length is 12 parts (and it is thus) sub-divided. (If) it is raised it becomes erect standing up, (otherwise) it rests on the face of the sliding plate towards the north. The (time) remaining (to sunset) or elapsed (since sunrise), whichever is appropriate, can be found from where the shadow falls on the hour lines. These are straight lines parallel to the meridian which get further apart from each other as they get further from the meridian in both directions. The starting point of their numbers is from the west, written on the two ends of the day-circles (of the solstices) 1 2 3 4 5 6; the sixth (hour line) is the meridian. Then from the west (again) 7 8 9 10 11. Between the two day-circles of Cancer and Capricorn is the arc of the universal ᶜ*aṣr*, which is a semi-circle whose convex side touches the ninth hour (line) at a point on the day-circle of Aries, and written on it is ᶜ*aṣr*
4v *āfāqī* (universal ᶜ*aṣr*). The description of the sundial is finished. //

The second half of the sliding plate, which is towards your chest and which has the hole through which is seen the two forks of the needle, is divided transversely by the east-west line from the east to the west, and length wise by the meridian from the nail (*mismār*) of the *miḥrāb* to the tip of the hole, which is called the south indicator. At its center, which is the place of the nail of the *miḥrāb* and which is the point of intersection resulting from the meridian lengthwise and the transverse east-west line, is the plate of the *miḥrāb* which is a plate of copper on which are drawn two columns with a *miḥrāb* and a candle hanging in the middle of it on a chain. The head of the *miḥrāb* is sharpened and fine, passing over the divisions of the semicircle drawn around the center of the *miḥrāb* which is the semicircle of the horizon divided into 180 degrees, in five and ten (degree intervals). The tens are extended outwards and their arguments are written in the *jumal* notation, beginning from the two sides of the meridian and ending at 90° at the east and west points. At the heads of these divisions are protrusions with some of the *miḥrābs* of well-known localities written by the side, five *miḥrābs* in each direction placed at (the correct) inclination on that semi-circle. Those in the south-western direction are Baghdad,
5r Basra, Fars, Kerman, and India towards the west, // and those in the south-eastern direction are Aleppo, Damascus, Gaza, Cairo, and Upper Egypt towards the east. The extra rectangular piece at the front of the sliding plate is for pulling the plate in and out. The description of the markings on the face of the sliding plate, which is the first cover for the box, is finished.

Description of the second cover, which is above (the other) and which is called the plane of the celestial equator (*saṭḥ mu*ᶜ*addil al-nahār*). It is a plate of square cross-section. Its top side is of copper and on its bottom (side) towards the north there are two round pins (ᶜ*uqb*) sticking out of the two sides right and left. These can rotate in two holes of the same size in two extra parts welded on the two sides of the box right and left, so that it (the cover?) stands erect.

Egypt in his time. Al-Ṣūfī was the author of a number of inconsequential treatises on instruments, and also of a recension of the *Zīj* of Ulugh Beg for Samarqand, adapted for the longitude of Cairo. His treatise on the use of Ibn al-Shāṭir's instrument displays considerable naiveté, and several passages in it are unclear to us: indeed, one might even conclude that al-Ṣūfī was describing a different instrument. At the end of the treatise al-Ṣūfī refers his readers to the larger treatise of Ibn al-Shāṭir, and the anonymous copyist concludes the treatise with a remark that the text is copied from the hand of al-Ṣūfī, which reduces the possibility that any distortions of the original text have been introduced.

The style and attention to detail in the treatise of Ibn al-Shāṭir are as one would expect from the celebrated astronomer of fourteenth century Damascus. The treatise of al-Ṣūfī is similar in style to the plethora of other treatises on instruments prepared by Egyptian and Syrian astronomers in the fifteenth and sixteenth centuries, but is unusual for the lack of precision with which some of the operations are described. With but one exception[5] none of these treatises has been published in modern times, and the only survey of the instruments described in such treatises, prepared by P. Schmalzl in 1929, is based mainly on a selection of manuscripts available to the author in the Staatsbibliothek, Berlin[6]. Both Ibn al-Shāṭir and al-Ṣūfī paid more attention to the rules of Arabic grammar than was common in other fourteenth, fifteenth, and sixteenth century Syrian and Egyptian treatises on instruments, and the two copyists attempted to preserve this unusual feature of the two texts.

I now present a free translation of the two treatises in the Berlin manuscript. Words in parentheses have no counterpart in the original and are introduced for the sake of clarity. The Arabic text is edited in the Appendix and the original text is shown in Plates 11-23.

Translation of two Fragments from Ibn al-Shāṭir's Treatise on the Ṣandūq al-yawāqīt

(I) Fragment on the Description of the Instrument

Source: MS Berlin Ahlwardt 5845, fols. 4r-7r

The markings on the face of the sliding plate (*al-majarr*). The plane of its face is divided transversely in two halves. The inside half, which is in the direction of the cover, that is, towards the north, has a universal sundial (*basīṭa āfāqīya*) on it made for a locality with zero latitude, situated between the day circles of the solstices Cancer and Capricorn. The day-circle of Aries and Libra, which is the day-circle of the equinoxes, is in the middle between the two. Written on it from the west is *madār al-ḥamal* (day-circle of Aries) and from the east

5. The treatise of al-Wafā'ī (*Suter*, no. 437) on the "equatorial circle" is published in *Tekeli* 2. On the same instrument see now *Brice-Imber-Lorch*. See also Section E of the present paper.

6. See *Schmalzl*, an excellent study in its time but now badly out of date.

Une deuxième inscription, sur la face inférieure du couvercle (voir Pl. 6), confirme l'auteur et la date, ainsi que le nom de l'instrument:

صندوق اليواقيت الجامع لاعمال المواقيت صنعه وابتكره علي بن ابراهيم ابن الشاطر الموقت بالجامع الاموي عفا الله عنه سنة ٧٦٧

"Le coffret des saphirs réunissant les moyens de connaître les heures de la prière, fabriqué et inventé par ᶜAlī ibn Ibrāhīm ibn al-Shāṭir, *muwaqqit* à la Mosquée des Omeyyades - que Dieu lui pardonne ! - en l'année 767 (1366).

B. The Treatises on the Ṣandūq al-yawāqīt by Ibn al-Shāṭir and Ibn Abi l-Fatḥ al-Ṣūfī (King)

MS Berlin Staatsbibliothek Ahlwardt 5845 (7 fols., copied *ca.* 900AH/1600AD) is a unique copy of two treatises on the instrument. The two treatises are in different hands, and one is incomplete and bound in disorder.[1] No other copies of these treatises are listed in the published catalogs of Arabic manuscripts and I have not located any copies in the manuscript libraries of Istanbul, Aleppo, Damascus, or Cairo. The Syrian historian Badran (d. 1927) wrote that he had come across a treatise by Ibn al-Shāṭir entitled *Tashīl al-mawāqīt fī l-ᶜamal bi-ṣandūq al-yawāqīt*, "The Simplification of Timekeeping in the Operation with the Box of Sapphires," but gave no further information.[2]

One part of the Berlin manuscript (fols. 3r-7r) consists of two fragments, one (fols. 4r-7r) dealing with some of the markings on the instrument and the other (fols. 3r-3v) dealing with some of the operations which can be performed with the instrument. No doubt the treatise originally contained some introductory material and a discussion of the dimensions of the instrument and the compass inside the box and the use of the plate of horizons on the lid. There is no indication of the author of the treatise, who can, however, be none other than Ibn al-Shāṭir. The handwriting of the treatise I recognize as that of al-Ṣūfī (see below).[3]

The other part of the Berlin manuscript (fols. 1r-2v) is in a different hand and contains a treatise by the late fifteenth century Egyptian astronomer Shams al-Dīn Muḥammad b. Abi l-Fatḥ al-Ṣūfī,[4] the leading astronomer of

1. The manuscript is cataloged in *Ahlwardt*, p. 257. Ahlwardt stated that the whole manuscript was in a single hand; I disagree. The manuscript is mentioned in *Suter*, p. 185, in the entry for Ibn Abi l-Fatḥ al-Ṣūfī, but not in the entry for Ibn al-Shāṭir, and it is not listed in *Brockelmann*.

2. *Cf. Kennedy-Ghanem*, Arabic section, p. 15.

3. Various manuscripts copied in his hand are listed in my forthcoming catalog of the Cairo scientific manuscripts.

4. On al-Ṣūfī see *Suter*, nos. 447 and 460 (confused); and *Brockelmann*, S II, p. 159. A more complete list of his works will appear in a survey of mathematical astronomy in Egypt and Syria currently in preparation. See also note 3 above.

auteur offre une traduction du texte de deux traités sur notre instrument, contenus dans un manuscrit unique conservé à la Staatsbibliothek de Berlin (Section B). Le texte arabe de ces deux traités est aussi présenté (Appendix). Le premier de ces traités est anonyme, mais est certainement dû à Ibn al-Shāṭir, et décrit précisement la sorte d'instrument conservé à Alep. Le second traité est l'œuvre d'un astronome égyptien du XVe siècle, Ibn Abī l-Fatḥ al-Ṣūfī. Malheureusement le traité d'Ibn al-Shāṭir est incomplet et celui d'al-Ṣūfī est aussi vague que court. En fait les traités soulèvent autant de problèmes qu'ils en résolvent concernant l'instrument et son usage. Le premier auteur poursuit l'étude par une reconstitution de l'instrument d'Ibn al-Shāṭir (Section C) et une description de son usage (Section D) en utilisant tous les documents disponibles. Le second auteur conclut l'étude par une discussion du "coffret des saphirs" d'Ibn al-Shāṭir dans ses rapports avec les productions antérieures et postérieures de l'artisanat islamique (Section E).

A. Présentation sommaire de l'instrument dans son état actuel (Janin)

L'instrument se présente (voir Pl. 1 et 2) sous la forme d'une boîte en laiton, carrée, de 12 cm. de côté, haute de 3 cm., y compris le couvercle plat, à charnières latérales, qui la coiffe. Lorsque la boîte est fermée, on voit sur le couvercle des graduations circulaires ainsi qu'une alidade dont une des deux pinnules était manquante déjà en 1940 et dont l'autre a plus récemment disparu. Une fois le couvercle soulevé on voyait - tout au moins avant 1940 - une plaque pouvant coulisser dans la boîte. Cette plaque, actuellement perdue mais dont on possède une reproduction de bonne qualité publiée par Reich et Wiet, offrait les dessins d'un cadran solaire et d'un indicateur de qibla (voir Pl. 3). Sur un côté de la boîte on voit une liste de quelques villes et leurs latitudes (voir Pl. 4). De-ci de-là, dans la boîte ou à l'extérieur de la boîte, des pointes, des taquets, des trous, qui sont la trace de pièces ou de montages disparus.

L'auteur et la date sont révélés par une inscription dédicatoire gravée sur le couvercle (voir Pl. 5):

للخزانة السعيدة بالاشارة العالية السيدية المخدومية السيفية الكافلية منكلى بغا الاشرفي الشمسي نائب السلطنة
المعظمة بالشام اعز الله انصاره تصنيف على بن الشاطر الموقت سنة ٧٦٧

"Pour la bibliothèque royale, à la demande de Sa Haute Excellence, bien servie, Sayf (al-Dīn), gouverneur général, Mankalī-Bughā al-Ashrafī al-Shamsī,[1] lieutenant général du sultanat magnifié, à Damas la bien gardée, que Dieu glorifie ses victoires ! Oeuvre de ʿAlī ibn al-Shāṭir le *muwaqqit*[2] en l'année 767 (1366)".

1. Un des plus brillants gouverneurs mamelouks de Damas. Voir *Reich-Wiet*, pp. 197-199, pour un exposé plus complet. *de Zambaur*, p. 31, constate qu'al-Ashrafī devint gouverneur en 769H (deux années après l'inscription d'Ibn al-Shāṭir) et qu'il mourut en 776H.

2. C'est-à-dire l'astronome de la mosquée qui est chargé de l'indication des heures des prières.

on the instrument which have not been previously investigated.[7]

In the present study the first author presents a brief description of what remains of the Aleppo instrument (Section A). Then the second author presents a translation of the text of two treatises on the instrument based on a unique manuscript preserved in the Staatsbibliothek, Berlin (Section B). The Arabic text of these treatises is also presented (Appendix). The first of the two treatises is anonymous, but certainly due to Ibn al-Shāṭir, and describes precisely the kind of instrument preserved in Aleppo. The second treatise is by the fifteenth-century Egyptian astronomer Ibn Abi l-Fatḥ al-Ṣūfī. Unfortunately Ibn al-Shāṭir's treatise is incomplete and al-Ṣūfī's treatise is as vague as it is brief. In fact the treatises raise as many problems concerning the instrument and its use as they solve. The first author continues the study with a reconstruction of Ibn al-Shāṭir's instrument (Section C) and a description of its use (Section D), based on all the available evidence. The second author concludes the study with a discussion of Ibn al-Shāṭir's "box of sapphires" in the context of earlier and later Islamic instrument making (Section E).

Introduction (Français)

La Bibliothèque des Awqāf à Alep conserve un instrument astronomique d'un type inhabituel, œuvre du célèbre astronome syrien du XIVe siècle Ibn al - Shāṭir.[1] L'instrument était dénommé "ṣandūq al-yawāqīt", ce qui signifie "coffret des saphirs,"[2] et consiste en une petite boîte qui peut être mise dans la paume de la main et qui a des dessins sur le couvercle et sur un plan mobile intérieur. Il a été mentionné pour la première fois en 1940 par S. Reich et G. Wiet, qui se sont abstenus de tout commentaire sur son usage.[3] Quelques lignes rapides lui furent consacrées par D. J. de S. Price en 1957.[4] Plus récemment il a été montré à Londres dans l'exposition "Science and Technology in Islam" en 1976, dans le cadre du soi-disant "Festival of the World of Islam"; F. Maddison et A. Turner qui ont organisé l'exposition et fait le catalogue des objets exposés, ont donné un bref compte rendu de l'instrument.[5] S. H. Nasr, dans son récent livre "Islamic Science" a publié une photo en couleurs du couvercle avec une légende qui surprendra beaucoup de lecteurs.[6] Nous pensons qu'il vaut la peine de faire un nouvel examen du "coffret des saphirs" d'Ibn al-Shāṭir à la lueur de deux traités médiévaux sur l'instrument qui étaient restés inconnus jusqu'à maintenant.[7]

Dans les lignes qui vont suivre, le premier auteur présente une description sommaire de l'instrument dans son état actuel (Section A). Puis le deuxième

7. Curiously, this little instrument has attracted far more attention than Ibn al-Shāṭir's magnificent sundial of 2m. × 1m. which adorned the main minaret of the Umayyad Mosque in Damascus (see *Janin*). Neither this sundial nor Ibn al-Shāṭir's planetary models (which are mathematically identical to those of Copernicus), nor the astronomical tables of his colleague al-Khalīlī (which represent the culmination of the Islamic achievement in spherical astronomy) were featured at the Exhibition in London.

Ibn al-Shāṭir's Ṣandūq al-Yawāqīt :

An Astronomical « Compendium »

LOUIS JANIN* AND DAVID A. KING**

English Introduction

In the Awqāf Library in Aleppo there is preserved an unusual astronomical instrument made by the celebrated fourteenth century Syrian astronomer Ibn al-Shāṭir.[1] The instrument was called *ṣandūq al-yawāqīt*, which means "box of sapphires,"[2] and consists of a small box which can be held in the palm of a hand and which has engravings on the lid and on a movable plate beneath it. The first notice of its existence was published by S. Reich and G. Wiet in 1939-40, who refrained from any investigation of its purpose.[3] Some brief remarks on the function of the instrument were made by D. J. de S. Price in 1957.[4] More recently it was displayed in London in the exhibition "Science and Technology in Islam" during 1976 as part of the so-called Festival of the World of Islam, and F. Maddison and A. Turner, who arranged the exhibition and cataloged the exhibits, have given a brief account of it.[5] S. H. Nasr, in his new book *Islamic Science*, published a color plate of the lid with a caption that will bewilder most readers.[6] We consider it worthwhile to take a fresh look at Ibn al-Shāṭir's "box of sapphires," in the light of two medieval treatises

* 12 Cerisaie, Sèvres 92310, France

** American Research Center in Egypt, 2 Midan Kasr el-Doubara, Garden City, Cairo, Egypt.

1. On Ibn al-Shāṭir see *Kennedy-Ghanem*, which contains reproductions of all studies published on Ibn al-Shāṭir before 1975, except *Mayer*, pp. 40-41, and *Kennedy* 1, no. 11 and pp. 162-164. See also *King* 2 and the article "Ibn al-Shāṭir" in *DSB*.

2. Reich and Wiet (see note 3) proposed the translation "coffret des hyacinthes". However, one does not put hyacinths in boxes, although one does put jewels. *Suter*, p. 185, l. 19, has correctly "Edelsteinschachtel". The word *yawāqīt*, plural of *yāqūt*, "sapphire", was chosen to ryhme with *mawāqīt*, meaning "prescribed times" (usually of prayer), plural of *mīqāt*, as in *ʿilm al-mīqāt*, which is the medieval expression for "the science of timekeeping", derived from *waqt*, "time".

3. See *Reich-Wiet*.

4. See *Price*.

5. See *Maddison-Turner*, no. 83. We are grateful to the authors for copies of a preprint of their catalog.

6. *Nasr*, p. 94. The caption "an instrument for finding the qibla, also used as a sundial" does not relate to the cover illustrated in the plate. Elsewhere (p. 243) Nasr states that the instrument is from the 12/18th century, although the date is visible in the reproduction of the cover.

The Institute gathers and preserves artifacts on science and technology for a future museum, as an adjunct, and is building up its research library resources, as well as its own manuscript and microfilm collections. We are well equipped to publish new texts, major articles, and monographs, notes, and queries related to the Arabic-Islamic legacy. The *IHAS Newsletter* in its present coverage and quality is becoming the best available of its kind. It will be published quarterly to complement the *Journal*. All these activities are only humble beginnings in the revival of genuine and enlightened interest in a rich cultural heritage which has been neglected for far too long.

Aleppo, Syria, November 1977

Challenge Of A Journal On Arabic-Islamic Science

SAMI HAMARNEH

A year ago it seemed like accomplishing the impossible to issue an independent and international scholary periodical devoted to the history of Arabic-Islamic science and technology with little on hand in the way of library and technical resources, facilities and manpower. We started to build from scratch. But although the challenge is still great, our journalistic effort had a good start. The « infant» was born with all the convincing features of a healthy new life. The situation now is much better, promising a steady growth despite discouragements and obstacles from within and from without. The University of Aleppo Press is becoming well equipped to handle illustrations and printing in Arabic, English, French, German and Spanish without being forced to rely on offset arrangements. Professors al-Hassan, Kennedy and Mrs. E. S. Kennedy did almost the impossible, working long hours to meet deadlines. Some of the Institute's staff as well as the printers worked hard, doing remarkably well on an assignment never tackled by them before on the same level of proficiency.

The first issue dated May 1977 was eagerly read. The encouraging compliments received from prominent scholars exceeded our highest expectations, and despite minor faults and errors in production and text, it was admired even by our critics. In August, several copies were also displayed at the book exhibition hall during the convention of the XVth International Congress of the History of Science held in Edinburgh, Scotland, where hundreds of participants had the chance to see and examine the new Journal. Hundreds of sample copies were dispatched to libraries, institutions and colleagues for exchange of publications or to solicit subscriptions on the occasion of the Journal's first anniversary with the publication of this second issue.

The recent revived interest in collecting and cataloging manuscript collections in many centers is encouraging. More descriptive catalogs, no doubt, are needed to include newly discovered original documents. The Institute encourages, promotes, and stands ready to publicize, disseminate, and serve such efforts in any possible way. We also hope to help eliminate or minimize duplication in research and publications.

Journal

for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts, and all editorial materials should be sent in duplicate, to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should be addressed to the Institute (IHAS).

Annual subscription:	surface mail,	25.00 L.S.	or $6.00
	registered air mail.	42.00 L.S.	or $10.00
Single issue :	surface mail	15.00 L.S.	or $4.00
	registered air mail.	25.00 L.S.	or $6.00

Printed in Syria
Aleppo University Press

مجلة تاريخ العلوم العربية

فايز



اول
اني
١٩

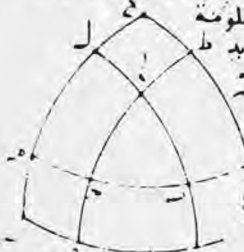
معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب ـ سورية



مجلة تاريخ العلوم العربية

فايز

فيمران على قطبي اب فنقطة [illegible] قطب اب ولان دائرة حز تمر على قطب دائرة [illegible]
فان هاتين الدائرتين ايضا تمران على قطبي حز فنقطة ح قطب حز ولذلك [illegible]
[illegible] ارباع دوائر عظام [illegible] معلومة
فاضلاع [illegible] معلومة [illegible] واحد منها [illegible]
على الربع تمام قوس معلومة الى الربع [illegible]
لما قدمنا معلومة [illegible] لذلك [illegible] معلومة
[illegible] على الربع [illegible] الى الربع [illegible] على الربع
تمام [illegible] الى الربع ولذلك [illegible] على الربع تمام [illegible] الى
الربع فيبقى [illegible] معلومة وذلك ما اردنا
[illegible] واردنا [illegible] الغلط [illegible]



ابو جعفر [illegible] هذا المعنى [illegible] اضلاع [illegible] معلومة [illegible]
[illegible] الاوضاع [illegible] الغلط [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب ـ سورية



مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الثاني | العدد الأول | أيار ١٩٧٨

محتويات العدد

القسم الاجنبي



مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر مجلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العـــربي مرتين كل عام (في فصـلي الربيــــع والخريف) • يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقـــال الى :
معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

توجه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمــــور الادارية الى العنوان نفسه •

قيمة الاشتراك السنوي :

بالبريد العادي	٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أمريكية
بالبريد الجوي	٤٢ ليرة سورية أو ١٠ دولارات أمريكية

قيمة العدد الواحد :

بالبريد العادي	١٥ ليرة سورية أو ٤ دولارات أمريكية
بالبريد الجوي	٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أمريكية

مطبعة جامعة حلب

مقالة الحسن بن الحسن بن الهيثم
في كيفية الأرصاد

تحقيق الدكتور

عبد الحميد صبرة *

المقدمة :

لا يوجد ، فيما نعلم ، لمقال الحسن بن الحسن بن الهيثم في « كيفية الأرصاد » سوى نسخة وحيدة محفوظة بمكتبة بلدية الإسكندرية ، وهي التي ننشر نصها في الصفحات التالية . وكما سبق أن بينا في مقدمة نشرتنا لمقال ابن الهيثم في « الأثر الظاهر في وجه القمر » (هذه المجلة ، المجلد الأول ، العدد الأول ، أيار ١٩٧٧ ، ص ٥ — ٦) ، توجد مقالة « كيفية الأرصاد » في مجلد قائم بذاته رقمه ٣٦٨٨ ج ، وأوراقه مرقومة ٣١ — ٤٦ . وقد نبهنا في ذلك الموضع إلى أن المقالة كان يضمها مع مؤلفات أخرى لابن الهيثم مجلد واحد قبل الفصل بينها . والمقالة مذكورة في « القائمة الثالثة » التي أوردها ابن أبي أصيبعة لمصنفات ابن الهيثم ، وترتيبها في هذه القائمة الرابعة (أنظر مقالنا عن ابن الهيثم في *Dictionary of Scientific Biography* الجزء السادس ، نيويورك ، ١٩٧٢) ، وكذلك جاء ذكرها في « أخبار الحكماء » لابن القفطي (المصنف رقم ٣٤) — أنظر نشرة ليبرت ، ليبتسك ، ١٩٠٣ ، ص ١٦٨ . ولكننا لم نتمكن من تحديد ترتيب المقالة التاريخي بين أعمال ابن الهيثم الأخرى .

لا يرمي ابن الهيثم في هذه المقالة إلى حل مشكلة معينة أو إيضاح إبهام في مؤلف

* أستاذ تاريخ العلوم عند العرب في جامعة هارفارد

من المؤلفات أو التعرض بالنقد لرأي من الآراء . والمقالة إذن لا تعدل في أهميتها أعمال ابن الهيثم الفلكية الأخرى مثل « الشكوك على بطلميوس » أو « شرحه » الكبير على كتاب « المجسطي » (مخطوط مكتبة أحمد الثالث ، طوب قابو سراي ، رقم ٣٣٢٩ ، وتاريخه ٦٥٥ هجرية أو ١٢٥٧ ميلادية ، وعدد أوراقه ١٢٣) . ومع ذلك فالمقالة مدخل قيّم إلى الفلك البطلمي يتسم بالوضوح والترتيب والدقة رغم إعراض المؤلف عن المعالجة الرياضيّة التي نجدها في بعض مصنفاته الفلكية الأخرى . في هذا المدخل يشرح ابن الهيثم المفهومات الرئيسية للنظرية المأخوذ بها في عصره (وهي نظرية بطلميوس) بالإشارة إلى الأرصاد التي تستند إليها هذه المفهومات والتي وسيلتها الآلة المشهورة المعروفة بذات الحلَق . ولا شك أن المقالة موجهة إلى « المتعلمين » دون المتخصصين أو « المحققين » ، وقد كان من عادة المؤلفين في عصر ابن الهيثم (بما في ذلك كبارهم) أن يوجهوا كتاباتهم إلى هاتين الفئتين من الباحثين بما يناسب درجاتهم من التحصيل . والمقالة إذن ذات أهمية خاصة لما تلقيه من ضوء على مناهج الدراسة العلمية في العصر الوسيط ، فضلاً عن فائدتها في التعريف بأصول فلك بطلميوس .

اتبعنا في التحقيق نفس المنهج الذي اتبعناه في نشر مقالة « الأثر » ، فقسمنا النص إلى فقرات وأضفنا علامات الفصل والشكل (أحياناً) للإيضاح ، وكذلك أضفنا الهمزة وقد أهملها الناسخ إلا في مواضع قليلة نصصنا عليها في جهاز التحقيق ،وأعدنا ترتيب الورقتين رقم ٣٧ ورقم ٣٢ إلى موضعهما الصحيح .

ويسرنا أن نتوجه بالشكر لمكتبة بلدية الإسكندرية لإتاحتها لنا الحصول على صور مقالتي « الأثر » و « كيفية الأرصاد » ونخص بالشكر السيدة نادية زكي .

[٣١ ظ]

بسم الله الرحمن الرحيم

قول أبي علي الحسن بن الحسن بن الهيثم
في كيفية الأرصاد

قال : لجملة العالم مع تغير أحواله نظام ، ولأنواع أجزائه مع اختلافها ائتلاف ، ولجزئيات أنواعه خواص ، تحار في جميع ذلك الأفكار ، وتضل فيها الأفهام ، وتكثُر(١)

عند تأملها الحيرة ، وتعجز عن إدراكها الخبرة ، وخاصةً ما يرى من الأجرام العلوية والحركات السموية . والمسافة بعيدة ، والأسباب خفية ، والطريق وعر ، والمحالة[٢] ضعيفة ، والإنسان ناقص ، والكمال متعذر ، والنفوس مع ذلك تشتاق إلى معرفة الحقائق ، وتحن إلى البحث عن الأمور المشتبهة في الظاهر . ولأن ذلك كذلك انصرف كثير من الناس إلى الفكر في أمور العالم وتمييز أحواله وانقطعوا بخواطرهم إلى تفتيش خواص الموجودات . وكان الذي يكثر تعجبهم منه ويبعد في نفوسهم الوقوف على علته حركاتُ الكواكب والشمس والقمر واختلافُ أوضاعها عند موضع مفروض من الأرض . فإنهم وجدوا الشمس والقمر وجميع الكواكب تتحرك بجملتها من المشرق إلى المغرب أبداً ، وتنتقل كلها في كل يوم وليلة من أي موضع وجدت فيه إلى أن تعود إليه ، كذلك دائما لا تتغير ولا تختلف ، بل تطلع أبداً من جهة واحدة هي التي تسمى المشرق وتغرب في جهة واحدة وهي التي تسمى المغرب . فأداموا الفكر في ذلك واستقصوا النظر فيه وانتهوا منه إلى أن تفقدوا الكواكب وتأملوا كل واحد منها على انفراده ، فوجدوا فيها ما يطلع من نقطة واحدة أبداً من النقط التي في جهة المشرق ويغرب من نقطة واحدة أبداً من النقط التي في جهة المغرب . ووجدوا من هذه أيضا ما يلبث ظاهراً زماناً مثل الزمان الذي يلبث خفياً ، ومنها ما زمان ظهوره أعظم من زمان خفائه ، ومنها ما زمان ظهوره أقل من زمان خفائه . ووجدوا الذي يتساوى زمان ظهوره وخفائه من كل المواضع من الأرض إذا رُصد زمان ظهوره وزمان خفائه لا يلزم تلك النسبة في كل المواضع من الأرض ، بل الذي يكون زمان ظهوره أعظم من زمان خفائه في بعض المواضع يكون في مواضع أُخَر بخلاف ذلك الحال . فمن المواضع ما يكون زمان ظهوره منها أعظم أيضاً من زمان خفائه إلا أنه على نسبة غير تلك النسبة ، ومن المواضع ما يكون زمان ظهوره فيها أقل من زمان خفائه ، وكذلك الحال في الذي زمان ظهوره أقل من زمان خفائه. ومن المواضع ما يوجد زمان ظهور جميع الكواكب

[٣٧ و]

فيها مساوياً لزمان خفائها .

ووجدوا من الكواكب ما يطلع من نقط مختلفة بالقياس إلى موضع واحد من الأرض ويكون مرة زمان ظهوره وخفائه متساويين ، ومرة مختلفين ، واختلافهما في كل يوم يتغير ، فتارة يزيد زمان ظهوره على زمان خفائه وفي كل يوم يزيد زيادة أكثر حتى ينتهي إلى حد ثم يتناقص ويرجع ولايزال كذلك إلى أن يتساوى الزمانان، ثم ينقص

زمان الظهور عن زمان الخفاء ويتزايد النقصان في كل يوم إلى أن ينتهي إلى حد ثم يعود في الزيادة ــ كذلك أبداً .

ووجدوا هذه الكواكب التي تختلف مواضع طلوعها وغروبها وأزمان ظهورها وخفائها تطلع مرة من نقطة ثم من نقطة دونها ثم من نقطة دونها حتى ينتهي أيضاً إلى غاية من الجهة الأخرى ، ثم تعود راجعة ــ كذلك أبداً تتردد في الطلوع بين نقطتين ، وكذلك في الغروب ، ولا تتجاوز أبدا تينك النقطتين بل تلازم نظاماً واحداً .

وتأملوا أيضاً أقطارها من المواضع المختلفة من السماء في الليلة الواحدة ، فوجدوا مقدار كل واحد منها لا يتغير ولا يختلف بل يرى من جميع نواحي السماء بمقدار واحد .

ثم تأملوا أوضاع الكواكب التي يطلع كل واحد منها من مطلع واحد ويغرب من مغرب واحد ، فوجدوا أوضاع بعضها عند بعض وضعاً واحداً لا يتغير ولا يتباعد بعضها عن بعض ولا يميل بجملتها إلى جهة غير الجهة التي تتحرك إليها .

ووجدوا أيضا من هذه الكواكب ما يكون أبداً ظاهراً بالقياس إلى الموضع الواحد من الأرض وهي تتحرك أيضاً مع حركة الكل ، إلا أنها تتحرك حركة مستديرة ولا تغرب ، لكنها تكون تارة قريبة من وسط السماء وتارة بعيدة عنه . ثم أنعموا النظر في رصد هذه ، فوجدوها تتحرك على دوائر كل واحد منها يتحرك على دائرة واحدة لا ينتقل عنها ؛ لأنهم كانوا يقيسونها برأي العين إلى الموضع الثابت من السماء الذي يتحرك الكوكب حوله ، فيجدون أبعاد ما بين الكوكب الظاهر وبين الموضع الثابت في الأزمنة المتطاولة لا يتغير بل بعده منه بعد واحد في رأي العين .

وكانوا يجدون أيضاً أبعاد ما بين الكواكب الظاهرة لا يتغير ، لأن أبعاد ما بين الكواكب لا يجدونه يتغير .

ووجدوا هذه الدوائر بعضها أصغر من بعض : فمن الكواكب ما دائرته في غاية الصغر وهو أقربها من الموضع الثابت من السماء ، والذي يليه من الكواكب دائرته أعظم من ذلك والذي يلي ذلك دائرته أعظم أيضاً ، وكذلك أبداً إلى أن تنتهي(٣) إلى دائرة كأنها

[٣٧ ظ]

تماس الأرض ، ثم إلى دائرة كأن الأرض تقطعها .

وما زالوا يرصدون ذلك ويفكرون فيه على تطاول الأيام ، وتختلف ظنونهم في سببه وتتشعب آراؤهم (٤) في علة ذلك النظام والهيئة الحافظة له ، فكان الموضع الذي وجدوه للكواكب لا يتغير وضعها ولا يختلف أبعاد بعضها من بعض ، وهي مع ذلك تتحرك بكليتها وتنتقل من مواضعها وأوضاعها لا تختلف بل حافظة لنظام واحد ، ⟨ فكان ذلك ⟩ داعياً لهم إلى أن اعتقدوا أن هناك جسماً يشتمل على جميع الكواكب وهي فيه كالأجزاء منه ، وهو الذي يتحرك حركة واحدة ، فتحركُ الكواكب بحركته وتنقلُها بانتقاله ، فإن بذلك يتّم أن يتحرك جميعها حركة واحدة ولا يتغير وضع بعضها من بعض . فاجتمعت آراؤهم(٥) ⟨على⟩ أن هناك جسماً مصمتاً متساوي الأجزاء يشتمل على جميع الكواكب . فصار كل ⟨من⟩ نظر بعد ذلك في العلوم الخفية وبحث عن أمر الأجرام السماوية ينظر في أقاويل من تقدمه في ذلك ، فيجد أقاويلهم أن المتحرك هو جسم مشتمل على الكواكب وإذا تأمل أدنى تأمل وجد الأمر كذلك ، فيصير نظره حينئذ فيما يلزم من بعد إذ كان ذلك متقرراً ، فصار الناظرون بعد ذلك يتصفحون أحوال الكواكب وحركاتها وأنواع تنقلها وأحوال الجسم المحرك لجميعها ، فانتهى بهم الفكر إلى شكل هذا الجسم وكيفية حركته ، فاختلفت ظنونهم أيضاً في شكل الجسم المحرك لجميع الكواكب وكيفية حركته. فأما حركته فإنهم لما رأوا الكواكب تطلع من ناحية المشرق وتغرب في ناحية المغرب ثم تعود فتطلع أيضا من ناحية المشرق وتغرب في المغرب ، كذلك أبداً ، صار ذلك مضطرا لهم إلى أن اعتقدوا أن حركة الجسم المحرك لجميع الكواكب حركة مستديرة . ولما وجدوا أيضاً كل واحد من الكواكب في حركته في اليوم الواحد متساوي المقادير في جميع المواضع التي يمر بها في حركته ، تقرر عندهم بذلك أن حركات الكواكب على دوائر حقيقية ، إذ كان الجسم الواحد إنما يرى في الموضع الواحد في المواضع المختلفة بمقادير متساوية ، إذ كانت أبعاد تلك المواضع المختلفة من الموضع الواحد متساوية ، والدوائر فقط هي التي يصح أن تكون أبعاد جميع النقط التي على محيطها من موضع واحد بعينه أبعادا متساوية ، فأما غيرها من الخطوط فليس يصح فيه ذلك ، ولا يصح أن تكون حركات الكواكب على خطوط غير الدوائر معما ظهر من تساوي مقاديرها .

ويلزم

[٣٣ و]

من ذلك ومما يظهر من الدوائر المتوازية التي تتحرك عليها الكواكب الظاهرة أن يكون

الجسم المحرك للكواكب يتحرك حركة مستديرة على قطبين ثابتين ، إذ كانت حركة الجسم على هذه الصفة فقط يمكن أن تتحرك النقط التي فيه على دوائر صحيحة متوازية.

وأما شكله فإنهم لما وجدوا الدوائر التي تتحرك عليها الكواكب متوازية وآخرها في غاية الصغر والتي تليها أعظم منها والتي تلي تلك أعظم ، وكلما بعدت الدائرة عن أصغر الدوائر كانت أعظم إلى أن تنتهي إلى دائرة هي أعظم ، والتي تلي تلك الدائرة من الجهة الأخرى أصغر منها ثم تتصاغر أيضا الدوائر المتوازية في الجهة الأخرى ، واعتبروا أيضاً مقادير الكواكب الثابتة والشمس والقمر من جميع نواحي الأرض في الأوقات المتشابهة من الزمان فوجدوا مقاديرها لا تتغير ، واعتمدوا أيضا اعتبار مقدار الشمس في جميع نواحي الأرض إذ كانت على دائرة واحدة بعينها وفي مبدأ طلوعها وتوسطها السماء وغروبها فوجدوا مقدارها لا يختلف ، وتأملوها من موضع واحد من الأرض في غاية بعدها عن سمت الرأس وغاية قربها منه فوجدوا مقدارها لا يختلف ، فنظروا في خواص الأشكال وأيها هو الذي يمكن أن تعرض فيه هذه الأعراض إذا كان متحركاً حركة مستديرة على قطبين ثابتين ، ففرضوا كل شكل من أشكال المجسم ونظروا في خواصه وخواص حركته فلم يجدوا شكلاً تلزمه هذه الخواص وتلزم حركته هذه الأعراض غير شكل الكرة إذا(٦) كان الناظرون إليها أيضاً في وسطها ، فكان ذلك داعياً لهم إلى أن اعتقدوا أن الجسم المتحرك المحرك لجميع الكواكب شكله شكل كرة وحركته على قطبين ومحورها ثابت وأن الأرض ومن عليها في وسطه ، واستقر ذلك عندهم وصار متعارفاً فيما بينهم .

وصار الناظرون في علم الهيئة من بعد ذلك يفرضون هذا الشكل وهذه الحركة ثم ينظرون في أحوال الكواكب وفي هيئة ما دون هذا الجسم من أجزاء العالم ، وصار ما تقرر عندهم من ذلك داعياً لهم أيضاً إلى البحث عن أشكال جميع أجزاء هذا العالم وهيئات حركات ما يتحرك منها ، وتطرّق بذلك لهم النظر في غيره وأعانهم على ما سواه ، فنظروا من بعد ذلك في حركات الكواكب المختلفة الطلوع وفي أوضاعها من الكواكب الثابتة التي لا تتغير أوضاعها ، فوجدوا كل واحد من الكواكب المختلفة الطلوع — وهي الكواكب السريعة الحركة —

[٣٣ ظ]

يقارن كوكباً من الكواكب الثابتة ويكون بينه وبينه بعد يسير ، ثم يصير البعد الذي

بينهما أكثر من ذلك ، ويكون ذلك البعد إلى ما يلي المشرق ، ثم يتزايد البعد حتى يقارن غيره من الكواكب الثابتة ، ثم غير ذلك أبداً إلى أن يعود إلى مقارنة الكوكب الأول . فتبين من ذلك أن لهذه الكواكب حركة تخصها وأنها من جهة المغرب إلى المشرق أبداً على نظام واحد ولكن على دوائر مختلفة . فتبين لهم من هذه الأحوال أن جميع الحركات التي تكون للأجرام العلوية على نوعين ، أحدهما من المشرق إلى المغرب وهي حركة الكل ، والآخر من المغرب إلى المشرق وهي حركة الكواكب السبعة .

ثم تأملوا من بعد ذلك جزءاً من الأرض وهيئة شكلها فتبين لهم من الأعراض التي تكون لطلوع الشمس والقمر على بسيط الأرض وكسوفات القمر التي ترى في المواضع المختلفة من الأرض في أزمان مختلفة ، أعني بطلوع الشمس والقمر على وجه الأرض أنهما يطلعان على المواضع التي تلي المشرق من قبل طلوعها على المواضع التي تلي المغرب ، وعلم ذلك يكون من كسوفات القمر وذلك أن القمر في الوقت الذي ينكسف ⟨فيه⟩ إذا ظهر في الموضع القريب من المشرق على خمس ساعات من الليل — على طريق المثال — فإن ذلك الكسوف يظهر في الموضع القريب من المغرب على أقل من خمس ساعات ، فدل ذلك على أنه يطلع على الموضع الذي يلي المشرق قبل طلوعه على الموضع الذي يلي المغرب ، وأن غروب الشمس على الموضع الذي يلي المشرق قبل غروبها عن الموضع الذي يلي المغرب ؛ وكلا الأمرين يدل على أن سطح الأرض مستدير . واعتبروا حالها بالقياس إلى الكواكب الثابتة ، وكانوا يتوجهون إلى جهة الكواكب الدائمة الظهور — وهي جهة الشمال — فكانت تظهر لهم كواكب أُخَر تصير أبداً ظاهرة وقد كانت قبل ذلك طالعة غاربة ، وإذا توجهوا إلى جهة الجنوب كانت تظهر لهم كواكب أيضاً لم تكن تظهر ، وإذا أمعنوا في السير إلى جهة الجنوب صار القطبان جميعاً كأنهما على سطح الأرض ، وإذا تجاوزوا ذلك الموضع إلى جهة الجنوب ظهر القطب الجنوبي وخفي القطب الشمالي . فلما تبين(٧) لهم ذلك ، وكانت هذه الأعراض لا تعرض إلا في شكل الكرة ، تيقنوا أيضاً أن شكل الأرض شكل كري . وتبين أيضا في تضاعيف ذلك أن الأرض ليس لها قدر محسوس عند كرة الكواكب الثابتة ، لأنه كان يظهر لهم قدر الكوكب الواحد في الموضع الواحد من الأرض في المواضع

[٣٤ و]

المختلفة من السماء بقدر واحد ، فظهر بهذا أن مقدار أبعاد ما بين المواضع من السماء وبين الموضع الواحد من الأرض لا يؤثر ، هذا بالإضافة إلى بعد الكواكب ، فليس لجرم الأرض قدر عند كرة الكواكب الثابتة . فحصل لهم من جميع هـذه الاعتبارات والأرصاد أن شكل العالم بكليته شكل كري ، وأن حركته حركة كرية على قطبين[٨] ثابتين ، وأن الأرض في وسطه ، وأنها أيضا كرية ، وأنه لا قدر لها عند الجسم المحيط بالعالم، وأن جميع الحركات التي للأجرام العلوية نوعان هما الذي من المشرق إلى المغرب والذي من المغرب إلى المشرق .

ثم صاروا من بعد ذلك إلى تمييز حركات الكواكب التي تخصها واستخراج أوضاع الدوائر التي تتحرك عليها وأبعاد بعضها من بعض ومقادير أزمان اجتيازها عليها ، فلم يكن لهم إلى إدراك ذلك سبيل بالمشاهدة فقط ، ولا كان يحصل[٩] لهم مواضعها بعد أن تفارق المواضع ولا متى تعود[١٠] إلى ذلك الموضع ، ولا كانوا يتحققون الخط الذي على الكواكب بحركته الخاصة وهل هو محيط دائرة على الحقيقة أو غير ذلك من الخطوط المستديرة أو هل حركته واحدة أو حركات كثيرة . ففكروا في طريق يضبطون به ذلك ويحصرونه فانتهى بهم الفكر إلى أن يضعوا آلات يعتمدون أن يسامتوا بها موضع الكوكب وقتاً بعـد وقت ويأخـذوا من المسامتة نقطاً ويعتبرون تلك النقطـة على أي خط هي وعلى أي وضع هو ذلك الخط . ولأنه قد استقر في نفوسهم أن شكل السماء شكل كري وأن الكواكب تتحرك على دوائر بحسب ما يشاهدونه بالحس تقرر في أفكارهم أن يجعلوا الآلات على شكل الدوائر والأكر . ولأنه قد استقر أيضاً عندهم أن الأرض لا قدر لها عند السماء علموا أنهم إذا اتخذوا الآلات كرية أو مستديرة ونصبوها على وجه الأرض لم يكن بين مراكزها وبين مركز العالم فرق بالإضافة إلى الأبعاد التي بين الأرض وبين الكواكب . فتبين من ذلك أن الآلات الكرية التي تكون على وجه الأرض هي موازية لكرة السماء وأن الدوائر التي فيها موازية للدوائر التي تكون في السماء وكل قوس منها شبيهة بالقوس المسامتة[١١] لها من السماء ، وكذلك كل دائرة تكون قائمة على سطح الأرض فهي مسامتة لدائرة تكون في السماء لأن مركزيهما نقطة واحدة وهي مركز الدائرة التي في الآلة ، فبنوا الأمر من أجل ذلك على اتخاذ دوائر

[٣٤ ظ]

وأكر يرصـــدون بها حركات الكواكب وطرقها التي تجتاز عليها وأوضاع دوائرها وكمية أزمان دوراتها .

وكان مما اتخذوه الآلة التي تسمى ذات الحلق(١٢) وهي آلة كرية ذات دوائر متقاطعة ومحور وقطبين . ثم فكروا في أن ينصبوها نُصبة شبيهة بنصبة العالم في الموضع الذي ينصب فيه الآلة ، فاحتاجوا أن يجعلوا محور الآلة مطابقا لمحور العالم على التحقيق وقطبيها مسامتين لقطبي العالم . فدعاهم ذلك إلى النظر في خواص الأشكال وما يلزم من كل واحد منها من كيفية أوضاعها عند اختلاف حركاتها . فقادهم ذلك إلى الارتياض بالعلوم الهندسية ومداومة النظر فيها وما يلزم الكرة وخاصة إذا كانت متحركة . فأنتج لهم النظر أن كل دائرة في كرة عليها نقطتان متقابلتان ويخرج سطح من مركز الكرة يمر بالنقطتين فإن ذلك السطح يمر بقطب الدائرة أعني النقطة التي في سطح الكرة التي أبعادها من محيط الدائرة متساوية ، وأن قطب كل دائرة تحدث(١٣) من حركة الكرة هو قطب الكرة . فتبين لهم من ذلك أنهم إذا رصدوا كوكباً من الكواكب الدائمة الظهور حتى يجدوه على نقطتين متقابلتين من محيط الدائرة التي تتحرك عليها ، ثم أقاموا سطحاً يمر بتينك النقطتين ، كان ذلك السطح ماراً بقطب العالم . وإذا كان ذلك السطح مستديراً كان مركزه مركز العالم ومحيطه مسامتاً لبسيط كرة العالم . فاعتمدوا رصـــد كوكب من الكواكب الدائمة الظهور على نقطتين متقابلتين ، وكان أظهر النقط المتقابلة فيها هما اللذان يظهر الكوكب على إحداهما أقرب ما يكون من الأرض والأخرى التي يظهر عليها أبعد ما يكون من الأرض .

ثم نظروا نظراً هندسياً في خاصة الكرة إذا كان الناظر إليها في وسطها وقائماً على سطح كرة أخرى أيضا ، فتبين لهم أنه يلزم أن يكون الذي يُرى من الكرة من الجهة اليمنى عن سمت الرأس مثل الذي يرى من الكرة من الجهة اليسرى إذا كان الذي فيها ناظراً إلى القطب ، وأن الكوكب إذا كان في أبعد بعده من الأرض كانت أبعاده من النقط التي في الجهة اليمنى للناظر إليه مساوية لأبعاده من النقط النظائر لها من الجهة اليسرى ، وكذلك إذا كان في قربه الأقرب . ووجدوا ما يدرك بالحس من ذلك مطابقاً لما يلزم بالنظر البرهاني ، فتبين من ذلك أن السطح الذي يمر بسطح الرأس وبالنقطتين

[٣٥ و]

المتقابلتين المذكورتين هو قائم على سطح الأرض قياماً لا ميل فيه ، وهذا السطح يفصل السطح الذي هو قائم عليه على خط مستقيم . فجعلوا يطلبون ذلك الخط المستقيم ليقيموا عليه السطح قياماً معتدلاً(١٤) فيكون ماراً بقطب العالم . ففكروا أيضاً فيما يلزم هذا السطح الظاهر إذا كان يمر بالقطب ويقطع دائرة الكوكب الظاهر على نقطتين متقابلتين . فوجدوا ما يلزم الدائرةَ الظاهرة بالقياس إلى هذا السطح ليس هو شيئاً يخص دائرة واحدة بعينها من الدوائر المتوازية ، بل حالُ كل الدوائر المتوازية عنده حال واحدة لأنه يمر بقطبي العالم اللذين هما قطبا الدوائر المتوازية التي تتحرك عليها الكواكب بمحور العالم ، وذلك أنه يمر بالمركز والقطبين فالمحور مطابق له ، ولأنه قائم قياماً لا ميل فيه فهو يفصل ما يظهر من السماء بقسمين متساويين ، فيلزم من ذلك أن يكون هذا السطح يقسم الدوائر المتوازية التي تتحرك عليها الشمس بنصفين ويقسم ما يظهر منها بقسمين متساويين . فتبين من ذلك أن الزمان الذي من وقت طلوع الشمس إلى أن يصير على هذا السطح مساو للزمان الذي من هذا السطح إلى وقت غروب الشمس بالقياس إلى الحس ،وأن شعاع الشمس الذي يخرج في هذا الوقت — أعني انتصاف النهار — إلى الموضع الذي نحن(١٥) فيه هو في ذلك السطح ، وأن الظل الذي يكون للأشخاص في ذلك الوقت هو أيضاً في ذلك السطح . فجعلوا يطلبون الظل في الوقت الذي تكون الشمس فيه على ذلك السطح ، إذ قد تبين أن الظل في ذلك الوقت هو على الخط الذي يلتمسونه . ولأنه قد تبين أن القوس التي تتحرك عليها الشمس من أول النهار إلى آخره ينقسم بذلك السطح بنصفين يكون البعد الذي من موضع الشمس الذي على هذا السطح إلى موضعي طلوعها وغروبها متساويين . ولأن السطح القائم قياماً لا ميل فيه يكون الخط الذي يصل بين موضع الطلوع وبين موضع الغروب يقسم الخط الذي عليه السطح القائم بنصفين على زوايا قائمة ، ولأن موضع الناظر هو مركز الكرة ، يكون الخطان اللذان يخرجان من موضع الناظر إلى موضعي الطلوع والغروب متساويين والزاويتان(١٦) أيضاً اللتان بينهما وبين الخط الذي عليه

[٣٥ ظ]

السطح القائم متساويين . فجعلوا يلتمسون مسامتة الشمس في وقت الطلوع والغروب بأظلال الأشخاص فإنه يحدث بذلك خطوط مستقيمة هي خطوط الظل .

ثم تبين لهم أيضاً من ذلك أن أظلال الأشخاص في الأزمان المتساوية البعد عن السطح

القائم – أيّ الأزمان كانت – تكون متساوية ، فتكون الزوايا التي بينها وبين الظل الذي من السطح القائم متساوية . فلزم من ذلك أن الأظلال المتساوية تكون في الأزمان التي بعدها من ذلك السطح القائم بعد واحد ، وأن الخط الذي في ذلك السطح القائم يقسم الزاوية التي بين الظلين المتساويين بنصفين . فجعلوا يلتمسون في اليوم الواحد ظلين متساويين لشخص(١٧) واحد ويقسمون الزاوية التي بينهما بنصفين ، فيكون ذلك الخط هو الخط الذي في السطح القائم . فإذا أقاموا عليه سطحاً قياماً لا ميل فيه كان ماراً بالقطبين وسمت الرأس ، فسموا هذا الخط خط نصف النهار والسطحَ القائم عليه سطح نصف النهار والدائرةَ المسامتة له من كرة السماء دائرة نصف النهار . واعتمدوا في جميع الأرصاد أن يستخرجوا خط نصف النهار بهذا الطريق ويقيموا عليه دائرة قياماً لا ميل فيه ويسمونها دائرة نصف النهار ثم يرتبون بعد ذلك ما يحتاجون إليه في الرصد بعد أن تكون لهم هذه الدائرة موجودة .

فأما ذات الحلق فإنهم نصبوها نصباً جعلوا دائرة من دوائرها مقام دائرة نصف النهار فصارت جميع الحلَق موازية لكرة العالم . ثم جعلوا يلتمسون منها النقطتين المسامتتين للقطبين ، فرصدوا كوكباً من الكواكب الثابتة الدائمة الظهور حتى صار في سطح هذه الدائرة . ورصدهم له كان بأن ينظروا إليه بوضع يكون شعاع أبصارهم ماراً بسطح هذه الدائرة وبمركزها أيضاً ليكون الخط الذي يخرج من مركز هذه الدائرة وفي سطحها ينتهي إلى الكوكب . وذلك يكون بعِضادة كعضادة الأسطرلاب تدور(١٨) حول مركز الدائرة ، ويُنظر في أحد ثقبي الهدفين فيرى الكوكب من الثقب الآخر . فرصدوا كوكباً من الكواكب الدائمة الظهور على هذه الصفة حتى رأوه في الذروة من بعده الأقرب على سطح هذه الدائرة دفعتين ، فتعلموا على النقطتين من هذه الدائرة المسامتتين لموضعي الكوكب، وذلك يتحصل بموري

[٣٦ و]

العضادة في الوقت الذي يرى فيه الكوكب من الثقبين . فحصل لهم بذلك القوس المسامتة للقوس التي تفصل دائرة الكوكب وتمر بقطب العالم . ولأن قطب العالم في وسط هذه القوس يكون وسط القوس من دائرة الآلة مسامتاً لقطب العالم . فقسموا القوس التي وجدوها من الآلة بنصفين ، فحصلت لهم النقطة المسامتة لقطب العالم . ووجدوا النقطة المقابلة لها ، فصارت مسامتة للقطب الآخر ، وصار الخط الذي يصل بينهما مطابقاً لمحور العالم . فركبوا الآلة التي هي ذات الحلق تركيباً يمكن أن يتحرك جميع ذات الحلق

التي بجملتها سوى هذه الدائرة القائمة حركة مستديرة حول تينك النقطتين ، فصارت ذات الحلق في وضعها وحركتها على هيئة العالم في وضعه وحركته وموازية لها ومسامتة بكل نقطة منها نقطة منه . فجعلوا يرصدون بها جميع الكواكب .

أما الكواكب الثابتة فكانوا يرصدونها بأن كانوا يركبون حلقة من تلك الحلق ويثبتونها في القطبين اللذين هما مسامتان لقطبي العالم ويديرونها حول ذينك القطبين فتكون حركتها شبيهة بحركة العالم . ثم يراعون كوكباً من الكواكب الثابتة عند طلوعه فيديرون تلك الحلقة ويضعون أبصارهم مع سطحها وينظرون إليه من مركز الدائرة فيتعلمون على النقطة المسامتة له من محيط الحلقة . ثم يحركونها تحريكاً مساوياً(١٩) لحركة الكوكب ويفعلون ذلك دائماً إلى أن يصير الكوكب إلى المغرب . ثم يراعونه في الليلة الثانية عند طلوعه ويديرون الحلقة إلى أن تصير النقطة التي كانوا تعلموها من قبل إلى ناحيته وينظرون إليه على الهيئة التي ذكرناها ، فكانوا يجدونه مسامتاً لتلك النقطة بعينها من الحلقة . ولم يزالوا كذلك يرصدون واحداً واحداً من الكواكب الثابتة على انفراده ويراعونه أياماً كثيرة فلا يجدونه ينتقل عن مسامتة تلك النقطة ولا يتغير وضعه منها ، ويتحرك أيضا على دائرة حقيقية ، إذ كانوا يجدونه في دورانه من المشرق إلى المغرب مسامتاً لتلك النقطة بعينها من الحلقة وفي سطح تلك الحلقة ، وتلك النقطة من الحلقة ترسم الحركة المستديرة دائرة حقيقية . وكانوا يجدون بذلك أوضاع جميع الكواكب التي لا تختلف(٢٠) أوضاع بعضها من بعض ولا أبعادُها من القطب تختلف(٢١) . ويتبين

[٣٦ ظ]

بذلك أيضاً أن هيئة الجسم المحيط وحركته وقطبيه لا يتغير . فتحققوا بذلك أن الجسم المحرك للكواكب جسم كري وحركته كرية على قطبين ثابتين ، وأن الكواكب الثابتة لا تختلف أوضاعها ، وأن كل واحد منها لا يفارق موضعه ولا ينتقل عنه بذاته ، وأنها تتحرك على دوائر حقيقية متوازية أقطابها قطب العالم .

فأما الكواكب المتحيرة فإنهم كانوا إذا رصدوها على هذه الهيئة لا يجدونها تلزم نقطة واحدة ولا تتحرك على دائرة واحدة ، بل تتحرك كل يوم على دائرة وتقرب كل يوم من أحد القطبين ، ولا يزال كذلك إلى أن تنتهي إلى غاية ثم تعود راجعة — كذلك دائماً . فاعتمدوا في أول الأمر على رصد الشمس إذ كانت أظهر حالاً وأمكن في الرصد .

فرصدوها عند انتهائها إلى دائرة نصف النهار . بل لم يقنعوا بذلك حتى اتخذوا آلات أخر نصبوها في سطح دائرة نصف النهار ليراعوا بها النقط المسامتة للشمس وقت حصولها على هذه الهيئة . فمن الآلات التي اتخذوها الحلْقة القائمة على العمود ، وهي دائرة مقسومة بثلثمائة وستين جزءاً[٢٢] منصوبة في سطح دائرة نصف النهار قائمة على عمود ثابت ، وفيها هدفان على طرفي قطبين من أقطابها يدوران حول الحلقة ، وأقاموا ذلك مقام الدائرة الثابتة من ذات الحلق .

ومن الآلات أيضاً الربع ، وهو ربع دائرة نصبوه أيضا في سطح دائرة نصف النهار — كل ذلك ليعرفوا موضع الشمس من دائرة نصف النهار وغاية ميلها وبعدها من القطب استدلوا[٢٣] به على حركتها وصورة المجاز الذي تجتاز عليه .

فمكثوا يرصدون الشمس بجميع هذه الآلات ويتعلمون على النقط المسامتة لها من الآلة إلى أن بلغت إلى غاية قربها من القطب الشمالي وتعلموا على هذه النقطة ، ثم رصدوها راجعة إلى أن بلغت إلى غاية بعدها من القطب الشمالي وتعلموا على هذه النقطة أيضاً ، وسموا القوس التي بين هاتين النقطتين ميل الشمس . ثم رصدوها من بعد ذلك حتى انتهت أيضاً إلى النقطة الأولى ولم يتجاوزوها حتى عادت راجعة . ولم يزالوا يرصدون ذلك مرة بعد مرة من السنين ، فيجدون الشمس في كل سنة تنتهي إلى كل واحدة من النقطتين ولا تتجاوزها[٢٤] وتعود راجعة ، حتى تقرر في نفوسهم أن لحركة الشمس نظاماً وأنها لازمة له . وكانوا أيضا يرصدونها بالآلة الأولى ، أعني

[٣٢ و]

ذات الحلق ، ويجدونها في كل يوم تتحرك على دائرة من الدوائر المتوازية التي قطباها قطبا العالم بالقياس إلى الحس ، ويجدون الدائرتين المتوازيتين اللتين تمران[٢٥] بالقطبين — اللتين هما غايتا ميل الشمس — متساويتين لأنهما كانتا متساويتي البعد من قطبي العالم، فلزم من ذلك أن يكون بعدهما من الدائرة الوسطى من الدوائر المتوازية — أعني أعظمها — بعداً متساوياً .

فجعلوا يفكرون في النظام الذي تتبعه هذه الأعراض، فعدلوا إلى النظر الهندسي في خواص الكرة مع ما غلب في نفوسهم من أن كل واحد من الكوكب يتحرك بحركته

الخاصة على محيط دائرة . فراموا أن يطابقوا بين ما ظهر من حركة الشمس وبين خواص الكرة المتحركة ليتبين إذا وافق خواص الكرة الأعراض الظاهرة مع فرضهم أن حركة الكواكب على محيط دائرة أن الأمر كما فرض واستقر(٢٦) ذلك في نفوسهم أو يتبين خلافُ ذلك فينصرفوا عما كانوا يعتقدونه إلى الفكر في غيره . فتبين من خواص الكرة أن كل دائرتين متوازيتين متساويتين فإن الدائرة العظيمة التي تماس إحداهما فهي تماس الأخرى على النقطة المقابلة ، وأن كل نقطة على محيط هذه الدائرة العظيمة تتحرك بتحرك الكرة على دائرة من الدوائر المتوازية ، وأن النقطة المتحركة على محيط هذه الدائرة العظيمة تجتاز في كل يوم على نقطة من محيط دائرة نصف النهار وتنتهي في حركتها على محيط الدائرة العظيمة من الجهتين إلى نقطتي التماس ، وإذا كانت في كل واحدة من نقطتي التماس تحركت على كل واحدة من الدائرتين المتوازيتين المتساويتين ثم لا تتجاوزها .

ولزم من ذلك أيضاً أن تكون النقطتان اللتان تجتاز بهما تلك النقطة المتحركة بعدُهما من الدائرة الوسطى العظيمة بعداً متساوياً . فقوي في نفوسهم بذلك أن حركة الشمس إنما هي على محيط دائرة عظيمة مائلة عن الدائرة الوسطى من الدوائر المتوازية . فأحبوا أن يزدادوا يقيناً ، فنصبوا الآلة التي هي ذات الحلق نصباً على هذه الهيئة وجعلوا منها دائرة مائلة عن الدائرة الوسطى من الدوائر المتوازية وهي التي بعدها من القطب ربع دائرة ، وجعلوا مقدار الميل بمقدار نصف القوس التي بين تينك النقطتين وهما غايتا ميل الشمس في الجهتين ، ثم اتخذوا دائرة أخرى مارة بالقطبين مقاطعة للدائرة المائلة على نقطتي التماس وألصقوها بها إلصاقاً

[٣٢ ظ]

ملتحماً ، وجعلوها تدور على القطبين حتى إذا تحركت تحرك معها جميع الدائرة المائلة بكليتها حركة تابعة لحركتها ، ثم حركوا الحلقة المارة بالقطبين فتحركت معها الحلقة المائلة ، ولم يزالوا يطلبون بها مسامتة الشمس إلى أن وجدوا الدائرة المائلة قد أظلت نفسها ، فتبين حينئذ أن الشمس في سطح تلك الدائرة .

واتخذوا أيضا عضادة على قطر يدور على مركز الدائرة المائلة وفي سطحها ، واتخذوا عليها هدفين ذوي ثقبين متقابلين وموربين دقيقين يدوران على محيط(٢٧) الدائرة المائلة وحول مركزها ، وحركوا هذه العضادة حتى نفذ شعاع الشمس من ثقب الهدف

الأعلى إلى الثقب المقابل له ، وصار الخط الخارج من هذين الثقبين ينتهي إلى جرم الشمس وهو في سطح الدائرة المائلة ، وصار طرف الموري يمر بنقطة من محيط الحلقة الدائرة المائلة ، فصارت تلك النقطة هي المسامتة للشمس لأنها على الخط المستقيم الذي يمر بالشمس وفي السطح الذي فيه الشمس .

واتخذوا أيضا حلقة أخرى تمر بقطبي العالم وتدور حوله وتقاطع الحلقة الدائرة المائلة ، وأداروها في هذه الحال حتى سامتوا بها الشمس وأظلت نفسها أيضاً وقطعت الدائرة الحلقة المائلة على النقطة المسامتة للشمس ، ثم رصدوا حركة الشمس فكانت كلما انتقلت حركوا الدائرة الأولى المارة بالقطبين حتى تتحرك معها الدائرة الأخيرة حركة مساوية لحركة الشمس وتصير الحلقة المائلة مسامتة لجرم الشمس وهو أن تظل نفسها .

وكانوا يفعلون ذلك في كل يوم فلا يجدون الشمس تخرج عن سطح الدائرة المائلة ، إلا أنهم كانوا إذا جعلوا العضادة مسامتة للشمس في أول النهار حتى ينفذ الشعاع في الثقبين ثم حركوا الدوائر حول القطبين حركة تابعة لحركة الشمس من أول النهار إلى آخره ، خاصة في أطول ما يكون النهار ، فإنهم كانوا يجدون الشمس أبداً في سطح الدائرة المائلة . وذلك أنهم كانوا يرون الدائرة المائلة أبداً مظلة لنفسها ، ولكنهم كانوا يجدون الشعاع النافذ في الثقبين زائلاً عن موضعه خارجاً من الثقب الأعلى وغير نافذ في الثقب الآخر ، وكانوا يجدون أيضاً ظل الدائرة المارة بالقطبين وموضع الشمس زائلاً أيضاً ، وكانوا إذا حركوا الحلقة إلى ناحية المشرق وحركوا العضادة أيضا إلى ناحية المشرق يجدون الشعاع الخارج من الثقب الأعلى ينفذ في الثقب الآخر ويجدون الحلقة المارة بالقطبين

[٣٨ و]

أيضاً قد عادت إلى مسامتة الشمس وأظلت نفسها . فتبين لهم من ذلك أن الشمس أبداً في سطح الدائرة المائلة وأنها أيضاً تتحرك على محيط هذه الدائرة من جهة المغرب إلى جهة المشرق، فتحققوا بذلك أن حركة الشمس أيضاً حركة كرية وعلى محيط دائرة عظيمة ومن جهة المغرب إلى المشرق وعلى قطبين غير قطبي العالم لأن هذه الدائرة مائلة على محور العالم .

ثم جعلوا يرصدون حركتها من بعد ذلك في أرباع دائرتها ليتبين لهم وضع هذه الدائرة من الكرة الأولى أعني المشتملة على الكواكب الثابتة، فوجدوا الشمس تقطع أرباع

هذه الدائرة في أزمنة مختلفة . فتبين لهم من ذلك ولما هو أشبه وأولى ، وهو أن حركتها متساوية ، أن لها دائرة مركزها غير مركز العالم هي التي يتحرك على محيطها مركز الشمس حركة متساوية ، وليس محيطها في سطح الكرة الأولى ولا موازية لها ولكن سطحها إذا توهم قاطعاً للكرة الأولى أحدث فيها دائرة مركزها غير مركز العالم ، فلذلك تكون الشمس أبداً مسامتة لهذه الدائرة ولا تقطع أرباعها في أزمنة متساوية .

ولما وجدوا للشمس أيضاً حركتين متضادتين تبين لهم أن المحرك لها هـــو جسمان ، لأن الجسم الواحد لا يتحرك بذاته حركتين متضادتين ولأن الذي يشتمل عليها هو جسم لا ينفعل فلا يمكن أن تتحرك بذاتها فتخرق(٢٨) الجسم الذي هي فيه ، فالحركة التي تخصها أيضاً هي بجسم يحركها حركة مستديرة . ولا يجوز أن تكون غير الكرة لأن غير الكرة — أعني الأجسام المضلّعة(٢٩) — تحتاج إلى مكان أكثر مـــن مكانه(٣٠) فيحتاج أن يخرق(٣١) أيضاً الجسم الذي يحيط به أو يكون هناك مكان خال . وكان اعتقادهم أن هذين مما لا يمكن فتقرر في نفوسهم أن للشمس كرة خارجة المركز متحركة على قطبين ثابتين غير قطبي العالم ، وأن الدائرة التي يتحرك على محيطها مركز الشمس هي في هذه الكرة ، وسموا هذه الدائرة الفلك الخارج المركز ، وسموا الدائرة العظمى التي في الفلك الأولى التي تسامتها هذه الدائرة منطقة البروج ، لأنهم قسموا الكرة الأولى باثني عشر قسماً سموها بروجاً ليكون لهم علامات ومباديء يرجعون إليها . وسنبين كيف فعلوا ذلك في موضعه .

وتبين لهم أيضاً بخروج مركز كرة الشمس أن الشمس تبعد من الأرض تارة وتقرب أخرى وسموا أبعد بعدها الأوج وأقرب قربها الحضيض ؛ وسموا أيضاً نقطتي التقاطع بين دائرتيها العظمى — التي هي منطقة البروج —

[٣٨ ظ]

وبين الدائرة الوسطى من الدوائر المتوازية نقطتي الاعتدال لأنهم كانوا يجدون الشمس إذا انتهت إليهما اعتدل النهار ، وسموا الدائرة العظيمة من الدوائر المتوازية دائرة معدّل النهار . وسموا أيضاً كل واحد من السطوح الخارجة من نواحي الأرض أفقاً لذلك الموضع من الأرض . وسموا النقطتين من الدائرة المائلة اللتين تماســان الدائرتين المتساويتين اللتين تتحرك عليهما الشمس في غاية ميلها — وفيما بينهما أيضاً يكون القوس التي سموها الميل — نقطتي الانقلابين .

ثم لما استقر عندهم حال الشمس وهيئة حركتها وتيقنوا ذلك أحبوا أيضاً أن يعلموا حال سائر الكواكب وهيئات حركاتها ، فجعلوا يرصدون كل واحد من الكواكب المتحيرة

بالآلة المسماة ذات الحلق . وذلك أنهم كانوا يرصدونها بأوضاعها مرة من الكواكب الثابتة وبأوضاعها أيضاً من دائرة البروج التي رسمتها الشمس،وكانوا يديرون حلقة من الحلق التي تدور على قطبي العالم حتى يصير الكوكب في سطحها ثم يحركون الحلقة بحسب حركة الكوكب ويراعونه إلى أن يصير كوكب من الكواكب الثابتة أيضاً في سطح تلك الدائرة ، فكانوا يتعلمون على طرفي القوس التي بين الكوكبين ، ثم يراعونه أيضاً حتى يصير مع كوكب آخر قريباً(٣٢) من الكوكب الأول على سطح الحلقة أقرب ما يوجد من الكواكب إلى الكوكب الأول ، ثم يتعلمون على طرفي القوس التي بين الكوكبين أيضاً ، فيحصل لهم ثلث نقط متقاربة من النقط التي جاز عليها الكوكب . والنقط التي تسامت الكواكب الثابتة من الدوائر المارة بالقطبين لا تتغير ، لأن الكواكب الثابتة كانوا يجدونها بالنظر الأول ثابتة غير متحركة بذاتها عن مواضعها . وكانوا بعد ذلك يديرون الحلق الثلث في وقت واحد حتى يسامتوا بها الكواكب الثلثة الثابتة ، فكانت الكواكب تسامت النقط الثلث التي كانت في أول الأمر تسامتها من الحلق . وتصير النقط الثلث التي مر بها الكوكب على المجاز الذي يجري عليه الكوكب لأن الحلق الثلث حينئذ إذا سومت بها الكواكب الثلثة الثابتة تكون مسامتة لدوائر ثلث في سطح الفلك ثابتة غير متغيرة ، والنقط الثلث مسامتة لنقط ثلث من تلك الدوائر ثابتة غير منتقلة ، وقد مر بها الكوكب ، فهو على المجاز الذي يكون عليه الكوكب بحركته التي تخصه .

وكانوا يديرون حلقة أخرى من الحلق العظام التي تقع في الآلة ، فيطابقون بها نقطتين من النقط التي اجتاز عليها الكوكب وكانوا يجدونها تطابق النقطة الثالثة من الكواكب الثلثة العُلوية ولا يزول

[٣٩ و]

عنها زوالاً محسوساً. فتبين لهم بذلك أن المجاز الذي يتحرك عليه كل واحد من الكواكب الثلثة هو محيط دائرة على الحقيقة ، فتقرر ذلك(٣٣) أيضاً في نفوسهم ووثقوا به .

فأما في الكواكب الثلثة الباقية وهي القمر وعطارد والزهرة فإنهم لم يكونوا يجدونها كذلك بل قريباً منه وزائلة عن محيط الدائرة الحقيقية . ولما قد تقرر في نفوسهم من أن جميع الكواكب تتحرك على محيطات دوائر الكواكب العلوية ، والشمس تتحرك بحركاتها التي تخصها على محيطات دوائر حقيقية ، حكموا من أجل ذلك ولما هو أشبه بالأمر الطبيعي

وأولى بأن تكون أمور الكواكب كلها جارية على نظام واحد أن هذه الكواكب الباقية تتحرك على دوائر حقيقية ، وأن لها حركة أخرى هي التي تزيلها في بعض الأوقات عن دوائرها ، فأثبتوا من أجل ذلك حركات جميع الكواكب على دوائر محققة عظيمة تمر سطوحها بمركز العالم من أجل أن الدوائر العظام التي في الآلة هي التي كانت تمر بالمواضع التي تجتاز بها الشمس وتقررت فيها الكواكب العلوية الثلثة .

فلما تقرر ذلك عندهم جعلوا يرصدون حركاتها الدورية بالإضافة إلى الكواكب الثابتة . وذلك أنهم كانوا يديرون حلقة من الحلق المارة بقطبي العالم أو بقطبي دائرة البروج حتى تسامت الكوكب المطلوب حركته وتسامت مع ذلك كوكباً من الكواكب الثابتة ، فيثبتون ذلك الوقت من الزمان ويتعلمون على النقطتين من الحلقة المسامتتين للكوكبين ، فيعرفون من ذلك الكوكب أيضاً القوس التي بين الكوكبين فيثبتونها . ولا يزالون يرصدون ذلك الكوكب أبداً إلى أن يعود إلى مسامتة الكوكب الثابت ، فيعرفون من ذلك مقدار الزمان الذي يقطع فيه دائرته . وكانوا يفعلون ذلك دائماً فلا يجدون الزمان الذي يدور فيه الكوكب دورة مساوياً للزمان الذي يدور فيه دورة أخرى ، ولا يجدون بعدَه أيضاً من ذلك الكوكب الثابت متساوياً .

فمكثوا على ذلك دهراً طويلاً يعتمدون على تلك الدوائر ويردون زائدها على ناقصها حتى يحصل لهم زمان الدورة ، ويقسمون زمان الدورة على أجزاء الدائرة — وجعلوه ٣٦٠ جزءاً — فيسيرونها في دوائرها بحسب ذلك الزمان . إلا أنهم كانوا يجدون في حركاتها تفاوتاً إذا قاسوها باقترانا‌تها وأوضاعها من الشمس وبأوضاعها أيضاً من الكواكب الثابتة بالقياس إلى دائرة البروج ليبين الخلل إن كان من الكواكب المتحيرة وإن كان(٣٤) من الكواكب الثابتة . وكان رصدهم على هذه الصفة :

كانوا ينصبون ذات الحلق على الصفة التي قدمناها ويثبتون

[٣٩ ظ]

فيها دائرة البروج على الوضع الذي ذكرنا ويحركونها بالدائرة المارة بالقطبين الملتحمة بها ويتخذون دائرة أخرى مارة بالقطبين تدور حولها ، ثم يراعون الوقت الذي تكون فيه الشمس والقمر فوق الأرض ويعتمدون الحين الذي تنتهي فيه الشمس إلى أفق الغروب ، فيديرون الحلقة التي أقاموها مقام دائرة البروج التي تسامت الشمس على ما كنا بيناه، فيصير

نصبة ذات الحلق شبيهة بنصبة كرة العـــالم ودائرة البروج التي فيها مسامتة(٣٥) لدائرة البروج التي في كرة العالم .

ثم كانوا يديرون الحلقة الأخرى المارة بالقطب حتى يسامتوا بها جرم القمر في ذلك الوقت ، فيصير وضع هذه الحلقة وضع الدائرة التي تخرج من القطب وتمر بالقمر ونصب الحلق التي في الآلة كل واحد منها بمنزلة نظيرتها من كرة العالم . ثم يلصقون هذه الحلقة المارة بالقمر مع دائرة البروج إلصاقاً شديداً حتى إذا تحركت إحداهما تحركت الأخرى . ثم كانوا يحركون الحلقة المارة بالقمرحركة تابعة لحركة الكل،فتصيرحركة الحلق الثلث المتقاطعة متساوية لحركة الكل — أعني الحركة السريعة التي من المشرق إلى المغرب — ولا يزالون كذلك إلى أن تغرب الشمس وتظهر الكواكب .

ثم كانوا يتخذون حلقة أخرى تمر بقطبي العالم وتدور حولها ، وكانوا يديرونها حتى تسامت كوكباً من الكواكب الثابتة ، ويديرون الحلقة التي كانت تسامت القمر حتى يسامتوا بها الكوكب الثابت الذي يرصدونه . ثم يلصقون هذه الحلقة بدائرة البروج أيضاً إلصاقاً شديداً حتى إذا حركت هذه الحلقة تحركت دائرة البروج أيضاً معها . ثم كانوا يعتمدون على هذه الحلقة ويحركونها حركة تابعة لحركة الكوكب ، فتتحرك الدائرة الملتحمة بها حركة مساوية لحركة العالم ، ولا يكون بين الحركتين تفاوت لأن الكوكب الثابت لا يتغير وضعه فهو بمنزلة نقطة ثابتة من كرة العالم . واستخرجوا أيضاً من الدائرة الأولى المارة بالقطبين الملتحمة بدائرة البروج المقاطعة لها على نقطتي الانقلابين قطبي دائرة البروج ، وهما النقطتان اللتان يقسمان كل واحد من نصفي هذه الدائرة بنصفين . واتخذوا حلقة أخرى تمر بهذين القطبين — أعني قطبي دائرة البروج — وتدور حولهما ، فكانوا إذا ظهرت الكواكب ورتبوا الدائرة التي تمر بكوكب من الكواكب الثابتة وتتحرك بحركة العالم كما وصفنا يديرون هذه الحلقة الأخيرة

[٤٠ و]

التي تسامت كوكباً من الكواكب الثابتة أيضاً وهذه الحلقة مقاطعة لدائرة البروج .

وكانوا يتعلمون على النقطة من دائرة البروج التي تقطعها عليها هذه الدائرة ويسمون تلك النقطة من دائرة البروج ، ويتعلمون على النقطة المسامتة للكوكب من الدائرة المارة

بقطبي دائرة البروج ، ويسمون القوس التي بين هذه النقطة وبين النقطة الأولى عرض الكواكب .

ثم قسموا دائرة البروج اثنى عشر قسماً جعلوا مبدأها من النقطة التي تمر بها الدائرة الأولى الملتحمة التي عليها قطبا دائرة البروج وهي نقطة الانقلاب . ثم كانوا يحركون الحلقة المارة بقطبي العالم وبالكوكب الثابت حركة تابعة لحركة الكوكب حتى تكون هيئة الآلة شبيهة بهيئة العالم ووضعها كوضعها . ثم كانوا يديرون الحلقة المارة بقطبي البروج حتى تنتهي إلى النقطة التي تلي نقطة الانقلاب من النقط التي تقسم الدائرة باثنى عشر قسماً فتصير مسامتة للدائرة من كرة العالم المارة بالنقطة المسامتة لتلك النقطة . والحلقة الأولى المارة بنقطة الانقلاب هي مسامتة أيضاً للدائرة من كرة العالم المارة بنقطة الانقلاب . وهاتان الحلقتان يفصلان(٣٦) من دائرة البروج التي في الآلة جزءاً من يب جزءاً ، والدائرتان المسامتان لها يفصلان من دائرة البروج التي في كرة العالم جزءاً من يب جزءاً ، ويفصلان أيضاً من جميع سطح الكرة جزءاً من يب جزءاً — الذي يلزم من خواص الكرة — فكانوا يسمون الجزء برجاً .

ثم كانوا يتأملون من الفضاء الذي بين الحلقتين الكواكب الثابتة التي في الجزء المسامت له فيحصرونها ويعرفون من ذلك أي الكواكب في ذلك الجزء ، ويتخيلون من أوضاع بعض تلك الكواكب شكلاً شبيهاً بشيء من الحيوان ليصير علماً لهم يعرفون به ذلك الجزء ، وكانوا يسمون ذلك الجزء الذي سموه برجاً باسم ذلك الشكل أيضاً ليتميز به ذلك البرج من غيره تميزاً ظاهراً للحس . ثم كانوا يفعلون ذلك بكل قسم من أقسام دائرة البروج ؛ فقسموا جميع سطح العالم باثنى عشر قسماً سموها بروجاً وسموا كل واحد منها باسم الشكل الذي هو فيه من أشكال الكواكب ، فتميزت لهم بذلك الكواكب وأجزاء كرة العالم . ثم سموا أقسام دائرة البروج أيضاً بتلك الأسماء ليتميز لهم كل قسم منها .

وقسموا أيضاً دائرة البروج ٣٦٠ جزءاً ثم تعرفوا جميع مواضع الكواكب العظام من الكواكب الثابتة من دائرة البروج وفي أي جزء هو كل كوكب

[٤٠ ظ]

من أجزاء دائرة البروج ، وذلك بالطريق الذي قدمناه ، وهو أن تدار حلقة من الحلق

المارة بقطبي دائرة البروج حتى تسامت الكوكب وتقطع دائرة البروج فتكون نقطة التقاطع هو موضع الكوكب . وعرفوا أيضاً عروضها وأثبتوا ذلك ودونوه ليرجعوا إليه أي وقت أرادوا . وشكلوا جميعها بأشكال حصروها ليعرفوا كل واحد منها بالمشاهدة من وضعه من الشكل الذي هو فيه حتى إذا نظروا إلى الكوكب عرفوه بوضعه وعرفوا مِن ذِكرهم لما تقدم من رصده موضعه من دائرة البروج وعرضه .

وكانوا أيضاً يتعرفون أوضاع هيئة الكواكب – أعني الثابتة – من قطب العالم وبُعد كل واحد منها من القطبين ، فإنهم علموا أن بذلك وبوضعها من دائرة البروج يتبين لهم أحوالها التي تخصها وهل هي ثابتة على الحقيقة كما كان ظهر لهم أو لها حركة تخفى عنهم. فأثبتوا أبعادها أيضاً من قطب العالم والحلقة المارة بقطبي دائرة البروج فلا يجدون وضعها يتغير في القدر الذي يرصدونه من الزمان ، فكانوا يحكمون عليها بأنها ثابتة .

فلما تبين لهم حال الكواكب الثابتة رصدوا أيضاً الكواكب المتحيرة والقمر بالقياس إلى دائرة البروج ، وكان رصدهم لها كما أصف :

كانوا ينصبون ذات الحلق على الوضع الذي ذكرناه ، ويديرون حلقة من الحلق المارة بقطبي دائرة البروج فيضعونها على نقطة من النقط التي هي موضع كوكب من الكواكب الثابتة الذي قد حصّلوه ودونوه وتكون من الكواكب التي هي ظاهرة في وقت الرصد . ويلصقون هذه الحلقة بدائرة البروج إلصاقاً شديداً ويحركون الحلق حتى تصير هذه الحلقة المارة بقطبي دائرة فلك البروج وبموضع الكوكب مسامتة لذلك الكوكب بعينه الذي تلك النقطة موضعه ، فيصير نصبة الآلة كنصبة كرة العالم . ثم يديرون حلقة من الحلق المارة بقطبي العالم حتى يسامتوا بها كوكباً من الكواكب الثابتة ، ويلصقونها أيضاً بدائرة البروج حتى يحركوها بحركة الكواكب ، ويحركون بحركتها جميع الحلق المتقاطعة حتى تصير حركة هذه الآلة شبيهة بحركة الكل لتكون[٣٧] مع حركتها لازمة لموضع الكل ، ثم يتخذون حلقة أخرى تمر بقطبي دائرة البروج وتدور حولها ويديرونها حتى يسامتوا بها كوكباً من الكواكب المتحيرة ، فيعرفون بذلك موضعه من دائرة البروج وهو النقطة التي

[٤١ و]

تتقاطع عليها هذه الدائرة ودائرة البروج . وهذه المسامتة تكون بأن تحرك الحلقة حتى يرى

الكوكب في السطح الذي هو أحد وجهي الحلقة ، وذلك بأن يكون الناظر إليه يضع بصره على محيط الحلقة وينظر إلى مركز الحلقة ويحرك الحلقة ، ويقدم بصره ويؤخره على محيط الحلقة حتى يرى الكوكب في سطح الحلقة بالشعاع الذي يمر بمركزها ، أو يتخذ لها عضادة تدور على مركز الحلقة وهدفين وثقبين ومورين وتدار العضادة وينظر من أحد الثقبين حتى ينفذ الشعاع في الثقب الآخر وينتهي إلى الكوكب ، فتكون النقطة التي يقع عليها طرف الموري هي النقطة المسامتة للكوكب وتلك الحلقة تقطع دائرة البروج ، فيراعون النقطة التي تنقطع عليها الدائرةُ التي هي نهاية الحلقة من وجهها الذي الكوكب في سطحه والعضادة تدور عليه والدائرةُ التي في وجه الحلقة التي هي دائرة البروج المقسومة ٣٦٠ جزءاً التي في سطحها تتحرك الشمس ، فتلك النقطة هي موضع الكوكب من دائرة البروج في ذلك الوقت ، فيتعلمون عليها .

ثم يرصدون الكوكب كذلك في الليلة الثانية فيجدونه على نقطة من دائرة البروج تلي تلك النقطة ، ثم كذلك دائماً إلى أن يقطع جميع دائرة البروج ويعود إلى الموضع الذي كان فيه ، فيعرفون من ذلك مقدار الزمان الذي قطع فيه جميع دائرة البروج فيثبتون ذلك ، ثم يعرفون أيضاً الزمان الذي قطع فيه كل ربع من أرباع الدائرة فيثبتونه أيضاً ، ويعتمدون في حركته في الأرباع الزمان الذي تكون حركته فيه مستقيمة ومن أول الاستقامة أيضاً لتكون حركاته متشابهة ، ثم يعودون فيرصدون ذلك الكوكب مثل ذلك الرصد إلى أن يقطع جميع دائرة البروج ، ويعرفون مقدار هذا الزمان أيضاً ومقدار الأزمان التي قطعها فيه كل ربع من الأرباع . وكانوا يجدون الزمان الثاني مخالفاً للزمان الأول ، ويجدون الزمانين اللذين يقطع فيهما ربعاً بعينه من الأرباع مختلفين أيضاً .

ولم يزالوا يرصدون كل واحد من الكواكب المتحيرة كذلك دورات كثيرة ، ويفكرون في ذلك الاختلاف وينظرون أيضاً فيه نظراً هندسياً ، وأي سبب يحتمل أن يكون ذلك مع أن حركتها متساوية متشابهة ومتصلة وعلى نظام متسق لأن ذلك أشبه وأولى بالأجسام الدائمة البقاء البعيدة من الفساد وأشبه بالحركات الدائمة الاتصال اللازمة للنظام، فيطلبون هيئة

[٤١ ظ]

يطابقون بها ما يجدونه من أمر هذه الكواكب . فانتهى بهم الأمر والنظر الهندسي إلى أن الدوائر التي تتحرك عليها الكواكب المتحيرة خارجة المراكز عن مركز العالم كدائرة

الشمس ، وأنها تسامت بتلك الحركة دوائر عظيمة مراكزها مركز العالم لأن ذلك يلزم إذا كانت الدائرتان في سطح واحد ولم تكن مراكزها واحداً ، فلزم – كما قلنا في حركة الشمس – أن لكل واحد من هذه الكواكب كرة تخصه هي التي تحركه حركته الخاصة .

ثم لما نظروا فيما يلزم من الحركة على محيطات الأفلاك الخارجة المراكز ، وقايسوا بها ما وجدوه من اختلاف حركات الكواكب بالقياس إلى أرباع دائرة البروج ، وجدوا الكواكب العلوية وكوكب الزهرة يطابق أمرُها ما فرضوه لها من الأفلاك الخارجة المراكز .

فأما القمر وكوكب عطارد فإنهم لم يجدوا حركتهما موافقة لما فرضوه ، فأثبتوا لكل واحد منهما فلكاً آخر يحرك الفلك الخارج المركز ويدير مركزه على محيط دائرة ، وسموه الفلك المدير ، وقاسوا ذلك بحركتهما فكان موافقاً .

وتبين لهم أيضاً من جميع الأرصاد أن الكواكب الخمسة تتحرك في بعض الأوقات حركة مضادة لحركتها كأنها راجعة إلى الجهة التي منها تحركت ثم تعود فتتحرك على الاستواء إلى الجهة التي كانت أولاً تتحرك إليها . فمكثوا يراعونها دائماً في أرصادهم فيجدونها تستقيم في بعض الأوقات وترجع في بعضها ، فجعلوا يفكرون أيضاً في السبب (الذي) يحتمل معه أن تتم هذه الحركة مع ما تقرر في نفوسهم من أن حركاتها متساوية متشابهة . فانتهى بهم النظر الهندسي إلى إثبات دوائر مراكزها على محيطات الدوائر الخارجة المراكز ، وأن الكوكب يتحرك على محيطات هذه الدوائر ، فإن من هذه الهيئة يعرض أن تكون الكواكب تتحرك تارة إلى جهة وتارة إلى ضدها وتكون حركته مع ذلك حركة واحدة متصلة بسيطة مستديرة دائمة . فقوي في نفوسهم أن الأمر كذلك وأن الكوكب نفسه لا يمكن أن يتحرك بذاته فينتقل من موضع إلى موضع ، لأنه يعرض من ذلك كما قلنا أن يخرق(٣٨) الجسمَ الذي هو فيـــه ، وذلك بعيد جداً من الجسم الذي لا يسرع إليه الفساد ، ويلزمه إثبات مكان خال . ولئلا(٣٩) يلزم شيء من المحالات فرضوا لكل كوكب من الكواكب المتحيرة كرة مصمتة مركوزة في جسم الكرة الخارجة المركز والكوكب مركوز في جسم الكرة ، حتى إذا تحركت الكرة الخارجة المركز حركت هذه معها وتحرك معها

[٤٢ و]

الكوكب . وإذا تحركت هذه الكرة لم تخرج عن موضعها وحركت مع ذلك الكوكب

وصار مركز الكوكب يتحرك على محيط دائرة في هذه الكرة ومركزها على محيط الدائرة الخارجة المركز التي رسمها مركز هذه الكرة الأخيرة بحركة الكرة الخارجة المركز . ويلزم من هذه الحركة أن يتحرك الكوكب تارة إلى جهة وتارة إلى ضدها ، وذلك لأن الحركة المستديرة يعرض فيها أن تكون الجهة العليا من المتحرك تتحرك إلى ضد الجهة التي تتحرك إليها الجهة السفلى ، وسموا هذه الكرة فلك التدوير .

وتبين أيضاً في كوكبي الزهرة وعطارد أنهما يبعدان عن موضع الشمس الوسط بحركة فلكي تدويرهما في الجهتين بعداً متساوياً أبداً . وذلك أنهم كانوا يرصدونهما(٤٠) في رجوعهما بالآلة التي ذكرناها إلى أن ينتهيا إلى غاية بعدهما في الرجوع ، ثم يسيّران بحسب سيرهما الوسط فيعرفون موضعهما من دائرة البروج ، فتبين من ذلك مقدار البعد بينهما . ثم يرصدونهما في استقامتهما إلى أن ينتهيا إلى الشمس ويفارقانها(٤١) ويميلان إلى الجهة الأخرى ، ويرصدونهما إلى أن ينتهيا إلى غاية بعدهما ، ويعرفون موضعهما من دائرة البروج . ويسيّرون أيضاً الشمس مسيرها الوسط ، فيعرفون موضعها أيضاً من دائرة البروج ، فتبين أيضاً مقدار البعد بينهما . وكانوا يجدون هـذا البعد مساوياً للبعد الأول أبداً إذا كان الموضعان متساويين في البعد عن بعدهما الأبعد من الفلك الخارج المركز. فتبين لهم من ذلك أن مركز فلك التدوير يتحرك بحركة مساوية لحركة الشمس الوسطى ويكون مسامتاً أبداً لموضع الشمس الوسط ، لأن الكوكب يبعد عن موضع الشمس الوسط في الجهتين بعداً متساوياً ، وهو إنما يبعد بعداً متساوياً عن مركز فلك التدوير لأنه على محيط فلك التدوير .

وكانوا يستدلون أيضاً على أن للكواكب الخمسة أفلاك تداوير بأنهم كانوا يرصدونها في وسط الرجوع ووسط الاستقامة اللذين يوجبان للكوكب كونه في القرب الأقرب(٤٢) من فلك تدويره وفي البعد الأبعد من فلك تدويره ، وكانوا يجدونها في وسط الرجوع برأي العين أعظم قدراً مما كانوا يجدونها في وسط الاستقامة خاصةً إذا كانت في الحالين في موضعين متشابهين من الفلك الخارج المركز ، فتحققوا من ذلك أن للكوكب فلكَ تدوير يصير تارة في أعلاه وتارة في أدناه . وتبين أيضاً أن رجوعهما يكون في أدنى أفلاك تداويرهما .

فأما فلك تدوير القمر فإنهم استدلوا عليه بأنهم كانوا أثبتوه له من الفلك الخارج

المركز ، وكانوا يجدون اختلافاً آخر وكانوا يجدونه في موضع من فلكه الخارج المركز سريع الحركة في بعض الأوقات ،

[٤٢ ظ]

ويجدونه في ذلك الموضع بعينه من فلكه وقتاً آخر بطيء الحركة ، ويجدونه أيضاً عند سرعة حركته عظيم القدر في رأي العين وعند إبطائه صغير القدر. وكان رصدهم لمقداره بآلة على شكل الزاوية ويسامتون محيطها(٦٢) طرفي قطر القمر، ثم يفعلون مثل ذلك في الوقت الآخر فيجدون الزاوية تختلف ، فيظهر من ذلك أن مقدار القمر مختلف في الحس . فيتبين من هذه الأحوال أن له فلك تدوير لأن ذلك يوجب له أن يقرب تارة ويبعد أخرى فيرى تارة أعظم وتارة أصغر، ويوجب له أن يبطيء تارة، وذلك إذا تحرك في فلك تدوير(٤٣) إلى خلاف توالي البروج فإنه ينقص من مقدار حركته في الطول ، ويسرع أخرى إذا تحرك في فلك تدويره إلى توالي البروج(٤٤) فإنه يزيد في حركته في الطــول ، فيوجب سرعةُ حركته عنـــد رؤيته عظيماً – أعني عند قربه – وبطءُ(٤٥) حركته عند رؤيته صغيراً – أعني عند أعلى بعده – أن حركته في أبعد بعده من فلك تدويره إلى خلاف توالي البروج وفي أدناه إلى توالي البروج ، فأثبتوا له من أجل ذلك فلك تدوير وسيروه فيه ، وقاسوا ما أثبتوه له إلى ما يشاهدون من حركته فوجدوه موافقاً .

فلما تبين لهم أمر أفلاك التداوير للكواكب الخمسة والقمر لزم أن تكون الحركة المستوية التي على محيط الفلك الخارج إنما هي لفلك التدوير . فتوهموا خطاً مستقيماً يخرج من الفلك الخارج المركز وينتهي إلى مركز فلك التدوير ويقطعه ، فتكون النقطتان اللتان على محيط فلك التدوير هما البعد الأبعد والبعد الأقرب من فلك التدوير ، فصار بهذا الفرض حركة البعد الأبعد والبعد الأقرب لفلك التدوير مساوية لحركة الفلك الخارج المركز . فلما سيروا بتلك الحركة ورصدوه بالآلة عند كون الكواكب في بعدها الأبعد من فلك التدوير لم يجدوا حركتها موافقة كونها في البعد الأبعد بالآلة ، وكذلك في القرب الأقرب ، فتمحلوا وجهاً آخر يوافقون به ما كانوا يجدونه . ففرضوا أن قطر فلك التدوير الذي طرفاه البعد الأبعد والقرب الأقرب يسامت نقطة غير مركز الفلك الخارج المركز وغير مركز العالم ، وأن الخط الخارج من هذه النقطة إلى مركز فلك التدوير يكون على استقامة قطر فلك التدوير الذي طرفاه البعد الأبعد والبعد الأقرب ، وأن هذا الخط هو الذي لا

يتغير وضعه عند فلك التدوير ، وأن الحركة المستوية إنما هي

[٤٣ و]

حركة هذا الخط ، وأن الفلك الخارج المركز يحرك فلك التدوير ، وهذا الخط يحرك قطر فلك التدوير ، وسموا هذه النقطة نقطة المحاذاة . فأثبتوا هذه الحركة وقاسوها بما يجدونه من حركات هذه الكواكب فوجدوها موافقة غير مضادة ولا مغيرة لشيء من حركاتها الباقية .

فلما استقر جميع ذلك جعلوا يرصدون أيضاً دورات الكواكب مدة طويلة من الدهر ليعلموا في كم زمان(٤٦) يقطع الكوكب دائرته وفي كم يقطع كل واحدة من دوائره ويعود إلى موضعه . وكانوا يلتمسون زماناً يقطع فيه الكوكب بجميع حركاته دوائر تامة — أعني بحركته في فلك البروج وبحركته في الفلك الخارج المركز وبحركته بالإضافة إلى دائرة البروج — ويكون عرضه مع ذلك متشابهاً لئلا يؤثر العرض خللاً في تلك الحركات ، فجعلوا يلتمسون زماناً يتفق فيه ذلك فكان يظهر أنه زمان في غاية الطول . وكان يرصد الكواكبَ المتحيرةَ قوم بعد قوم ويثبتون ما يحصل لهم من الأرصاد لكل واحد من الكواكب إلى أن وقفوا على ذلك الزمان ووجدوا واحداً واحداً منها بالرصد قد تمت له جميع دوراته ، وحصل لهم من هذا الرصد عدد العودات التامة التي قطعها الكوكب في ذلك الزمان من كل واحدة من دوائره ، أعني أنه تبين كم دورة تمت له في ذلك الزمان في فلك تدويره وكم دورة تمت له في الفلك الخارج المركز وكم دورة تمت له في دائرة البروج وكم مرة انتهى إلى غاية عرضه ، فقسموا ذلك الزمان على عدد المرات فتبين من ذلك مقدارُ الزمان الذي يقطع فيه الكوكب فلك تدويره ومقدارُ الزمان أيضاً الذي يقطع فيه فلكه الخارج المركز والزمانُ الذي يقطع فيه جميع دائرة البروج والزمانُ الذي يعود فيه إلى غاية عرضه . وقسموا كل واحد من تلك الأزمنة على ثلثمائة وستين جزءاً (٤٧) التي هي أجزاء الدائرة ، فتبين من ذلك في كم من الزمان يقطع الكوكب الجزء من الدائرة والأجزاء المفروضة من الدائرة ، ودونوا جميع ذلك واعتمدوه . وصاروا يسيِّرون جميع الكواكب بهذه الطريق فيعرفون من هذا الحساب مواضع الكواكب من دائرة البروج ومن الفلك الخارج المركز ومن فلك التدوير ومن قوس العرض ، واعتمدوا بعد ذلك على هذه المعاني . واستخرجوا من هذه الأرصاد أيضاً ومن نظرهم في العلوم الهندسية مقادير

أبعاد مراكز أفلاكها من مركز العالم ومقادير أقطار أفلاكها الخارجة المراكز ومقادير أقطار

[٤٣ ظ]

أفلاك التداوير ، وقصدوا في جميع ما استخرجوه أن يطابقوا بين ما يظهر من حركاتها وبين استواء حركاتها في دوائرها ويطلبوا الهيئات التي تحتمل ذلك من الأشكال الهندسية .

ثم رصدوا من بعد ذلك ميولها عن دائرة البروج . وكانوا يجدون جميع الكواكب المتحيرة والقمر تميل عن دائرة البروج . أما القمر فإنهم كانوا يجدونه يميل عن دائرة البروج حتى ينتهي إلى غاية ثم يرجع حتى ينتهي إلى دائرة البروج ويتجاوزها ويميل أيضاً إلى غاية كانوا يجدونها مثل الغاية الأولى ، ثم يرجع حتى ينتهي إلى دائرة البروج ويتجاوزها أيضاً ويميل حتى ينتهي أيضاً إلى مثل تلك الغاية بعينها — أبداً على حال واحدة . فتبين من ذلك أن القمر لا يزول عن دائرته التي تخصه إلى غاية ميله ولا يتغير . ولكنهم كانوا يجدونه في غاية ميله في جهة الشمال يسامت نقطة من دائرة البروج ، وفي غاية ميله دفعة ثانية في جهة الشمال أيضاً يسامت نقطة غير تلك النقطة ومتأخرة عنها ، أعني قبلها ، وذلك في جهة الجنوب ، ويجدونه إذا عاد إلى دائرة البروج يسامت فيها نقطة وإذا عاد إليها في الدفعة الثانية إلى الجهة منها الأولى يجدونه أيضاً يسامت نقطة غير تلك النقطة . فتبين لهم من ذلك ، ومن أنه لا يزول عن دائرته ، أن جميع دائرته تتحرك حول دائرة البروج وعلى قطب دائرة البروج وعلى خلاف توالي البروج وسموا هذه الحركة حركة الجوزهر .

وكانوا يستدلون أيضاً على حركة دائرة القمر بكسوف الشمس . وذلك أنهم كانوا إذا(٤٨) رصدوا كسوف الشمس وجدوه بالمشاهدة إنما يكون باعتراض القمر فيما بين الشمس وبين أبصارهم . فتبين من ذلك أن القمر يجتاز في وقت الكسوف على النقطة التي فيها الشمس من دائرة البروج ، وقد كان تبين لهم أن القمر يتحرك على دائرة مائلة عن دائرة البروج ، فتبين من ذلك أن الكسوف إنما يكون إذا انتهى القمر بحركته في دائرته المائلة إلى النقطة التي تقطع عليها هذه الدائرةُ دائرةَ البروج ويتفق أن يكون الشمس في تلك النقطة من دائرة البروج ، لأن بهذه الحال يمكن أن يستر القمر الشمس مع تحركه في دائرته المائلة . وكان يحصل لهم من تلك النقطة نقطةُ التقاطع من دائرة البروج بالآلة لأنها النقطة التي تسامت الشمس . ثم كانوا يرصدون كسوفاً آخر للشمس فيجدونه

على هذه الصفة إلا أنهم كانوا يجدون نقطة التقاطع في الكسوف الثاني غير نقطة التقاطع في الكسوف الأول ومتأخرة عن تلك النقطة

[٤٤ و]

أيضاً لا متقدمة. وكانوا يدركون ذلك أيضاً بأن يسيروا الشمس فيجدون موضعها في وقت الكسوف غير الموضع الذي كانوا فرضوا نقطة التقاطع عليه بل نقطة متأخرة عنها . وقد كان تبين أن غاية ميل القمر عن دائرة البروج أبداً متساو(٤٩) . فتبين من جميع ذلك أن جميع دائرته المائلة تتحرك إلى خلاف توالي البروج وعلى قطبي دائرة البروج لأن تحركها إلى خلاف توالي البروج يوجب انتقال نقطتي التقاطع أيضاً إلى خلاف توالي البروج يوجب لها(٥٠) ألا يزيد ميلها عن دائرة البروج ولا ينقص .

فأما الكواكب الثلثة العلوية فإنهم كانوا يرصدون ميلها عن دائرة البروج ، وكانوا يجدون غايات ميلها تختلف ولكن اختلافاً يسيراً ليس له قدر عند الحس ، ولم يكن يظهر قبل ذلك إلا أنه كان إذا حُقِّق النظر فيها وجدوها مختلفة . فتمحلوا لذلك وجهاً يليق بالوجوه المتقدمة فأثبتوا لها دائرة صغيرة يتحرك عليها قطر فلك التدوير الذي طرفاه البعد الأبعد والبعد الأقرب فيميل معه فلك التدوير ويميل الكوكب أيضاً بميله .

فأما مسامتة هذه الكواكب لدائرة البروج في غايات ميلها فما كانوا في أول الأمر(٥١) يجدونه يختلف ، فلزم من ذلك أن تكون دوائرها المائلة التي تخصها ثابتة غير متنقلة . فأما كوكبا الزهرة وعطارد فإنهم لما رصدوا ميلهما وجدوهما يميلان ضروباً من الميل . فرتبوا لهما مثل ما رتبوه لباقي الكواكب ، ثم سيروهما بحسب ذلك ، فوجدوهما يخالفان ما رتبوه . وذلك أنهم كانوا إذا سيروهما حتى يسيرا في فلك تدويرهما على ربع دائرة من البعد الأبعد ، وكان يلزم من ذلك على ما وضعوه أن يكونا في سطح الدائرة المائلة ، كانوا إذا رصدوهما بالآلة يجدونهما مائلين عنها . فطلبوا وجهاً زائداً يضيفونه(٥٢) إلى ذلك ليكون موافقاً لحركتهما ، فجعلوا لفلك تدوير كل واحد منهما قطراً مقاطعاً للقطر الأول المتحرك على الدائرة الصغيرة على زوايا قائمة ، وجعلوه أيضاً يتحرك على دائرة صغيرة ، وسيروهما بهذه الحركات في العرض ورصدوهما فوجدوهما يخالفان ذلك أيضاً ولكن مخالفة أقل من تلك المخالفة. وذلك أنهم كانوا يسيرونهما حتى يسيرا(٦٣) في غاية ميلهما بحسب ميل الدائرة المائلة عن دائرة البروج ، وكانوا يرصدونهما بالآلة فيجدونهما في ذلك الوقت

على سطح دائرة البروج أو مائلاً عنها ميلاً دون الميل الذي كانوا فرضوه لها .

وكانوا أيضاً يرصدون الزهرة إذا كانت في غاية ميلها بحسب الدائرة المائلة فيجدونها مائلة
[٤٤ ظ]
بهذا الميل نحــو الشمال ، ويرصدونها في النقطة المقابلة لهــذه النقطة فيجدونها أيضاً مائلة بهذا الميل نحو الشمال أيضاً . وإذا رصدوا عطارد يجدون ميله بحسب دائرته المائلة على النقطتين المقابلتين جميعاً نحو الجنوب . فجعلوا من أجل ذلك دائرتيهما اللتين تخصهما(٥٣) المائلتين عن دائرتي البروج تتحركان أيضاً إلى دائرة البروج حتى ينطبقا عليها ويتجاوزاها ويميلان إلى الجهة الأخرى مثل ذلك الميل ثم يعودان حتى ينطبقا عليهما ويميلان أيضاً إلى الجهة الأولى — كذلك دائماً . فلما فرضوا كل ذلك رصدوا عرضهما فوجدوه غير مغادر .

فأما الكسوفات فإنهم رصدوها أيضاً . أما كسوف الشمس فإنهم كانوا يرونه إنما يكون من اعتراض القمر بين أبصارهم وبين الشمس . وتبين من ذلك أيضاً أن فلك القمر دون فلك الشمس . فأما كسوف القمر فإنهم كانوا يجدونه بالمشاهدة . فإذا قوموا الشمس والقمر لذلك الوقت وجدوا موضع الشمس من دائرة البروج مقابلاً لموضع القمر — كذلك دائماً ، ويجدون موضع القمر على نقطة التقاطع التي بين دائرته ودائرة الشمس أو قريباً منها . وكانوا يجدون ما يضيء من القمر في سائر الأيام مختلف المقدار ، وكانوا يتطلبون العلة الموجبة لذلك بطريق الهندسة وإدامة النظر ، فتبين لهم من اختلاف مقدار ما يضيء من القمر وأنه في مقابلة الشمس يكون ممتلئاً وإذا قرب من مسامتة الشمس كان المستنير منه يسيراً أنه يقبل النور من نور الشمس وتبين لهم من أن القمر لا يكون له عرض عن دائرة البروج في وقت كسوفه وأنه يكون في مقابلة الشمس أنهما يكونان في ذلك الوقت على طرفي قطر ، ويلزم من ذلك أن الأرض في وقت الكسوف تكون متوسطة بينهما ، ولزم من مجموع هذين الأمرين أن كسوف القمر إنما يكون إذا صار جرم الأرض متوسطاً بين الشمس والقمر ، وإذا كانت الأرض متوسطة بين الشمس والقمر فإنها تستر عنه الشمس في هذه الحال فلا يقع عليه نورها فلا يقبل نورها . وازدادوا ثقة بذلك لأنهم كانوا يجدونه في أوقات أخر مقابلاً للشمس وله عرض عن دائرة البروج فيرونه مضيئاً ممتلئاً .

فلما تبين جميع ذلك واستقر قطعوا بأن أمور الكواكب تجري على هذا النظام

لأنه موافق لما وجدوه من حركاتها وشبيه بما هو دائم البقاء بعيد من الفساد ملائم للأمور الإلهية ، ودونوه في الكتب وسيروا الكواكب بحسبه واعتمدوا عليه وصار صناعة ينظر إليها كل من اشتاق إلى علم الهيئة ومعرفة الحقائق .

ونقول من بعد هذا بغلبة حسن الظن بأهل

[٤٥ و]

هذه الصناعة ولمحبتهم كان(٥٤) للحق واجتهادهم أنهم من بعد هذا كله رصدوا من كل واحد من الكواكب ما أثبتوه لهم(٥٥) من الحركات ورتبوه من الهيئات واعتبروه وحصّلوه ليزدادوا ثقة به وتيقناً له ، وكان رصدهم له على هذه الصفة :

كانوا يرصدون الكواكب بالآلة التي ذكرناها أعني ذات الحلق ، ويستظهرون أيضاً بأن ينصبوا عدة من ذات الحلق في وقت واحد لئلا يقع في واحد منها تفاوت وخلل في الوضع . وكانوا يرصدون الكوكب على الصفة التي ذكرناها فيعرفون موضعه من دائرة البروج وميله عنها ثم يسيرونه بما قد أثبتوا له من الحركات ، فكانوا يجدونه موافقاً في الطول والعرض وفي سرعة الحركة وإبطائها ، ويفعلون ذلك دائماً فلا يجدونه يغادر شيئاً مما أثبتوه . ثم كانوا يعرفون مواضع عدة كواكب بالرصد فيعرفون أبعاد ما بينها واقتراناتها وأوضاع بعضها من بعض وأوضاعها من الكواكب الثابتة ، فكانوا يسيرونها أيضاً بحسب ما رتبوه فيجدون أبعاد ما بينها وأوضاعها واقتراناتها واحداً بعينه . وكانوا يعتبرون حركة الكوكب في جزء جزء(٥٦) من دائرة البروج ويعملونه بالحساب فيجدونه أيضاً موافقاً . ويعتبرون مقدار الكوكب بالمشاهدة في عظمه وصغره ويقيسونه بما يوجبه الحساب من قربه وبعده فيجدونه موافقاً . ويسيرون الشمس والقمر فإذا وجدوهما متفقين في الطول والعرض راعوا ذلك الوقت فيجدون لهما كسوفاً . وكانوا يراعون رجوعات الكواكب واستقاماتها بالرصد وابتداء الرجوع وابتداء الاستقامة ويسيرون الكوكب فلا يجدونه يغادر . ويعتبرون الكواكب أيضاً بحلقة كانوا ينصبونها في سطح دائرة معدّل النهار فكان إذا انتهى الكوكب في حركته إلى النقطة من دائرة التقاطع لدائرة معدل النهار وتحرك بالحركة السريعة على دائرة معدل النهار فيجدون في ذلك الوقت كل تلك الحلقة في سطح تلك الحلقة ، وكذلك الشمس أيضاً ، فإذا رأوه بالمشاهدة في سطح تلك الحلقة سيروه أيضاً بحركاتها في الطول والعرض فيوجب ذلك التسيير أن يكون على معدل النهار . وكانوا

يرصدونها أيضاً حتى تقارن كوكباً من الكواكب الثابتة ويصير بينها وبينه بعد معلوم ثم يقومونها ويعرفون موضعها في الطول والعرض ويعرفون موضع الكوكب الثابت أيضاً مما كانوا أثبتوه ودونوه فيجدون ذلك موافقاً .

فلما تطاولت أرصادهم لهذه الكواكب والكواكب الثابتة تبين

[٤٥ ظ]

لهم اختلاف يسير بين ما يظهر بالرصد وبين ما يوجبه الحساب والحال(٥٧) التي بين الكواكب المتحيرة وبين الكواكب الثابتة . فكانوا يقيسون الكواكب المتحيرة بالشمس وبأوضاعها من دائرة البروج فلا يجدونه بخلاف ما ظهر بالرصد . فغلب في ظنهم أن التفاوت الذي ظهر هو للكواكب الثابتة ، فرصدوها على هذه الصفة :

كانوا ينصبون ذات الحلق عند غروب الشمس وعند كون القمر فوق الأرض ويديرون دائرة البروج حتى تسامت الشمس ، ويديرون حلقة أخرى من الحلق(٥٨) التي تمر بقطبي العالم حتى تسامت القمر كما بينا فيما تقدم حتى يصير هيئة ذات الحلق كهيئة العالم ، أو يعرفون موضع القمر أو كوكب من الكواكب المتحيرة في الطول والعرض ويضعون الدائرة التي تمر بقطبي دائرة البروج على موضع القمر أو ذلك الكوكب من دائرة البروج ، ويلصقونها بدائرة البروج ، ويديرونها حتى تسامت الكوكب ، فيصير أيضاً نصبة الآلة كنصبة العالم . ثم يديرون حلقة من الحلق المارة بقطبي دائرة البروج حتى يضعوها على موضع كوكب من الكواكب الثابتة التي هي في ذلك الوقت ظاهرة — أعني الموضع الذي دونوه للكوكب — فلا يجدون الحلقة في تلك الحال تسامت ذلك الكوكب بل يكون زائلاً عنها زوالاً يسيراً .

وكانوا يرصدونها على الانفراد بأن يديروا حلقة من الحلق المارة بقطبي العالم حتى تسامت الكوكب ويتعلمون على النقطة التي فيها المسامتة للكوكب فيعرفون بعد الكوكب الثابت من قطب العالم ويرجعون إلى ما كانوا أثبتوه من أبعاد الكواكب الثابتة من قطب العالم فيجدونه مخالفاً .

وكانوا إذا نصبوا الآلة النصبة الشبيهة بنصبة العالم وأداروا الحلقة المارة بقطبي دائرة البروج حتى تسامت الكوكب الثابت يجدونها تقطع دائرة البروج على نقطة غير

النقطة التي كانوا وجدوا الكوكب فيها في الرصد القديم (و) يجدونها مقدمة عنها ويجدون عرضها أعني بعدها من دائرة البروج هو العرض الذي كان لها . وكانوا يواصلون الرصد أيضاً فيجدونها ملازمة للنقطة الثانية فإذا طال الزمان ورصدوها يجدونها متقدمة عن النقطة الثانية أيضاً .

فتبين من ذلك أن للكواكب الثابتة حركة ولكن حركة بطيئة قدروها على ما ظهر لهم في كل مائة سنة جزءاً واحداً[٥٩] ، فاعتمدوا ذلك وأثبتوه .

وتبين لهم أيضاً من مواصلة الأرصاد للكواكب الخمسة المتحيرة أنها إذا صارت في غاية ميلها عن دائرة البروج

[٤٦ و]

ووجدت[٦٠] بالآلة تسامت نقطة من دائرة البروج قبل تلك النقطة، فواصلوا أرصاد هذه أيضاً فوجدوها تتقدم أبداً ، فتبين من ذلك أن جميع سطح دائرة الكواكب يتحرك على توالي البروج ويتحرك معها البعد الأبعد والبعد الأقرب ولكن حركة بطيئة ، وهي على ما ذكروا في كل مائة سنة جزء[٦١] واحد على مثل حركة الكواكب الثابتة على قطبي دائرة البروج أيضاً ، لأن عروضها كانت لا تخالف ما كانوا قرروه ، وسموا هذه الحركة حركة الأوج .

فهذا الذي شرحناه هو الطريق الذي به أدرك الناظرون في علم الهيئة جميع ما أدركوه من كيفيات الحركات السمائية وهيئات أفلاكها وأنواع اختلافاتها . والهيئات التي ذكرناها هي غاية ما أدركوه ونهاية ما بلغ إليه اجتهادهم . وإن ما أُدرِك من ذلك لعظيم في جنب ما عليه هذا المطلوب من الغموض وصعوبة المسلك وتعذر المرام ولما هو به من علو المنزلة وشرف الرتبة والقرب إلى الأمور الإلهية .

ولله المنّة في جميع ذلك وله الحمد على مواهبه .

تم قول أبي علي الحسن بن الحسن بن الهيثم رحمه الله

في الرصد .

والحمد لله رب العالمين .

ملحق

(جاء الكلام التالي – وهو بخط مخالف لخط ناسخ المقال – في ظهر الورقة رقم ٤٦ ،
وقد رأينا أن نورده تتمة لنشر مضمون مخطوط
مكتبة بلدية الإسكندرية رقم ٣٦٨٨ ج)

فائدة من الدر المنثور . قال ابن الشاطر : عدة الأرصاد التي بُنيت قبلُ وعليها كان الاعتماد دون غيرها هو رصد برجيس [إبرَّخُس] وله منذ بُني ألف وأربعمائة سنة ، وبعده رصد بطليموس [كذا] بمائتي سنة وخمس وثمانون سنة ، وبعده في ملة الإسلام رصد المأمون ببغداد وله أربعمائة سنة وثلاثون سنة ، والرصد البتاني في حدود الشام ، والرصد الحاكمي بمصر ، ورصد بني الأعلم ببغداد ، ووافقها [كذا] رصد الحاكمي ورصد بني الأعلم ولهما مائتان وخمسون سنة لابن الشاطر في حدود سنة ٦٥٠ . قال شيخ مشايخنا السيد الطحان : وجدت غالب علماء هذا الفن اختاروا تقويم النيرين وأعمالها [كذا] من الزيج الحاكمي لابن يونس وتقويم الخمسة المتحيرة من الشاهي لألغيبك [كذا بدون الهمزة] لما شاهدوا من صحة الخبر من قرانات وغيرها . انتهى . وفي بعض التواليف قال : لما كان في زماننا هذا وجدوا مشايخ هذه الصناعة بمصر المحروسة أن مكان الشمس والقمر يؤخذ من الزيج الحاكمي صحيحاً مطابقاً لما يجدوه برأي العين وحصل في مكان الزهرة وزحل اختلاف كثير فعدلوا عن بقية الكواكب واعتمدوا عليها من الزيج الشاهي وقد تابعهم العبد [= صاحب هـذا الكلام] في ذلك واعتبره بقران الكواكب بعضها لبعض وقرانها للكواكب الثابتة فوجدها مطابقة للحساب فغلب على الظن صحته وقربه من الصواب ، ووجد ذلك أيضاً مطابقاً لما حرره خواجا نصير الدين الطوسي الذي رصده بصحراء طوس المعروف بالهلاووني مطابقاً في الأكثر ومخالفاً في أجزاء يسيرة في بعض الأماكن فتأكد عند العبد صحته واعتمد عليه في جميع الأعمال . انتهى .

تحقيقات

(رمزنا لمخطوط مكتبة بلدية الإسكندرية رقم ٣٦٨٨ ج بالحرف « ن » ولهامشه بالحرفين « هن » . والرمز + معناه : زائد في . والكلام الموضوع بازائه الحرفان « صح » تصحيح نقترحه . وفي النص وضعنا بين زاويتين < > ما نقترح إضافته ليستقيم الكلام .)

(١) وتكثر : ويكثرن .
(٢) والمحالة : (كذا في ن) .
(٣) تنتهي : ننتهي ن .
(٤) آراؤهم : اراهم ن .
(٥) آراؤهم : اراوهم ن .
(٦) إذا : واذا ن .
(٧) تبين : + هن .
(٨) قطبين : قطبتين ن .
(٩) يحصل : يحصل ن .
(١٠) تعود : يعود ن .
(١١) المسامتة : المسامة ن .
(١٢) الحلق : الحلق ن .
(١٣) تحدث : يحدث ن .
(١٤) معتدلا : معدلا ن .
(١٥) نحن : نحي ن .
(١٦) والزاويتان : والزاويتين ن .
(١٧) لشخص : بشخص ن .
(١٨) تدور : يدور ن .
(١٩) مساويا : مساوا ن .
(٢٠) تختلف : مختلف ن .
(٢١) تختلف : يختلف ن .
(٢٢) جزءاً : جزوا ن .
(٢٣) استدلوا : (كذا في ن) .
(٢٤) تتجاوزها : يتجاوزها ن .
(٢٥) تمران : يمران ن .
(٢٦) واستقر : استقر ن .
(٢٧) محيط : محيطي ن .
(٢٨) فتخرق : فتحرق ن .
(٢٩) المضلعة : المصلعة ن .
(٣٠) مكانه : (كذا في ن) .
(٣١) يخرق : محرق ن .
(٣٢) قريبا : (كذا في ن . صح : قريب) .
(٣٣) ذلك : بذلك ن .
(٣٤) وإن كان : (صح : أو كان) .
(٣٥) فيها مسامتة · مسامتة فيه ن (وقد نبه الناسخ على تغيير الوضع) .
(٣٦) يفصلا ن : يفضلان ن .
(٣٧) لتكون : ليكون ن .
(٣٨) يخرق : تخرق ن .
(٣٩) ولئلا : قليلا ن .
(٤٠) يرصدونهما : يرصدونها ن .
(٤١) ويقارقانها : ويقارقانهما ن .
(٤٢) القرب الأقرب : الاقرب القرب ن (وقد نبه الناسخ على تغير الوضع) .
(٤٣) فلك تدوير : فلك تدويره (صح ؟) .
(٤٤) إلى توالي البروج : + فانه ينقص من مقدار حركته في الطول ويسرع اخرى وذلك اذا تحرك في فلك تدويره الى توالي البروج ن .
(٤٥) وبطء : وتبطي ن .
(٤٦) زمان : زمانا ن .
(٤٧) جزءا : جزوا ن .
(٤٨) كانوا إذا : اذا كانوا ن .
(٤٩) متساو : متساويان .

(٥٠) يوجب لها : ويوجب لها (صح ؟) . (٥١) الأمر : الاول ن (وصححت فوق السطر : الامر) .
(٥٢) يضيفونه : يصفونه ن .
(٥٣) تخصهما : (كذا في ن) . (٥٤) ونقول من بعد هذا ... ولمحبتهم كان : (كذا في ن ، والكلام إلى « هذه الصناعة » يبدو ناقصاً أو في غير موضعه ، وكذلك كلمة « كان » يبدو أنها زائدة) .
(٥٥) لهم : (كذا في ن . صح : لها) . (٥٦) في جزء جزء : في جزء جزو ن .
(٥٧) والحال : (كذا في ن) .
(٥٨) من الحلق : من الحلقة ن . (٥٩) جزءا واحدا : جزو واحد ن .
(٦٠) ووجدت : (كذا في ن . صح : وجدت) . (٦١) جزء : (كذا في ن) .
(٦٢) [٤٢ ظ] محيطها : (كذا في ن ، ونقترح : بخيطها) .
(٦٣) [٤٤ و] يسيرا : (كذا في ن ، ونقترح : يصيرا) .

مقالة
يحيى بن عدي بن حميد بن زكريا
في تبيين الفصل بين صناعتي المنطق الفلسفي والنحو العربي

حققها

جيرهارد اندرس *

الرموز
المستعملة في النص وحاشيته

مخطوطة مكتبة المجلس النيابي (كتابخانهٔ مجلس شوراى ملّى) ، طهران ، خزانة طباطبائى، رقم ١٣٧٦ (نسخة القرن العاشر الهجري) ، ص ١-١٤

[١]-[١٤] ترقيم صفحات المخطوطة .
١ — ٢٣ ترقيم فقرات المقالة أضيف من عند المحقق .
⟨...⟩ زيادة من المحقق حسبما يقتضيه منطق النص .
+ زيادة على النص .
− نقص من النص .

* انظر مقالنا « المناظرة بين المنطق الفلسفي والنحو العربي في عصور الخلفاء » التي وردت في هذه المجلة، المجلد الاول ، العدد الثاني ، ص ١٠٦-١١٨ ، وخاصة ص ١١٤-١١٥ .

نقدم جزيل شكرنا الى الاستاذ فؤاد سزكين الذي نبهنا الى مخطوطة هذه المقالة ، والى ادارة المكتبة التي تفضلت وزودتنا بصور المخطوطة .

[١] مقالة

يحيى بن عدي بن حميد بن زكريا

في

تبيين[١] الفصل بين صناعتي المنطق الفلسفي والنحو العربي

بسم الله الرحمن الرحيم[٢]

قال يحي بن عدى بن حميد بن زكريا :

١

إنّ غرضنا في كلامنا هذا تبيين[١] الفصل أو الفصول بين صناعتي النحو العربي والمنطق الفلسفيّ . والسبيل إلى معرفة الفصول المقوّمة[٢] لكل مطلوب ذي فصول تحليل حدّه ، إن كان قد تقدّم وجوده ، أو التقدّم في استخراج أجزائه إن لم يكن قد سبق استخراجها ، إذ كان كلّ حدّ حقيقيّ مشتملا لا محالة إمّا على جنس المحدود وإمّا على ⟨ما⟩ يقوم مقامه[٣] . وإن[٤] كان ذلك كذلك، فمن البيّن أنّه ينبغي لنا أن نبتدىء بطلب أجزاء حدّ كل واحدة من هاتين الصناعتين ، إذ لم يقع إلينا حدّاهما[٥] .

٢

فنقول : إنّه ⟨إن⟩ كان هذان العلمان يوصفان بأنّهما صناعتان — فإنّ صناعة

عنوان (١) تبيين : تبين ، م
(٢) بسم الله الرحمن الرحيم : إضافة الناسخ المسلم

١ (١) تبيين : تبين ، م — (٢) المقوّمة : المقوية ، م
(٣) مقامه : مقامها ، م — (٤) وإن : وإذ ، م
(٥) حداهما : حدهما ، م

النحو العربي هي صناعة ما ، وكذلك صناعة المنطق الفلسفي هي أيضا صناعة ما — وكان هذا الوصف لازما لهما من جهة ما هما صناعتان ، وكان كلّ معنى [٢] تشترك فيه ذاتان مختلفتان ، إذ كان اشتراكهما فيه بماهيتهما لا بالعرض ، فهو جنس لهما : وجب ضرورة أن يكون معنى الصناعة جنسا لصناعة النحو (وإنّما أشير باسم النحو في سائر كلامي هذا إلى نحو العرب دون غيره فإيّاه فافهمْ عنّي) ولصناعة المنطق (وكذلك ينبغي أن تفهم عنّي باسم المنطق المنطق الذي هو أداة الفلسفة دون غيره) .

٣

ولمّا كان حدّ الصناعة هو القول أنّها قوّة فاعلة في موضوع(١) مع فكر صحيح نحو غرض من الأغراض ، وجب ضرورة أن يكون لهتين الصناعتين موضوع تفعل فيه وغرض تقصد إليه هو مفعولها ، وإن شئت فَقُلْ(٢) فعلها ، وهو ايضا غايتها ، وهذان المعنيان أعني الموضوع والغرض هما مقوّمان لذاتيهما .

٤

وإذا كان ذلك كذلك، فقد ظهر أنّه إنّما ينبغي لنا أن نطلب فصولهما من هذين المعنيين. وذلك أنّه يجب أن يكون اختلافهما إمّا بواحد من هذين وإما بهما جميعاً. فإنّ من الصناعات(١) ما تخالف غيرها من الصناعات(١) بموضوعها(٢) وغرضها جميعاً : كالفلسفة فإنّها تخالف الصناعات الأخَر بأنّ موضوعها خاصّ بها وهو جميع الموجودات سواها وبأنّ غرضها أيضاً خاصّ بها وهو إدراك حقائق الموجودات كلّها بما هي موجودات ؛ وليس في الصناعات ما غرضه ذلك غيرها . ومنها صناعات توافق بعض الصناعات الأخر في موضوعها [٣] وتخالفها بغرضها(٣) بمنزلة صناعة الرياضة من صناعة الطبّ ؛ وذلك أنّ موضوع هاتين الصناعتين موضوع واحد ، وهو بدن الإنسان ، وغرضاهما مختلفان ،

٣ (١) موضوع : موضع ، م
(٢) فقل : فعل ، م
٤ (١) ما ... الصناعات : م في الهامش (« صح »)
(٢) بموضوعها : موضوعها ، م
(٣) بغرضها : ويعرضها ، م

فإنّ(٤) غرض الرياضة إفادة بدن الإنسان التهيّؤ الملائم للصراع(٥) والمباطشة، وأما غرض الطبّ فإفادة الصحّة . ومنها صناعات توافق صناعات أخر في أغراضها وتخالفها في موضوعاتها بمنزلة الطبّ من البيطرة ؛ فإنّ الموضوع للبيطرة أجسام حيوان غير ناطق كالخيل مثلاً ، وأمّا الموضوع للطبّ فأبدان الإنس وغرض هاتين الصناعتين واحد وهو إفادة الصحّة . وليس يمكن أن يوجد صناعتان متّفقتان في ا[لموضو]ع(٦) والغرض جميعاً ، وذلك أنّهما حينئذٍ ليسا صناعتين بل صناعة واحدة بعينها .

٥

فإذ قد لخّصنا هذه المعاني فينبغي أن ننظر(١) بعد ذلك هل تتفّق صناعة النحو وصناعة المنطق في أحد هذين وتختلفان بالآخر منهما ، أو تختلفان بهما جميعاً ، أو تتّفقان بهما جميعاً أيضاً .

والسبيل إلى ذلك أن نبتدئ فنبيّن ما الموضوع لصناعة النحو وما غرضها . فإنّا إذا علمنا ذلك ظهر لنا اتّفاقهما واختلافهما وحصلت لنا ماهيّتاهما(٢) الدالّ عليهما حدّاهما(٣) .

٦

فأقول إنّ الموضوع لصناعة النحو هو الألفاظ . وذلك يتبيّن(١) إذا نحن علمنا ما هو الموضوع للصناعة على الإطلاق ، فالموضوع للصناعة [٤] هو ما تفعل فيه الصناعة فعلها — فإن شئت فقل : مفعولها ؛ مثال ذلك أنّ الموضوع لصناعة النجارة هو الخشب ، وذلك أنّه هو الذي تفعل فيه فعلها أعني الذي تكسبه صورة السرير مثلاً أو صورة الباب أو غيرهما ممّا تفعله النجارة . وكذلك موضوع الصياغة الذهب أو الفضّة ، وهما اللذان

٤ (٤) فان : قال ، م
(٥) للصراع : الفراغ ، م
(٦) الموضوع] غير واضح في الأصل
٥ (١) ننظر : نظر ، م
(٢) ماهيتاهما : مهيتاهما ، م
(٣) حدهما : حداهما ، م
٦ (١) يتبين : مبين ، م

تفعل فيهما فعلها وهو اكتسابهما صورة الكأس أو الإبريق أو ما يشبههما . وكذلك موضوع صناعة البناء هو الحجارة واللبن وهما اللذان تفعل فيهما فعلها وهو تركيبهما(٢) ضرباً من التركيب يتمّ به صورة البيت .

٧

فإذ كان الموضوع للصناعة هو الشيء الذي تفعل فيه فعلها ، فالموضوع إذاً لصناعة النحو ما تفعل فيه ، ومن البين أنّ فعلها هو أن تضمّ الألفاظ وتفتحها وتكسرها وبالجملة أن تحرّكها حركات ما أو تسكنها سكوناً ما بحسب ما تحرّكها وتسكّنها العرب . وإذ كان فعل النحو تحريكاً ما وتسكيناً ما وكان هذان إنّما هما في الألفاظ ، إذاً هي موضوع النحو .

٨

فقد تبيّن ما موضوع صناعة النحو ؛ فأمّا غرضها ، فيتبيّن إذا نحن علمنا ما غرض الصناعة على الإطلاق — وإن شئت فقُلْ : فعلها أو مفعولها ، وإن شئت فقل : غايتها . فإنّ غرض الصناعة هو الذي تقصده وهو أيضاً فعلها من قبل أنه هو الذي تُحدثه في موضوعها وهو أيضاً غايتها من قبل أنّه [٥] الذي إذا انتهت اليه سكنت عن حركتها . مثال ذلك أنّ غرض صناعة الطبّ إنّما هو الصحّة ، وذلك أنها هي المقصودة منها وهي التي تُحدثها في موضوعها وهو بدن الإنسان وهي التي إذا انتهت إليها سكنت عن حركتها .

٩

وإذ قد لخّصنا ذلك فلننظر ما الذي تفعله صناعة النحو في الألفاظ التي هي موضوعها . فإنّا نجد ذلك هو ضمّها إيّاها وفتحها وكسرها وبالجملة تحريكها وتسكينها بحسب تحريك وتسكين العرب إيّاها . فإنّ ذلك هو الذي تقصده وهو الذي تحدثه فيها وهو الذي إذا انتهت إليه سكنت عن حركتها . والدليل على ذلك أنّ الفرق بين الألفاظ المعرّبة والألفاظ غير المعرّبة هو أنّ تلك محرّكة أو مسكّنة بحسب ما تحرّكها وتسكّنها العرب ، وهذه ليس تحريكها وتسكينها موافقاً لتحريك وتسكين العرب إيّاها .

٦ (٢) تركيبهما : تركبها ، م

١٠

فلا يغلّطنّك قصد النحويّين بالألفاظ الدالّة على المعاني وإيجابهم فتحاً أو ضمّاً أو كسراً أو غير ذلك من حركاتها أو سكونها من قبل المعاني التي تدلّ عليها ، وذلك أنّهم يضمّون الألفاظ الدالّة على الفاعلين وينصبون(١) الدالّة على المفعول بهم. وهذا فهم مشبّه موهم أنّ قصد صناعتهم الدلالة على المعاني ، فيحملك ذلك على أن تعتقد أنّ [٦] غرض صناعة النحو هو المعاني .

١١

وذلك أنّه لو كان نظرها في المعاني لم يَعْدُ أنّ يكون نظرها فيها إمّا على أنّها موضوعات لها كالخشب للنجارة وإمّا على أنّها غرضها بمنزلة صورة السرير للنجارة . وليس يمكن أن يكون نظرها في المعاني على أنّها موضوعاتها ، وذلك أنّه لو كانت موضوعاتها لوجب أن تكون هي القابلة لفعلها(١) الذي هو على مَا بيّنّا تحريك ما وتسكين ما . ومن البيّن أنّ النحوي إذا قال « ضَرَبَ عَمْرٌو زَيْداً » فرفع « عمرو » ونصب « زيدا» وهما غرضا صناعته ، لم يُحدث في المعاني التي يدلّ عليها بهذه الألفاظ برفعه ما رفع ولا بنصبه ما نصب تغيّراً البتة — هذا مع بلوغه غاية صناعته . ولو كانت المعاني هي الموضوعة لصناعته لوجب أن تتغيّر ، إذا فعل النحوي فيها ما من شأنه أن يفعله ، عمّا كانت عليه قبل أن يفعل ذلك — إذ كانت صناعة النحو ليست من الصناعات العلمية فقط بل هي فعلية أيضاً ، كما أنّ الخشب الموضوع للنجارة تغيّر(٢) لا محالة ، إذا فعل فيه النجّار صورة السرير ، عمّا كان عليه قبل ذلك ، وكما أنّ هذه الألفاظ الثلاث التي أتينا بها أمثلةً وهي « ضربَ عمروٌ زيداً »(٣)، إذا رفع النحوي منها ما من شأنه ⟨أن يضمّه ونصب منها ما من شأنه⟩ أن يفتحه ، [٧] تغيّرت عن أحوالها ⟨كانت عليها⟩ قبل أن يفعل ذلك فيها . ففي ثبات المعاني — بعد فعل النحوي ما من شأنه ⟨أن⟩ يفعله بما هو نحوي وبلوغه غايته في

١٠ (١) وينصبون : ووينصبون ، م
١١ (١) لفعلها : لفعله ، م
(٢) تغير : تتغير ، م
(٣) زيدا : + تتغير ، م

ذلك – على أحوالها كانت قبل ذلك أوّل دليل على أنّها ليست موضوعات صناعة النحو ، إذ قد تبيّن أنّ موضوع كلّ واحدة من الصناعات الفعليّة هو الذي يقبل فعلها ، ومن البيّن أنّه إذا قبل فعلها تغيّرت حاله عمّا كانت عليه قبل قبوله إيّاه .

١٢

ولو كان نظرها في المعاني على أنها أغراضها وأفعالها وغاياتها ، لوجب أن تكون المعاني هي التي يُحدثها النحوي إذا يفعل[١] فعله الذي من شأنه أن يفعله من جهة ما هو نحوي، حتّى تكون ذات زيد وذات عمرو[٢] وذات الضرب إنّما تحدث عن فعل النحوي . واستحالة هذا من الظهور بحيث لا يشكّ فيها من صحّ عقله البتة .

١٣

وإذ قد تبيّن أنّه لا يجوز أن تكون المعاني موضوعات لصناعة النحو ولا غرضها ، فمن البيّن أنّها ليست من صناعة النحو . وإن كان النحوي قد يقصد القول 〈 الدالّ أو 〉 الدلالة على المعاني ، فإنّ ذلك منه ليس من جهة ما هو نحوي بل من جهة ما هو معبّر عمّا في نفسه بالقول ، إنما هو العبارة عن المعاني .

١٤

والدليل عـلى ذلك أنّه لو كان قصد الدلالة أو الدلالة [٨] بالألفاظ على المعاني للنحوي من جهة ما هو نحوي ، لوجب أن لا يكون أحد ممّن يقول قولا غير مُعْرِب قاصدا للدلالة ولا دالاّ على المعاني – ودالّين عليها ويفهم عنهم ما يدلّون عليه ويشيرون[١] بأقاويلهم اليه . فإن قال قائل إنّ القائل « ضرب أخوك أبوك » وإن كان قاصداً للدلالة ، لم يدلّ على المعنى ولا يجوز أن يفهم مراده إذ كان لا فرق في قوله بين الفاعل والمفعول به ؛ لزمه أن يكون من قال قولاً مؤلّفاً من أسماء مشتركة ، وإن كان معرباً لها على حقيقة إعرابها ، غير دالّ[٢] : مثال ذلك قول قائل لو قال « إنّ العين متحرّكة » ، وذلك أنّه

١٢ (١) يفعل : يحل ؛ م
(٢) عمرو : عمر ، م
١٤ (١) ويشيرون : ويسيرون ، م
(٢) غير دال ، م ، في التكرار (أنظر التعليق التالي) : – ، م ، في هذا الموضع

لمّا كان قاصداً للدلالة لم يدلّ على المعاني[٣] ، (لأنّ) كلّ واحد من هذين الاسمين يدلّ على معانٍ كثيرة ، وليس فيه ما يميّز[٤] بين المقصود منها (و) غير المقصود ، إذ كان اسم « العين » يدلّ على آلة البصر وعلى محض الشيء وعلى العين الجرّارة وعلى أحد حروف الهجاء ، وكذلك « متحرّكة » تدلّ على المتحرّكة [٩] الحركة المكانيّة وعلى المتحرّكة حركة نموّ ونقص والمتحرّكة حركة استحالة ، ولم يكن في هذا القول[٥] ما يدلّ على المعنى المشار إليه من معاني هذين[٦] الاسمين ، ولذلك لا يفهم محصّلاً . ولو كان القول الذي ( )[٧] يفهم محصّلا ، بحسب ما وضع المانع من أن يكون القائل « ضرب أخوك أبوك » دالاّ على المعنى ، ليس بدالّ على المعنى ، (لقد كان قول النحوي أيضا ليس بدالّ على المعنى) وإن أعرب قوله بحسب ما توجبه صناعته ، إذا كان قوله محتملا أن تفهم منه معانٍ شتّى غيرَ دالّ على المعنى .

١٥

فإن[١] جاز أن يكون من لا يُعرب أيضا دالاً على المعنى في القول الذي لا يُعربه ، وإن كان ممكنا فيه أن يفهم منه معانٍ شتّى – ومع هذا فليس كلّ كلام غير معرب لا يفهم معناه : فإنّ قائلا لو قال « كانَ زيداً في الدارُ » ، فنصب « زيداً » وموضعه عند النحويّين رفع ورفع « الدار » وموضعها عندهم خفض ، لقد كان يفهم من ذلك المعنى الذي يشير اليه مثل ما يفهم من هذا القول[٢] لو أُعرب حقّ إعرابه . ولو كان القصد إلى الدلالة والدلالة على المعاني للنحوي من جهة ما هو نحوي ، لما أمكن أن يوجد غير النحوي قاصدا إلى الدلالة على المعاني + والدلالة[٣] عليها للنحوي من جهة ما هو نحوي +[٤] .

(٣) المعنى ، م في الهامش : المعاني ، م // + ولا يجوز ... قائل (= س ٥ – ٧) ، م (تكرار لما سبق)
(٤) يميّز : تميز ، م
(٥) هذا القول : هذ القول ، م
(٦) هذين : هذ ، م
(٧) الذي < > يفهم] سقط منه حرف النفي ، ولعل الصحيح : الذي < يفهم منه معان شتّى ولا > يفهم
١٥ (١) فإن : وإن ، م
(٢) هذا القول : هذ القول ، م
(٣) والدلالة : والداله ، م
(٤) + ... +] تكرار لما سبق لا يطابق منطق الاستدلال .

١٦

وممّا تبيّن به أنّه ليس قصد النحوي بالألفاظ الدالّة [١٠] على المعاني بموجب أن تكون المعاني هي غرض صناعته : أنّه ليس كلّ ما يقصده الصانع بصناعته هو لا محالة غرض صناعته . وذلك أنّ النجّار قصده بعمل(١) السرير أو الباب إما الكسب وإمّا نوع(٢) آخر من أنواع المنافع كحفظ المال مثلاً وما(٣) أشبه ذلك ، إذ كان كلّ عامل شيء فإنّما يعمله لخير ما؛ ولو كان كلّما يقصده صانع ما إنّما يقصده لأنه جزء من الأجزاء المقوّمة لذات صناعته ، لوجب أن يكون الكسب جزءاً(٤) من الأجزاء المقوّمة لصناعة النجّار القاصد الكسب بها وذلك يكون جزءا من الأجزاء المقوّمة لكلّ صناعات الصنّاع في زماننا هذا أو أكثرها إذ كانوا أو أكثرهم ليس أغراضهم في صناعاتهم سواه .

١٧

ويظهر ظهوراً بيّناً أنّ صناعة النحو ليس نظرها في المعاني من قبل أنّها ليس إنّما تعرب وتفعل في الألفاظ الدالّة على المعاني فقط دون الألفاظ غير الدالّة . وذلك أنّ النحوي يعرب « زيداً » إذا نادى به ، وهو لفظة دالّة ، بالإعراب بعينه الذي يُعرب به « صحيح» مثلاً وهي لفظة لا معنى تحتها إذا(١) نادى بها ، وذلك أنّه يرفع هذه كلّما رفع تلك .

١٨

وإذ قد بيّنّا ما موضوع صناعة النحو وما غرضها وهما فصلاها(١) المقوّمان لذاتها ، فلنضفهما(٢) إلى جنسها ليتمّ بذلك حدّها [١١] فنقول : إنّ حدّ صناعة النحو هو صناعة تعنى بالألفاظ لتحرّكها وتسكّنها(٣) بحسب ما تحرّكها وتسكّنها العرب .

١٦ (١) بعمل : يعمل ، م
(٢) نوع : النوع ، م
(٣) وما : ولا ، م
(٤) جزءا : جزء ، م
١٧ (١) اذا : اذ ، م
١٨ (١) فصلاها : فضلاها ، م
(٢) فلنضفهما : فلنصفهما ، م
(٣) وتسكنها : وتسكينها ، م

١٩

فأمّا صناعة المنطق فإنّ موضوعها على القصد الأوّل هو الألفاظ الدالّة ، وليس كلّ الألفاظ الدالّة بل الألفاظ الدالّة على الأمور الكلّية التي هي إمّا أجناس وإمّا فصول وإمّا أنواع وإما خواصّ وإمّا أعراض كلّية ؛ وغرضها(١) تأليف الألفاظ الدالّة تأليفاً موافقا لما عليه الأمور المدلول عليها بها .

٢٠

فأمّا أنّ موضوع الصناعة المنطقيّة على القصد الأوّل هو الألفاظ وليس كلّ الألفاظ بل الدالّة منها خاصّةً فتبيّن من قبل أنّ أحد المعاني المقوّمة لذات البرهان ، الذي هو غرض المنطق ، هو أنّه صادق ، على ما تضمّنه حدّه ، ومن البيّن أنّ الصدق هو موافقة الدالّ المدلول عليه ومشابهته إيّاه . ولست أعني أنّ ذات القول مشابهة لذات الأمر الذي هو دالّ عليه ، بل أنّ مشابهته إيّاه بالعرض وهو التواطؤ الذي عرض(١) للفظ فصار به (معبّرا)(٢) عن الأمر وقائماً مقامه في إشهاد المخاطَب معناه وإحضاره(٣) إيّاه . وإذا كان الصدق إنّما هو مشابهة(٤) القول الدالّ الأمرَ المدلولَ عليه ، وكان القول مؤلّفاً من الألفاظ [١١ ب] الدالّة ، وذلك أنّ اللفظ غير الدال لا يجوز أن يكون مشابهاً لمدلول عليه به ، إذ كان ليس بمدلول به على شيء البتّة — فمن البيّن أنّ الصدق لا يكون في الألفاظ غير الدالّة . وإذا كان ذلك كذلك وكان البرهان لا محالة صادقاً ، فمن البيّن أنّه لا يمكن أن يكون في الألفاظ غير الدالّة ، فقد يلزم إذاً ضرورة أن يكون في الألفاظ الدالّة .

٢١

وأمّا أنّ موضوعها هو الألفاظ الدالّة على الأمور الكلّيّة ، فيتبيّن من قبل أنّه إذ كان قد ظهر أنّ البرهان إنما هو في الألفاظ الدالّة ، وكانت كلّ لفظةٍ دالّةٍ لا يخلو من أن تدلّ على معنى جزئيّ أو على معنى كليّ ، وكان البرهان

١٩ (١) وغرضها : وعرضها ، م
٢٠ (١) عرض : عرض ، م
(٢) معبرا : نا ، م
(٣) إحضاره : اختصاره ، م
(٤) مشابهة : مشابهته ، م

قياساً يقيناً وكلّ قياس يقين(١) عارياً من الشبه خالصاً من الشكوك ، وكلّ خالص من الشبه مميّزاً منها منحازاً عنها ، والمنحاز محـدود ، فكلّ معلوم إذاً بالبرهان محـدود ، والمحدود متيقّن) ولا واحد من الجزئيّات متيقّن ؛ فلا(٢) واحد إذاً من الجزئيات مبرهن ، وأنا أعني بالمبرهن ها هنا ما من شأنه أن يقبل صورة البرهان ، وإن لم يكن قد قبلها ؛ وكل موضوع لصناعة المنطق مبرهن : فلا(٣) واحد إذاً من الجزئيات موضوع(٤) لصناعة [١٢] المنطق . فالموضوع إذاً لصناعة المنطق هو الألفاظ الدالّة على الأمور الكليّة .

٢٢

وقد يتبيّن أيضاً أنّ موضوعها هو الألفاظ الدالّة بما أنا قائله أيضاً ، فأقول : إنّه من المُقَرّ به أنّ غرض صناعة المنطق هو البرهان ، والبرهان هو قياس ما — يعرضها إذاً قياس ما ، والقياس قول ما — يعرضها إذاً قول ما ، وحدّ القول « لفظ دالّ الواحد(١) من أجزائه قد يدلّ على انفراده على طريق أنّه لفظة لا على طريق أنّه إيجاب »* ، فيعرضها(٢) إذاً لفظ ذو أجزاء هي الألفاظ الدالّة . ومن البيّن أنّ كلّ ذي أجزاء هو مؤلّف من أجزائه ؛ فالقول إذاً مؤلّف من أجزائه وأجزاؤه هي الألفاظ الدالّة فهو إذاً من الألفاظ الدالّة ، فالألفاظ إذاً الدالّة هي التي تفعل صناعة المنطق(٣) فيها غرضها(٤) ، وما تفعل فيه الصناعة غرضها(٥) هو موضوعها . فالألفاظ الدالّة إذاً هي موضوع صناعة المنطق .

٢٣

وأمّا أنّ غرضها(١) هو تأليف هذه الألفاظ تأليفاً يوافق ما عليه الأمور المدلول عليها بها ، فيتبيّن(٢) على هذا النحو : لمّا كان قد تبيّن أن موضوع صناعة المنطق ، وهو

٢١ (١) يقين : يقيني ، م
(٢) فلا : قولا ، م
(٣) فلا : قولا ، م
(٤) موضوع : موضوعا ، م
٢٢ (١) الواحد : لواحد ، م
(٢) فيعرضها : فغرضها ، م
(٣) المنطق : للمنطق ، م
(٤) غرضها : عرضها ، م
(٥) غرضها : عرضها ، م
٢٣ (١) غرضها : عرضها ، م
(٢) فيتبين : فتبين ، م

* ارسطاطاليس ، كتاب العبارة ١٦ ب ٢٦ – ٢٨ (ترجمة اسحق بن حنين)

الذي تفعل فيه صورة البرهان التي هي غرضها(٣)، هو الألفاظ الدالّة على الأمور [١٣] الكلّيّة ؛ وكانت الألفاظ في نفسها ليست مؤلّفة من أجزاء إذا تألّفت أمكن أن تكون صادقة إذ كانت أجزاؤها غير دالّة ، وكان البرهان بالضرورة صادقاً ، والصدق لا يمكن أن يوجد في الألفاظ المفردة كقولك « الإنسان » على الانفراد و « موجود » على الانفراد — وجب ضرورة أن تكون صناعة المنطق تؤلّف هذه الألفاظ بعضها مع بعض . ولأنّ الصدق ليس يلزم أيّ تأليف اتّفق من تأليفات هذه الألفاظ ، بل إنّما يلزم تأليفاً ما منها دون غيره ، فمن البيّن أنّ صناعة المنطق أيضاً ليس تؤلّف موضوعها الذي هو الألفاظ الدالّة أيّ تأليف اتّفق ، بل التأليف الذي يلزمه الصدق ، وهو الموافق(٤) لما عليه الأمور التي هو دالّ عليها . وقد تبيّن أنّ ما تفعله كلّ صناعة في موضوعها هو غرضها(٥) ، فتأليف الألفاظ الدالّة على الأمور الكلّيّة إذاً تأليفاً موافقاً(٦) لما عليه الأمور التي يُدلّ عليها بها ، هو غرضها(٧) .

٢٤

وهذان هما فصلاها(١) المقوّمان لذاتها ، فلنؤلّف منهما(٢) ومن جنسها حدّها . فنقول إنّ حدّ صناعة المنطق هو قولنا : [١٤] صناعة تعنى بالألفاظ الدالّة على الأمور الكلّيّة لتؤلّفها تأليفاً موافقاً لما عليه الأمور التي هي دالّة عليها .

٢٥

فمن هذا الحدّ ومن حدّ صناعة النحو الذي قد تقدّمتْ إبانتنا إيّاه ، وهو صناعة تعنى بالألفاظ لتحرّكها وتسكّنها بحسب تحريك وتسكين العرب إيّاها ، تتبيّن الفصول الفاصلة بينهما ، وأنّ هاتين الصناعتين مختلفتا الموضوعين والغرضين(١). وذلك(٢) أنّ(٣) موضوع صناعة المنطق هو الألفاظ الدالّة لا الألفاظ على الإطلاق ، ومن الألفاظ الدالّة

٢٣ (٣) غرضها : عرضها ، م — (٤) الموافق : الموافق عليه ، م
(٥) غرضها : عرضها ، م — (٦) تأليفا موافقا : تأليف موافق ، م
(٧) غرضها : عرضها ، م
٢٤ (١) فصلاها : فصلاهما ، م — (٢) منهما : منها ، م
٢٥ (١) والغرضين : والعرضين ، م
(٢) وذلك : وذاك ، م
(٣) ان] + موضوعين والعرضين وذاك أن ، م

على الأمور الكلّيّة دون الدالّة على الأمور الجزئية ؛ وموضوع صناعة النحو هو الألفاظ على الإطلاق الدالّة منها وغير الدالّة ، لا الدالّة فقط . وغرض(٤) المنطق هو تأليف الألفاظ التي هي موضوعها تأليفاً يحصل به الصدق ؛ وغرض صناعة النحو تحريك الألفاظ وتسكينها بحسب تحريك وتسكين العرب إيّاها . فهذان فصلان فاصلان بين هاتين الصناعتين. فقد تبيّن الخلاف بينهما وهو ما أردنا .

(٤) وغرض : وعرض ؛ م

كتاب مفتاح الحساب للكاشي

تحقيق الأستاذ
نادر النابلسي

من سلسلة الكتب العلمية التي تنشرها وزارة التعليم العالي السورية
(مطبعة جامعة دمشق — ١٩٧٧)

١١١١ — هذا تحقيق ينطوي على جهد دائب صبور وضع بين يدي قراء العربية نصاً محققاً لكتاب من أعظم كتب الرياضيات في العصر الاسلامي ، ذلك هو كتاب مفتاح الحساب لغياث الدين جمشيد بن مسعود الكاشي المتوفى سنة ١٤٢٩ م .

وليس كتاب مفتاح الحساب مجهولا لدى المختصين ، فقد نشر لوكي عنه دراسات كانت هي الأساس الذي بنيت عليه مكانة لوكي بين مؤرخي الرياضيات .

وعن إحدى طرق الكاشي في استخراج الجذور كتب عبد القادر الداخل رسالة ماجستير قدمها لدائرة الرياضيات في الجامعة الاميركية في بيروت وقارن بها بين طريقة الكاشي وطريقة هورنر ورفيني المعروفة .

ولقد كان كتاب الكاشي أحد الكتب التي اعتمدها أحمد سعيدان في دراسته المقارنة لكتاب الفصول في الحساب الهندي التي تابع بها تطور العمليات الحسابية في العالم الاسلامي .

ولعل أهم ما كتب حتى اليوم عن الكاشي وكتابه الدراسات والتعليقات التي كتبها بالروسية يوشكيفش وروزنفيلد مع نشرة مصورة لإحدى مخطوطات كتاب الكاشي .

وبعد صدور هذه النشرة قام السيد أحمد سعيد الدمرداش والدكتور محمد حمدي الحفني بطبع الكتاب، ولكن الطبعة لم ترتفع الى مستوى التحقيق العلمي الواثق الصبور .

٢ـ جاء كتاب الاستاذ نادر النابلسي في زهاء ٧٦٠ صفحة موزعة على النحو التالي :

١٥ صفحة : مقدمات تضم تقديماً قيماً للدكتور عبد الكريم اليافي .

١٥ صفحة : ترجمة جيدة لمقدمة يوشكيفش وروزنفيلد في نشرتهما للكتاب .

أما النص فيأتي في الصفحات ٣٦ الى ٥٨٧ ويتخلل هذه الصفحات شروح وتحقيقات .

يلي ذلك فصول جعلها المحقق تحت عنوان صفحات نيرة . وتضم هذه الفصول ما يلي :

١ ـ مقارنة بين الاقليدسي والكاشي من حيث استعمالهما للكسور العشرية .

٢ ـ مقارنة طريقة الكاشي بطريقة هورنر ورفيني .

٣ ـ تطور صور الأرقام الهندية .

٤ ـ فهارس وتصويبات .

وينتهي الكتاب بتلخيص بالفرنسية يعرض فيه المحقق في ٦٧ صفحة مجمل ما حصل عليه من آراء لا سيما حول استعمال الكاشي للكسور العشرية واستخراج الجذور .

٣ـ ولكتاب الكاشي نسخ عدة في مكتبات لايدن وبرلين والأستانة ولننغراد والقاهرة ودمشق وسواها .

ولقد اختار يوشكيفش وروزنفيلد للتصوير مخطوطة لايدن فاعتمدها الدمرداش والحفني بالإضافة الى مخطوطة الخزانة التيمورية في القاهرة . وأما الاستاذ النابلسي فقد رأى أن يعتمد بالإضافة الى هاتين مخطوطة المكتبة الظاهرية في دمشق . وقد كتبت سنة ١١٠٢ هـ نقلاً عن مخطوطة كتبت سنة ٨٨٩ .

ولو أن الاستاذ النابلسي اكتفى بقوله أنه رأى أن يعتمد مخطوطة المكتبة الظاهرية بالإضافة الى النصين المصور والمطبوع لتلقينا جهده شاكرين ولما وجدنا سبيلاً إلى

معارضة أو اعتراض ولكنه حيّاه الله راح يدافع عن اختياره بحجة أن المخطوطة التي اختارها انما هي أقدم مخطوطة لدينا للكتاب بالرغم من أنها نسخت سنة ١١٠٢ هـ .

إذن فقد حقّ لنا أن نذكر رداً على ما يقوله الاستاذ النابلسي أنه لم يستنفذ كل ما وصل إلينا لمفتاح الحساب من مخطوطات. فالمخطوطة ٢٩٦٧ في مكتبة نور العثمانية في الأستانة كتبت سنة ٨٥٤ هـ نقلاً عن مخطوطة المصنف نفسه . ولقد أشرتُ الى ذلك في تحقيقي لكتاب الاقليدسي الذي قرأه الاستاذ النابلسي واقتبس منه ، ولا أدري لماذا أغفل حيّاه الله هذه المخطوطة وان لها مزايا جمة من جملتها وضوح الأشكال الهندسية التي اختلطت عنده حتى لم نعد نجد ما يميز المنحرف القائم عن غيره ، على سبيل المثال ، هذا فضلاً عن دقة جداولها .

بقي أن نهمس في أذن الاستاذ النابلسي أننا نحن نقرأ المخطوطات القديمة بحثاً عن قيم تاريخية ، أما السابقون فكانوا يقرأونها للدراسة فكان الناسخ يضطر الى تعديل صور الأرقام مثلاً حسب الأشكال الدارجة والرائجة ولذا نجد هذه الصور تختلف من نسخة إلى نسخة وإن يكن الناسخ قد يدعي أنه طابق ورقة بورقة وسطراً بسطر .

٤ـ وقد يتبع المحقق أحد منهجين . فقد يقدم نصاً محققاً موثوقاً اعتماداً على ما يستطيع أن يصل إليه من نسخ ، ثم هو يترك لكل قارىء أن يعقد حول هذا النص ما يشاء من دراسات .

وقد يقدم مع النص المحقق دراسات ومطالعات يختمها بآراء واجتهادات كما فعلت في تحقيقي لكتاب الاقليدسي .

ولقد اختار الاستاذ النابلسي المنهج الأول . غير أنه حرص على أن يقدم للقارىء المزيد من النفع والفائدة فترجم له مقدمة يوشكيفش وروزنفيلد لنشرتهما ولخص له بحث عبدالقادر الداخل عن استخراج الجذور . وبالإضافة الى ترجمة من كتاب سمرقندي وآخر فرنسي لخص له ما جاء في كتابي عن الاقليدسي حول الكسور العشرية والتقريب.

إنه يجمع المواد المبعثرة فيقرب ذات بينها ثم يترك للقارىء أن يحكم دون أن يورط هو نفسه في حكم يجد بأمانته العلمية أنه لم يستوفِ أسبابه .

٥ ــ والتحقيق يقتضي شرح ما يبدو في النص غامضاً أو تقديم برهان أو تبرير لما يرد في النص بلا دليل يؤيده . وان المحقق ليحار أيزحم النص بهوامش يضع فيها الشرح والبرهان أم هو يأتي بما يشاء من شروح وبراهين في فصول لاحقة . إني شخصياً أوثر أن أعطي قارئي نصاً لا يعترضه من الحواشي والهوامش الا أقل القليل ، فاذا هو فرغ من النص أو وجد الحاجة الى الشرح بحث عن ضالته في الصفحات الأخيرة من الكتاب . ولكن الأستاذ النابلسي اختار المنهج الآخر فجعل الشروح والبراهين تمشي مع النص حتى اذا هو استطرد في برهان افتقد القارىء النص في ما يقرأ فوجده بعد صفحات وقد يختلط عليه الأمر فلا يكاد يميز نص الكاشي من شرح النابلسي إلا بعد لأي .

رغم هذا كله ومع هذا كله يبقى عمل الاستاذ نادر النابلسي جهداً مشكوراً لأنه جهد محقق صبور غير أني لا أملك الا أن أشير الى هفوة ما كنت لأذكرها لو لم تتكرر عنده مرتين :

هنالك أبو الوفاء البوذجاني ، وهنالك أبو الريحان البيروني . أما أبو الوفاء البيروني فاسم يحتاج الى تعريف .

أحمد سليم سعيدان

كلية العلوم
الجامعة الأردنية
عمان

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

فحص معدني لشفرتين مصنوعتين من الفولاذ الدمشقي

جيرسي بياسكوفسكي

يعرض هذا البحث نتائج دراسة شاملة لنموذجين من الفولاذ الدمشقي حيث تم الحصول عليهما في دمشق عام ١٩٧٥ بواسطة قطع عينتين من شفرتي سيفين . ولقد أخضعت العينتان إلى الفحص بواسطة مجهر الكتروني وآخر معدني وإلى عملية تشتيت بالأشعة السينية وإلى تحليل كيميائي . وقد أسفرت الاختبارات عن وجود محتوى كبير غير معدني في قفا كلّ شفرة . ولم يحدث أن وصفت تلك المحتويات من قبل الباحثين السابقين .



تكنولوجيا الحديد والفولاذ في المصادر العربية

أحمد يوسف الحسن

١ - مقدمـــة :

يهدف هذا البحث الى ايراد بعض النصوص العربية التي لم تنشر سابقاً أو التي نشرت ولكنها لم تحظ بالدرس والتحليل الكافيين حول صناعة الحديد والفولاذ في الحضارة العربية الاسلامية .

ففي الفقرة الاولى من البحث مقتطفات من رسالة الكندي تحدد مراكز صناعة

الفولاذ والسيوف . وفي الفقرة الثانية مقتطفات من البيروني يصف فيها صناعة فولاذ البوتقة الدمشقي . وفي الفقرة الثالثة نص من الجلدكي يصف فيه صناعة الحديد الصب والفولاذ المصبوب أو المسكوب . وتتوالى الفقرات والمقتطفات حيث تنتهي النصوص بانتهاء الفقرة السابعة .

ولا يهدف البحث الحالي إلى التوصل إلى استنتاجات تكنولوجية نهائية ولكن النصوص المعطاة تثبت بما لا يقبل الشك بطلان الفكرة الشائعة في الغرب بأن الفولاذ الدمشقي كان يصنع في الهند فقط ، كما يثبت بطلان الزعم القائل بأن دمشق لم تكن مركزا لصناعة الفولاذ .

وتحدد الفقرة الثامنة مراكز مناجم الحديد في المنطقة المجاورة لدمشق وفي هذه الفقرة اثبات لاستمرار صناعة الحديد في هذه المنطقة حتى العصور الحديثة .

٢ ـ الكندي ومراكز انتاج الفولاذ :

يورد البحث مقتطفات عديدة من رسالة الكندي « رسالة إلى بعض اخوانه في السيوف » . وهذه المقتطفات تبين أنواع الحديد : المعدني والمصنوع (أي الذي ليس بمعدني) . وكذلك أنواع الحديد المصنوع (أي الفولاذ) . ثم تبحث المقتطفات في كل نوع من أنواع الفولاذ على حدة . ومن هذه المقتطفات يتبين أن مراكز صناعة الفولاذ كانت موجودة في أماكن متعددة من البلاد العربية والاسلامية بما في ذلك دمشق .

٣ ـ البيروني وفولاذ البوتقة الدمشقي :

أورد البحث مقتطفات من كتاب « الجماهر في معرفة الجواهر » للبيروني حيث يصف البيروني (نقلاً عن مزيد بن علي الحداد الدمشقي) وصفاً هاماً لصناعة فولاذ البوتقة الدمشقي .

٤ ـ الجلدكي يصف صناعة الحديد الصب والفولاذ المسكوب :

ويورد البحث نصاً منقولاً عن مخطوطة «كتاب الحديد» لجابر بن حيان (تشستربيي رقم ٤١٢١) . ويظن أن هذا النص هو للجلدكي في شرحه لكتاب الحديد . وهو نص

بالغ الأهمية بالنسبة لمؤرخي علم المعادن . اذ يصف الجلدكي طريقة صناعة الحديد الصب من خامات الحديد الترابية ، كما يصف أيضا طريقة صناعة الفولاذ وصهره سائلاً في قوالب باستخدام الحديد الصب كمادة أولية .

٥ – مساكب الحديد في دمشق :

ثم يورد البحث نصوصاً تدل على وجود مساكب الحديد في دمشق وعلى وجود دوائر حكومية مسؤولة عن مساكب الحديد في دمشق أيام الايوبيين .

٦ – التمييز بين الفولاذ الدمشقي والفولاذ الهندي في المصادر العربية :

أورد البحث نصين هامين احدهما من كتاب « المختار في كشف الأسرار » للجوبري والثاني من كتاب « معالم القربة في أحكام الحسبة » لابن الأخوة . وقد ورد في النص الأول أن الفولاذ الدمشقي والفولاذ الهندي يستخدمان لصناعة السيوف ، كما ورد في النص الثاني تحذير من أن بعض المدلسين يخلطون الأبر المصنوعة من الفولاذ الدمشقي بالأبر المصنوعة من الحديد الطري .

٧ – الفرند أو الجوهر :

تشرح هذه الفقرة أن السيوف المصنوعة من الحديد غير المعدني (أي الفولاذ المصنوع) تتميز بالفرند أو الجوهر ، وتشمل هذه الفقرة على نص طريف للبيروني يفسر فيه أسباب ظهور الفرند .

٨ – مناجم الحديد في جبال لبنان (القريبة من دمشق) :

أوردت المصادر العربية (كالمقدسي والأدريسي وابن بطوطة والانطاكي) أن خامات الحديد كانت تستخرج من مناجمها في بلاد الشام (في جبال لبنان القريبة من دمشق) وأن الحديد كان يصنع من هذه الخامات .

كما تورد هذه الفقرة شواهد من رحالة غربيين زاروا بلاد الشام في القرن الثامن عشر والتاسع عشر والعشرين ورأوا مناجم الحديد ومعامل صهر الحديد في جبال لبنان .

٩ ــ استنتاجات أخيرة :

لقد أورد البحث جزءاً صغيراً فقط من الشواهد التي اشتملت عليها المصادر العربية عن تكنولوجيا الحديد والفولاذ . وهذه المقتطفات والشواهد تثير السؤال التالي : كيف نشأ هذا الظن في الغرب بأن دمشق كانت مركزاً تجارياً فقط لتوزيع الفولاذ الدمشقي؟

ويبدو أن الجواب على هذا السؤال هو كما يلي : عندما بدأت الثورة الصناعية في الغرب في مطلع القرن التاسع عشر حاول صناع الفولاذ الغربيون تقليد النصال الدمشقية . وكانت هذه النصال تصنع في القرن التاسع عشر من الفولاذ الهندي المعروف باسم فولاذ « ووتز » الذي كانت بريطانيا تستورده من الهند . ومن الطبيعي أن تتجه الأبحاث في القرن التاسع عشر إلى تلك المناطق التي كان يستورد منها ذلك الفولاذ وعلى الأخص الهند . وهكذا أهمل الباحثون في القرن التاسع عشر دور سورية والبلدان الاسلامية الاخرى .

ولقد جاء البحث الحالي بالشواهد العديدة الكفيلة بتبديد الزعم المشار إليه . فالفولاذ الدمشقي كان يصنع في دمشق من الخامات المحلية ، كما أنه كان يصنع أيضاً في العديد من الأقطار الاسلامية حتى العصور الحديثة .



جداول قرياقس الفلكية

جورج صليبا

لقد ظهرت في السنوات الأخيرة عدة دراسات تعالج أساليب حساب الجداول الفلكية في العصور الاسلامية الوسيطة . وقد انحصرت هذه الدراسات بجداول الشمس والقمر لأن هذين النيرين يشكلان في الدرجة الاولى صورة هيئة مستقلة عن الكواكب الاخرى وتستقل هيئة الواحد منهما عن هيئة الآخر في الدرجة الثانية . لذلك بقيت جداول الكواكب الأخرى مهملة إلى الآن .

تعالج في هذا المقال طريقة حساب جداول الكواكب الباقية ما عدا عطارد لأن صورة أفلاك هذا الكوكب تختلف عن صورة أفلاك الكواكب الأخرى حسب هيئة بطلميوس التي كانت هي الاخرى تشكل الاطار العام لمجمل الاعمال الفلكية الاسلامية. كذلك لقد سبق وعالجنا جداول الشمس والقمر في موضع آخر .

ويدور البحث هنا على طريقة الحساب التي سماها الفلكيون العرب باسماء مختلفة كـ « المحكم » ، و« المبسط » ، و« المحلول » والتي تشير بشكل عام إلى المنحى الجديد الذي اصطفاه هؤلاء الفلكيون ألا وهو تبسيط استخدام هذه الجداول ليتسنى لعلم الهيئة العملي أن يصل الى عدد أكبر من الذين يمارسون هذا العلم . والدليل على اتساع حلقة قراء هذه الجداول الجديدة ومستخدميها هو أن هذه الجداول تفتقر عادة إلى المقدمة المعهودة في الأعمال الفلكية الأخرى والتي تربط هذه الأعمال باسم صاحب مال او سلطان ترفع هذه الأعمال إليه . ولتبيان النواحي الفنية في هذه الأساليب الحسابية الجديدة يدرس هذا المقال بشكل مفصل مثلاً واحداً من هذه الجداول وضعه قس باسم قرياقس وقد عاش على الأرجح في مدينة ماردين في أواخر القرن الخامس عشر الميلادي .

فبعد تحليل مسهب لجداول قرياقس وعلاقتها بجداول بطلميوس تخلص هذه الدراسة إلى النتائج التالية :

أولاً : لقد أعاد بعض فلكيي العرب بناء أسس الهيئة اليونانية التي وصلتهم بأن فرضوا عليها مطلب السهولة بحيث أصبح تعاطي علم الهيئة متوفراً للعديد من المستخدمين لهذه الهيئة .

ثانياً : لم يتورع هؤلاء الفلكيون عن تغيير المعطيات الأساسية للهيئة اليونانية سعياً وراء السهولة دون أية تضحية في دقة هذه الحسابات . واستمر هذا المنحى الجديد ، كما في هذه الجداول ، إلى أواخر القرن الخامس عشر الميلادي الذي يعتبر عادة عصر انحطاط بالنسبة للعلوم الاسلامية .



الجبر عند العرب في القرن الهجري الثالث والرابع

عادل أنبوبا

قصد واضع المقال أن يرسم في خلال صفحات معدودات صورة جامعة وموجزة لظهور علم الجبر عند العرب ونموه الأول ، وشرط على نفسه أن يضيف إلى ما ظهر في ابحاث السنوات الاخيرة لا أن يكرر ما جاء فيها ، فتجنّب الاعادة ما لم تلزمه بذلك ضرورة البيان والافهام . يتناول البحث بادىء ذي بدء حجر الأساس وهو كتاب الخوارزمي

نحو ٢٠٥ هـ . ومع ان هذا المؤلَّف أول كتاب عربي في علم الجبر فان صاحب المقال يرى أن دخول الجبر والعلوم الحسابية على العرب كان سابقاً لزمن الخوارزمي بكثير ؛ وان كتاب الخوارزمي مختصر لعلوم زمانه ، يأخذ البعض منها ويترك البعض الآخر عن تعمّد وبصيرة . وقد أشار الباحث إلى دلائل على ذلك تكاد أن تخفى في كتاب الخوارزمي : منها مسلة يتيمة أوشكت أن تضيع في باب الوصايا وهي تحوي مجهولين سمّيا شيئاً وبعض شيء ، وثلاث قواعد تكشف عن عناصر أعرض الخوارزمي عنها وسوف تظهر بشكل سافر في كتاب شجاع بن أسلم المصري . ويُظهر التتبع الدقيق لكتاب الخوارزمي تأثيراً بالهندسة اليونانية ، وأثراً واحداً للهند ، مع الاعتماد الرئيسي على العنصر البابلي القديم الذي ظهر في بلاد الرافدين قبل زمن الميلاد بنحو عشرين قرناً .

ويتحول البحث من كتاب الخوارزمي إلى كتاب أبي كامل شجاع ابن أسلم (نحو ٢٦٥ هـ) وقد لا يفصل بين زمن الأول والثاني سبعون سنة . وعن كتاب أبي كامل يقول صاحب المقال إنه « المرآة التي تنعكس فيها معارف زمانه الجبرية » وقد نعته الأقدمون بالكامل والشامل وبتتمة الجبر وكماله . وكان له الأثر البالغ في نمو الجبر عند العرب وفي اوروبا . وتدل مادته الكثيرة المتنوعة الألوان على عناصر دخيلة كالمسائل السيّالة والمتتاليات العددية ، وإلى بعضها يفخر أبو كامل بقوله : « وجدت بابا من الحساب مرسوماً في كتب من تقدم منهم لا يضاف إلى أحد ولا يعرف صاحبه ولا يتوقف على مستخرجه » غير أن هذا الكتاب قد جمع إلى جانب المسائل الموروثة ابتكارات رائعة لأبي كامل وأعمالاً لغيره من الحسّاب العرب من معاصري الخوارزمي ومن تبعه . وبالتالي فان الكتاب ينم على حركة علمية نشطة ويظهر فيه مدى انتشار أصول اقليدس في الهندسة والتوسع في حساب الجذور والمعادلات ذات المجاهيل الكثيرة كما أنه يُفصح عن التزام الرياضيين بالدقة والحجة ، إذ أن أبا كامل يحكي القواعد التي أوردها الخوارزمي دون تعليل ، ويأبى إلاّ أن يدعمها بالبرهان .

ويتتبع المقال النشاط العلمي في القرنين الثالث والرابع بقدر ما تؤهل لذلك الرسائل القليلة المحفوظة في مكتبات العالم، كـ « تصحيح مسائل الجبر بالبراهين الهندسية » لثابت بن قرة، و « الضرورات في المقترنات » لأبي الفضل بن واسع بن ترك، و «كتاب في الكعب والمال والأعداد المتناسبة » لسنان بن فتح الحراني ، ورسائل أخرى للماهاني والهاشمي

والقبيصي وأبي جعفر الخازن وغيرهم . فيشاهد القارىء ارتفاع البناء حجراً حجراً في مختلف أجزائه كحساب الكسور والعدديات وغيرها ، وما يكاد أن ينتهي القرن الرابع وتأزن ساعة أبي بكر الكرجي – وهو خارج عن حدود المقال – حتى تكون مبادىء الجبر الأولية قد هذبت ورتبت ونظمت في كتاب تعليمي حسن هو الفخري للكرجي وذيله البديع . هذا وقد ضم المقال ملاحظات عابرة عن النشاط العلمي وظروفه وإشارات سريعة إلى أحوال بعض الرياضيين وأشار إلى أن اقبال العرب على التأليف والابتكار جاء باكراً وان عدداً من الاكتشافات اسبق عهدا مما ظنه المؤرخون . وللمقال ذيل بُيّن فيه أن أبا جعفر الخازن ومحمد بن الحسين اسمان مختلفان لعالم واحد



دوافع الالهام الهيلينية وكتاب سر الخليقة

اورسولا فايسر

إن كتاب سرّ الخليقة الذي ينسب إلى أبولونيوس التياني (بلينوس) الفيثاغوري المحدث عبارة عن قسمين أساسيين وفصول فرعية عديدة. وإن القسم الأساسي يحتوي على بيان فيزيائي مفصل لخلق العالم ولمسائلها الفرعية ويلحق بهذا القسم نص كيميائي بعنوان «اللوح الزمردي» الذي هو جدير بأن يعتبر أحد المصادر الكيميائية الشهيرة في العـــالم العربي والعالم اللاتيني في القرون الوسطى . ويحكي لنا المؤلف المزيف بلينوس في مقدمة الكتاب الأساسي كيف وجد هو هذين النصين في سرداب ، اللذين قد ألّفهما في زعمـــه هرمس المثلث . إن مثل هذه الحكايات الاكتشافية في السراديب أو الدهاليز لشيء معروف في روايـــات القرون الأخيرة قبيل الاسلام في مراكز البحر الأبيض. إنها روايات مزوّرة تغفل عهد تأليف الكتب الحقيقي وتستهدف اهتمام القارىء واحترامه فقط بإضافة الكتاب إلى سلطات علمية تاريخية . إن تحليل حكاية اكتشاف كتاب سرّ الخليقة يمكن من الحصول على إشارات ووسائل لتحديد وقت تأليفه .

إننا نرى هذا الكتاب في قوامه الحالي أنه يجمع حكايتين مختلفتين لحصول المؤلف على المعرفة الوهبية المزعومة : إحداهما هي حكاية اكتشاف كتاب عن خلق العـــالم في سرداب وأخراهما وصول المعرفة بواسطة لوح زمردي . فمن اندماج هـــذين الدافعين لتأليف الكتاب نستنتج على أن المؤلف استند في ذلك على مصدرين أساسيين يعرف كل منهما حكاية خاصة

له . وهذان المصدران كانا أولاً عبارة عن كتاب في خلق العالم وثانياً اللوح الزمردي في أسس الكيمياء على العكس مما كان يسيطر حتى الآن عند المهتمين بالموضوع النظرية أن اللوح الزمردي لم يكن قد كتبه أبولونيوس المزيّف بنفسه ، ولكنه هو أحد مصادره في كتاب سر الخليقة . وأبعد من ذلك توافينا حكاية اكتشاف كتاب سرّ الخليقة بالمقارنة بنص منسوب إلى هرمس في نفس البيئات بمستندات كافية للاستنتاج بأن عنوان كتاب سرّ الخليقة ليس هو العنوان الأصلي للكتاب ولكنه أصبح بالتداول اسماً لذلك .



ادخال مفهوم المثلث القطبي من قبل أبي نصر بن عراق

مارى تيريز ديبارنو

لا يخفى على أحد بأن استعمال العلاقات الموجودة بين عناصر مثلث كروي وعناصر مثلثه القطبي له فائدة كبيرة في علم المثلثات الكروية . وأول من استعمل المثلث القطبي في الغرب هو فرانسوا فييت (١٥٤٠ — ١٦٠٣) في كتابه الـ "Canon mathematicus" ومن المعروف بأن العرب كانوا قد سبقوه بعدة قرون اذ أن نصير الدين الطوسي (١٢٠١ — ١٢٧٤) كان قد استعمل المثلث القطبي في ايجاد أضلاع مثلث معلوم الزوايا كما أننا نجد المثلث القطبي ، ولكن بشكل غير واضح تماما ، في كتاب قد ألف قبل كتاب الطوسي هو « جامع قوانين علم الهيئة » على أن استعمال المثلث القطبي عند العرب يرجع في الواقع الى ما قبل ذلك فهو يعود الى أوائل القرن الحادي عشر ميلادي على الاقل وأول من استعمله — في حدود معلوماتنا الحالية — هو الأمير أبو نصر منصور بن علي بن عراق المشهور بأعماله القيمة في علم المثلثات الكروية .



مصادفة بين الكتاب الثامن لببوس وكتاب التحديد للبيروني

ج . ل . برجرن

ظهرت في مدخل ببوس في الحيل ، وهو الكتاب الثامن من مجموعته في الرياضيات ، ثلاثة أشكال وهي ١٠ ، ١٦ ، ١٧ . ولقد ظن هولتش الذي اعتنى بتدقيق المجموعة ونشرها أنه قد كتب هذه الأشكال أحد آخر غير ببوس . ولكن بالرغم من غرابة هذه الأشكال فلقد استعمل مثلها أبو ريحان البيروني في كتابه في «تحديد نهاية الأماكن» . ومن هذا نستخلص أن هذه الأشكال هي جزء من علم الجغرافيا الرياضية . فليس من الغريب اذن أن نجد هذه الأشكال في المدخل في الحيل .

المشاركون في العدد

عادل أنبوبا : يعمل في تاريخ الجبر والهندسة . درّس تاريخ العلوم العربية والرياضيات في الجامعة اللبنانية وفي الكلية الفرنسية للعلوم الاقتصادية . تضم منشوراته دراسات عن الكرجي والشجاع بن أسلم وشرف الدين الطوسي والسموءل بن يحيى المغربي وآخرين من علماء الجبر المسلمين .

جيرهارد إندرس : استاذ كرسي الدراسات العربية والاسلامية بجامعة رور ــ بوخوم . يبحث بشكل خاص في الفلسفة الاغريقية في التقاليد الاسلامية .

ج . ل . برجرن : استاذ مشارك في الرياضيات ــ جامعة سيمون فريزر ــ بريتش كولومبيا ــ كندا . مجال اهتمامه الخاص يتركز في تاريخ علم الميكانيكا . يعمل الآن في مؤلفات لأبي سهل الكوهي التي تعالج مراكز الجاذبية .

جيرسي بياسكوفسكي : رئيس المخبر في معهد اودلفيتشفا ــ كراكوف ــ بولونيا. منشوراته الكثيرة تعالج تاريخ علم المعادن وتكنولوجيا سبك المعادن .

جاري تي : محاضر في جامعة اوكلاند ، نيوزلندا ، قسم الرياضيات . يعمل بشكل اساسي في التحليل العددي والحساب بالاضافة الى تاريخ العلوم . نشر عدة مقالات وترجم كتباً كثيرة من الروسية الى الانكليزية خاصة في التحليل العددي .

أحمد يوسف الحسن : رئيس جامعة حلب ، مدير معهد التراث العلمي العربي ؛ باحث في تاريخ التكنولوجيا العربية . نشر كتاب تقي الدين عن الآلات الروحانية وكتاب الجزري الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل (تحت الطبع) وله عدة أبحاث منشورة في تاريخ التكنولوجيا العربية .

سامي حمارنه : الأمين السابق لمؤسسة سميثسونيان بواشنطن . مؤرخ في تاريخ الطب والصيدلة عند العرب . وله منشورات عديدة في هذا المجال .

ماري تيريز ديبارنو : عضوة في المعهد الفرنسي للدراسات العربية بدمشق . تعمل في معهد التراث العلمي العربي بحلب . وهي تعد الآن رسالة الدكتوراه في مقاليد علم الهيئة للبيروني .

رينر ديجن : يعمل الآن استاذاً في الحلقة الدراسية عن الساميات بجامعة فيليبس – ماربورغ . ويعد مجموعة من النصوص الطبية في اللغة السريانية والّتي تضم ترجمات عربية لكثير منها .

أحمد سعيدان : أستاذ تاريخ العلوم في الجامعة الاردنية – عمان . له منشورات عديدة في تاريخ الرياضيات . ومقالات وترجمات الى اللغة العربية .

عبد الحميد صبره : أستاذ تاريخ العلوم عند العرب في جامعة هارفارد – الولايات المتحدة . له منشورات في تاريخ الهندسة والبصريات عند العرب .

جورج صليبا : أستاذ مساعد العلوم العربية والاسلامية في جامعة نيويورك . نشر مقالات عديدة في تاريخ العلوم الاسلامية . يعنى بشكل خاص في انتقال العلوم اليونانية إلى الاسلام عن طريق السريانية . يحقق الآن نصاً لكتاب نهاية السول لابن الشاطر .

اورسولا فايسر : باحثة في معهد تاريخ الطب في جامعة فريدريك أليكساندر – ايرلانجن (نورنبرج) . رسالتها في الدكتوراه كانت حول « كتاب سر الخليقة » المنسوب الى بلينوس . تعمل الآن في تـاريخ فيزيولوجـيا التناسل وأمراض النساء والتولـيد عند العرب .

هنريك هيرملينك : محام له منشورات في المربعات السحرية في القرون الوسطى والحساب ، ورياضيات التسلية ، والجياني وغيره .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ – تقديم نسختين من كل بحث أو مقـال الى معهـد التراث العلمي العربـي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الاسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات الى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بـين ٣٠٠ – ٧٠٠ كلمة باللغـة الانكليزيـة إذا كان ذلك ممكناً وإلا باللغة العربية .

٢ – طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشـار اليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضا ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ – بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب – أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج – أما إذا أشير الى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة الى أرقام الصفحات.

أمثلـــة :

أ – المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب – عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية. مجلد ١ ، العدد الثاني : ١٩٧٧ ص ٧٣.

ج – المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبـوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

مطبوعات
معهد التراث العلمي العربي
بجامعة حلب

آ ـ الكتب :

١ ـ **احمد يوسف الحسن** : تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر ١٩٧٦ . — ٨ دولارات

٢ ـ **احمد يوسف الحسن** بالتعاون مع **عماد غانم ومالك ملوحي** : الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل للجزري . (تحت الطبع)

٣ ـ **جلال شوقي** : رياضيات بهاء الدين العاملي ٩٥٣ ـ ١٠٣١/هـ ١٥٤٧ ـ ١٦٢٢ م. ١٩٧٦ . — ٨ دولارات

٤ ـ **سلمان قطاية** : مخطوطات الطب والصيدلة في المكتبات العامة بحلب ١٩٧٦ . — ١٠ دولارات

٥ ـ **سلمان قطاية** : تحقيق مخطوطة « ما الفارق » لأبي بكر الرازي (تحت الطبع)

٦ ـ **ادوارد كندي وعماد غانم** : ابن الشاطر فلكي عربي من القرن الثامن الهجري/الرابع الميلادي ـ ١٩٧٦ . — ٦ دولارات

٧ ـ **ادوارد س . كندي** : أفراد المقال في أمر الظلال للبيروني .
جزء (١) : الترجمة الانكليزية .
جزء (٢) : التعليق والشرح (بالانكليزية) .
٢٥ دولارا

٨ ـ **معهد التراث العلمي العربي** : أبحاث الندوة العالمية الاولى لتاريخ العلوم عند العرب (المنعقدة بجامعة حلب من ٥ ـ ١٢ نيسان ١٩٧٦)
الجزء الاول : الابحاث باللغة العربية . — ٢٥ دولارا
الجزء الثاني : الابحاث باللغات الاجنبية (تحت الطبع)

أبحاث المؤتمر الثاني (١٩٧٧) والثالث (١٩٧٨) للجمعية السورية لتاريخ العلوم . (تحت الطبع)

ب ـ الدوريات :

١ ـ **مجلة تاريخ العلوم العربية** : دورية عالمية متخصصة تصدر مرتين كل عام . المجلد الاول (١٩٧٧) . المجلد الثاني (١٩٧٨) تحت الطبع . الاشتراك السنوي ٦ دولارات .

٢ ـ **عاديات حلب** : حولية تبحث في تاريخ الحضارة والآثار والعلوم : العدد الاول (١٩٧٥) العدد الثاني (١٩٧٦) العدد الثالث (١٩٧٧) والعدد الرابع (١٩٧٨) تحت الطبع . ٦ دولارات للعدد الواحد .

٣ ـ **رسالة معهد التراث العلمي العربي** : نشرة دورية تصدر أربع مرات كل عام . الاشتراك السنوي ٤ دولارات بالبريد العادي ، ٥ دولارات بالبريد الجوي .

اعـــــلان

حول الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب

يسر معهد التراث العلمي العربي أن يعلن عن تمديد الفترة المحددة للتقدم بطلبات الاشتراك في الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب المزمع انعقادها في جامعة حلب في الفترة ما بين ٥ الى ١٢ نيسان ١٩٧٩ حتى غاية شهر تشرين الاول ١٩٧٨ .



SPECIAL ANNOUNCEMENT

Second International Symposium for the HAS

The IHAS is pleased to announce that the deadline for applications to participate in the 2nd International Symposium for the History of Arabic Science (to be held April 5–12, 1979) has been extended to the end of October, 1978.

تحت رعاية السيد رئيس الجمهورية

الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب

جامعة حلب ـ معهد التراث العلمي العربي

٥ الى ١٢ نيسان ١٩٧٩

يسر معهد التراث العلمي العربي أن يوجه الدعوة الى الباحثين المهتمين بتاريخ العلوم عند العرب وخاصة موضوعات تاريخ العلوم الاساسية وتاريخ الفلك والتنجيم والطب والطب البيطرى والصيدلة وتاريخ التكنولوجيا ، والكيمياء والجيولوجيا ، والزراعة وكافة أنواع العلوم الاخرى ، والى العاملين في الجامعات أو مراكز ومعاهد البحوث أو ممن لهم أبحاث قيمة في تاريخ العلوم عند العرب ، لحضور الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب والتي ستنعقد من :

٥ ـ ١٢ نيسان ١٩٧٩

في جامعة حلب ـ معهد التراث العلمي العربي

توجه المراسلات للحصول على المعلومات الى العنوان التالي :

الآنسة أمل رفاعي
مكتب الرئيس
جامعة حلب
حلب ـ الجمهورية العربية السورية

Under the Patronage of the President of the Republic

The Second International Symposium for the History of Arabic Science (I.S.H.A.S.)

Will be held in Aleppo 5-12 April, 1979, under the auspices of the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), upon the recommendation adopted at the first ISHAS. The scope of the Symposium will encompass all aspects of Arabic/Islamic science and technology, from the classical period to the modern. The subjects of the Symposium include:

1. Astronomy.
2. Mathematics, arithmetic, geometry, and computing instruments.
3. Physical sciences, chemistry, alchemy.
4. Technology, various aspects of engineering and crafts.
5. Medicine, pharmacy, and medical botany.
6. Agriculture.
7. Geology.

Correspondence concerning the Symposium should be directed to:

Miss Amal Rifai
Office of the Rector
Aleppo University
Aleppo / Syria

Publications of the Institute for the History of Arabic Science

BOOKS

Al-Hassan, Ahmad Y.,	*Taqi al-Din and Arabic Mechanical Engineering, with the Sublime Methods of Spiritual Machines. An Arabic Manuscript of the 16th Century.* In Arabic. 165 pp. 1976. $ 8.00
Al-Hassan, Ahmad Y.,	*A Compendium on the Theory of the Mechanical Arts.* The Arabic text of al-Jazarī. In press. 1978.
Kataye, Salman,	*Les Manuscrits Medicaux et Pharmaceutiques dans les Bibliothèques Publiques d'Alep.* In Arabic. 440 pp. 1976. $ 10.00
Kataye, Salman,	al-Rāzī's *K. Ma-l-Fāriq.* An Arabic edition. In press. 1978.
Shawqi, Jalal, S. A.,	*Mathematical Works of Bahā' al-Dīn al-ᶜĀmilī.* (953-1031/1547-1622). In Arabic. 207 pp. 1976. $ 8.00
Kennedy, E. S., Ghanem I.,	(Eds.), *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir-an Arab Astronomer of the 14th Century.* In Arabic and English. 172 pp. 1976. $ 6.00
Kennedy, E. S.,	*The Exhaustive Treatise on Shadows by Abū al-Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī,* In English. Vol. I *translation.* Vol. II *commentary.* 281 pp., 221 pp. 1976. $ 25.00

Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science (ISHAS), held 5-12 April 1976, Aleppo.

Vol. I in Arabic. 970 pp. $ 25.00

Vol. II in other languages. In press.

Proceedings of the Second (1977) and Third (1978) Conferences of the Syrian Society for the History of Science. In press.

PERIODICALS

Journal for the History of Arabic Science. An international journal. Vol. I (1977) Spring and Fall. Vol. II (1978) in press. 1 Yr. $ 600.

ᶜĀdiyāt Ḥalab. An annual periodical on archaeology, history of art and science. In Arabic and English. Vol. I (1975) pp. 368, Vol. II (1976) pp. 354, Vol. III (1977) in press. Vol. IV (1978) in press.

Each Vol. $ 6.00

I.H.A.S. Newsletter, a quarterly, 1978. $ 3.00

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a 300-700 word abstract in Arabic, if possible, otherwise an abstract in the language of the paper.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), publisher, place, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (Springer, New York, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necaci Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

ʾ	a	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh
ء	أ	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش

ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ʿ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters *ā*, *ī*, *ū*.

The diphthong *aw* is used for أو and *ay* for أي .

Heinrich Hermelink: is a patent lawyer who has publications on medieval magic squares, reckoning books, recreational mathematics and al-Jayyānī among others.

Jerzy Piaskowski: is Chief of the Laboratory at the Instytut Odlewictwa in Krakow. His many publications deal with the history of metallurgy and foundry technology.

Abdelhamid I. Sabra: is Professor of the History of Arabic Science at Harvard University. He has published on the history of Arabic geometry and optics.

Ahmad Saidan: is professor of the History of Science at the University of Jordan, Amman. He has many publications on the history of mathematics, including articles and translations into Arabic.

George Saliba: Assistant Professor of Arabic and Islamic Sciences at New York University. Published several articles dealing with the history of Islamic Sciences. He is especially interested in the transmission of Greek science to Islam via Syriac. He is currently preparing an edition of *Nihāyat al-Sūl* of Ibn al-Shāṭir.

Garry J. Tee: is a senior lecturer at the University of Auckland, Department of Mathematics. Works chiefly in the fields of numerical analysis and computing, together with history of science. Has published several articles and translated many books from Russian to English, mainly in numerical analysis.

Ursula Weisser: is Research Assistant at the Institut für Geschichte der Medizin der Friedrich - Alexander - Universität, Erlangen - Nürnberg. Her doctoral thesis was on *K. Sirr al-Khalīqa* attributed to Apollonius of Tyana, and she is currently working on the history of Arabic reproductive physiology, gynaecology, and obstetrics.

NOTES ON CONTRIBUTORS

Adel Anbouba: works on the history of algebra and geometry. He has taught history of Arabic science and mathematics at the Lebanese University and at the French Faculty of Economics. His publications include studies on al-Karjī, Shujāᶜ b. Aslam, Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, al-Samaw'al b. Yaḥyā al-Maghribī and other Islamic algebraists.

J. L. Berggren: is Associate Professor of Mathematics at Simon Fraser University in British Columbia, Canada. The history of the science of mechanics is his special interst and he is presently engaged on works of Abū Sahl al-Kūhī that deal with centers of gravity.

Marie Thérèse Debarnot: is a Fellow at the Institut Français d'Etudes Arabes, Damascus, working at the Institute for the History of Arabic Science in Aleppo. She is currently writing a doctoral thesis on al-Bīrūnī's *Maqālīd ᶜilm al-hai'a.*

Rainer Degen: presently Dozent in the Seminar für Semistik der Philipps-Universität, Marburg, is preparing a Corpus Medicorum Syriacorum which will contain all Syriac medical texts with many of their Arabic translations as well.

Gerhard Endress: holds the chair of Arabic and Islamic Studies, Ruhr University, Bochum. He works especially on Hellenistic philosophy in the Islamic tradition.

Sami Hamarneh: has retired as Curator-Historian at the Smithsonian Institution. His main publications have been in the history of pharmacy.

Ahmad Y. al-Hassan: is Rector of Aleppo University and Director of the Institute for the History of Arabic Science. He is working on the history of Arabic technology. He has published an edition of Taqī al-Dīn's book on spiritual machines, the complete Arabic text on mechanical devices of al-Jazarī (in press), and several other articles.

Yaḥyā ibn ᶜAdī's "Treatise on the Difference between the Arts of Philosophical Logic and of Arabic Grammar"

A critical edition by
GERHARD ENDRESS

In his treatise on the difference between logic and grammar, the Christian Arab theologian and philosopher Abū Zakariyyā Yaḥyā ibn ᶜAdī (d. 363/974) explains the specific difference (*faṣl*) between the two arts with regard to subject (*mawḍūᶜ*) and aim (*gharaḍ*). The text is published for the first time as a sequel to the editor's article "The debate between Arabic grammar and Greek logic in classical Islamic thought" (*JHAS*, vol. 1, Arabic part, pp. 106-18, English summary, pp. 320-2).

The edition is based on the unique manuscript of the Parliamentary Library, Tehran (Ketābkhāne-e Majles-e Showrāy-e Mellī, Ṭabāṭabā'ī fund, no. 1376, pp. 1-14). On the contents of this *majmūᶜa*, see G. Endress, *The works of Yaḥyā ibn ᶜAdī* (Wiesbaden 1977), pp. 18, on the text *ibid.* pp. 45-6. I am grateful to the director of the library for providing a microfilm of the manuscript.

Summaries of Arabic Articles in this Issue

Ibn al-Haytham's "Treatise on the Method of [Astronomical] Observations"

ABDELHAMID I. SABRA

The treatise by Ibn al-Haytham (died ca. 1040) "On the Method of [Astronomical] Observations" *(Qawl [or Maqāla] fī kayfiyyat al-arṣād)* is edited from the unique manuscript copy no. 3688 Jīm at the City Library of Alexandria. As already noted in this *Journal* (Vol. I, no. 1, pp. 166 and 179-80) the folios of this *Treatise* (numbered 31-46) originally formed part of a volume which included three other works by Ibn al-Haytham. Two of these *(al-Shukūk ᶜalā Baṭlamyūs* and *Fī Māhiyyat al-athar alladhī fī wajh al-qamar)* have already been published, but the third *(al-Tanbīh ᶜalā mawāḍiᶜ al-ghalaṭ fī'l-raṣd)* has not yet been traced in the Alexandria Library.

The *Treatise on the Method of [Astronomical] Observations* is no. 4 in List III of Ibn al-Haytham's works which Ibn Abī Uṣaybiᶜa has reproduced in his *Ṭabaqāt al-aṭibbā* (see the article "Ibn al-Haytham" in *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. VI (1972), pp. 189-210, especially p. 205), but there is no explicit evidence to indicate its place in the chronological order of Ibn al-Haytham's compositions.

The *Treatise* cannot be counted among Ibn al-Haytham's important works on astronomy (such as the *Shukūk*, or the "Commentary" on the *Almagest*, MS Istanbul Ahmet III 3329), but it is a remarkable example of a genre of Islamic scientific writing which has received little or no attention from historians. In it, Ibn al-Haytham introduces the main concepts of Ptolemaic astronomy by reference to the astronomical observations on which each of these concepts is based. The result is a clear and orderly presentation of the Ptolemaic picture of the world and an introduction to the use of the armillary sphere. Didactic works such as this one will not increase our knowledge of the achievements of Arabic science, but they can help us to understand the development (or decline) of the scientific tradition in Islam. Islamic science was not a school tradition, and in the absence of school curricula and of sufficient information in the biographical literature, these didactic works are practically our only source for the study of the means, methods, and limitations of scientific instruction in medieval Islam.

catalogues. Other reference works concentrate on lexicons and dictionaries giving little or no coverage to other significant or indispensable references.

The title "The State of the Art" is neither specific nor clear to the reader, especially when several entries refer mainly to developments in Islamic medicine and the exact sciences. It occurred to me that a title such as "exact and natural or biological sciences" would have been more precise.

The section devoted to historical and sociological works is helpful and generally quite balanced. But the reader, especially one who is fully acquainted with the original languages, would like to have text editions given priority over translations, and certainly that they at least be included. For example, the reader is entitled to references to editions in the original language, such as Ibn al-Athīr's *al-Kāmil fi'l-Tārīkh*, al-Jāḥiẓ' *al-Bukhalā'*, al-Masᶜdūī's *Murūj al-Dhahab* and al-Maqqārī's *Nafḥ al-Ṭīb* to mention a few. The "scientific intellectual background" chapter contains very general works which are of little relevance to the main themes, such as (p. 117) Butterfield's *The Origins of Modern Science*, and that of M. Daumas on the same topic. Other than that it seems useful and even impressive, and the same can be said of the chapter devoted to entries on education and learning.

The bio-bibliographic studies of Muslim men of science from ᶜAbbās b. Firnās to Zarnūjī and Zarqalī render great service to researchers with general references. But here again we run into the problem of what appellations are to be used for surnames. We wish that this had been explained somewhere in the text or introduction. Some entries are inadequately covered, such as ᶜArīb b. Saᶜd's (p. 191) edited work on pediatrics and obstetrics, and Ibn al-Quff's (p. 272) life and works.

On the whole, the work deserves great credit and is recommended highly to all researchers and students of the history and philosophy of science and technology of the Islamic civilization.

SAMI HAMARNEH

Smithsonian Institution,
Washington D. C., 20560,
U. S. A.

many publications in Russian, Uzbek, Kazakh, Tajik and other languages. He does not attempt a complete listing of sources in Western European languages – for that he refers the reader to Rescher's bibliography (N. Rescher, *Al-Farabi, An Annotated Bibliography*, Pittsburgh, 1962). In the first issue of this journal (pp. 109-110), B. A. Rosenfeld cited several recent translations of works by al-Fārābī into Russian, Uzbek, and Kazakh.

Kubesov's book is valuable for showing the remarkable range and depth of al-Fārābī's work in mathematics, and his strong influence on many later writers. It would be particularly useful to anyone studying the scientific writings of al-Fārābī.

GARRY J. TEE

Computational Mathematics Unit,
Department of Mathematics,
University of Auckland,
Aukland, New Zealand.

Seyyid Hossein Nasr. *An Annotated Bibliography of Islamic Science*, vol. 1, (with the collaboration of William C. Chittick, under the auspices of the Imperial Iranian Academy of Philosophy, Publication no. 1). Tehran, Iran, Offset Press Inc., 1975 in lxiv + 432 pages English text plus vi + 9 pages Persian text.

Prof. Nasr needs no introduction to readers of this journal who are acquainted with areas in the history and philosophy of science in Islam. He has lectured widely in many lands, and is a prolific author on the subject. Only recently his 1976 illustrated book on *Islamic Science* was among the most prominent influences of the World of Islam Festival held in London that year.

This bibliographical volume fills a gap in Islamic literature and the reader can expect its material to be supplemented in the forthcoming volumes of this series. It covers a list of sources of important periodicals, and collective and general works. The list of periodicals is impressive, but it includes journals of little relevance to the main subject matter, such as *the American Journal of Pharmaceutical Education*, *the American Journal of Philosophy*, *Annales E. Merck*, and *Anesthesia and Analgesia*. It omits others very relevant such as the *Mélanges* of the *Institut Dominicain d'Etudes Orientales du Caire*. Annotation seems necessary since many of these periodicals have ceased to appear.

The chapter on "author bibliographies," is very useful, but here again it omits some basic references such as R. Y. Ebied's *Bibliography* and the Zahiriyah (Damascus) as well as the British Library Indexes of Arabic manuscripts on medicine and pharmacy in medieval Islam, as well as similar

Chapter 4. The Trigonometry of al-Fārābī.

The trigonometrical work of al-Fārābī is found mainly in his *Commentary on the Almagest* and his *Book of Appendices*. The *Commentary on the Almagest* has recently been published in a Russian translation (*cf.* p. 109 of the first issue of this journal) — it is rather remarkable that that appears to be only the second publication of any full commentary on the *Almagest*. (Olaf Pedersen, *A Survey of the Almagest*, Odense University Press, 1974. Parts of the commentaries by Pappus and Theon have been published, and briefer commentaries have been published by Delambre and others).

Al-Fārābī was one of the first Arabic authors to use the Indian sines in preference to the Greek chords, and he was one of the first to use tangents and cotangents. He appears to have been the first writer to give the rule of sines, for both plane and spherical triangles. He computed the sine and cosine of one degree more accurately than had Ptolemy.

Chapter 5. Al-Fārābī's Application of Trigonometry to Astronomy.

Whereas Ptolemy's *Almagest* is primarily geometrical and numerical, al-Fārābī's commentary is primarily trigonometrical and algebraical. His entire commentary was incorporated by Ibn Sina into his *Book of Restoration*. Al-Fārābī made many sophisticated applications of trigonometry to Ptolemaic astronomy.

Chapter 6. Arithmetic, Algebra and the Theory of Music of al-Fārābī. Extension of the Concept of Number.

Al-Fārābī made some significant distinctions between the subjects of arithmetic and algebra. He made extensive use of fractions and ratios, especially in his work on music. His treatment of numbers was freer than that of the Greeks, approaching the concept of the real number line.

Chapter 7. Combinatorial Problems, Functional Dependence and the Infinitesimal Ideas of al-Fārābī in his "Great Book of Music".

Al-Fārābī considered a number of combinatorial problems in his classifications of musical rhythms and scales. Whereas Aristotle denied the possibility of infinite division, al-Fārābī came close to the concept in his discussion of musical scales.

Chapter 8. Probabilistic Concepts of al-Fārābī.

Al-Fārābī criticized sharply the pretensions of popular judicial astrology, but he applied much subtle logic in his discussion of the degrees of certainty of various astronomical effects on terrestrial affairs.

Kubesov's monograph contains a bibliography of 106 items, including

in 950/339. Fārāb (also known as Otrar) was a flourishing city in the Syr Darya basin, whose library was reputed to be second only to that of Alexandria. Al-Fārābī was of Turkic descent, and he did not learn Arabic until he went to study in Baghdad. He became one of the major encyclopaedists of Islam, and one of its foremost Aristotelians. His voluminous writings had a strong influence on the "Brethren of Purity", Abū'l-Wafā, Ibn Sīnā,al-Bīrūnī,ʿOmar Khayyām, Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, Roger Bacon and other Latins, to whom he was known as Alpharabius. He shared with Ibn Sīnā the condemnation by al-Ghazzālī. in *The Incoherence of Philosophy*.

Chapter 2. Mathematics and the Classification of Sciences by al-Fārābī

Al-Fārābī wrote commentaries on most of the logical writings of Aristotle, but he was not a dogmatic Peripatetic – in marked contrast to Aristotle, he laid considerable stress on the applications of mathematics. In his *Classification of the Sciences* he divided the mathematical sciences into arithmetic, geometry, optics, mathematical astronomy, music, statics, and the science of ingenious devices; and he subdivided each branch, arithmetic, geometry, astronomy, and music into its theoretical and practical parts. The *Classification of the Sciences* by Domingo Gundisalvo (fl. 1140, translated by Marshall Clagett and Edward Grant in: Edward Grant (ed.)*A Source Book in Mediaeval Science*, Harvard University Press, Mass., 1974, pp. 59-76), which is not cited by Kubesov, was based largely on al-Fārābī's treatise.

Chapter 3. The Geometry of al-Fārābī

In his book on geometrical constructions, al-Fārābī treated topics including the trisection of angles, construction of parabolas, regular polygons, transformations of polygons, constructions with a compass of fixed radius, and constructions on a sphere. In his construction of a parabola for making a burning mirror, al-Fārābī advised that the mirror be made of polished iron, bronze, copper or zinc (!). If that last word has been translated correctly, then it must be one of the first mentions of zinc outside China, where it had come into use about the year 900. (*cf.* Joseph Needham, *Science and Civilization in China*, Volume 5, part 2, Cambridge University Press, Cambridge, 1974, p. 214).

In his treatment of optics, al-Fārābī did use the Greek concept of visual rays from the eye, but he also used the concept of "physical rays" from the object to the eye.

Kubesov endeavours to show (pp. 75-79) that al-Fārābī had introduced the concept of a multi-dimensional cube. However, the cited text and diagram of al-Fārābī show clearly that he was considering a purely planar geometrical construction.

wurde also eine griechische Schrift mit entsprechendem Titel zweimal übersetzt; die Übersetzung Qusṭās wurde dann von B. Sinān bearbeitet und vielleicht mit neuem Titel versehen. Weitere Verbesserungen und Zusätze stammen von dem sachkundigen Redaktor der Handschrift A aus dem Jahre 628/1231. Ibn al-Haytham und al-Bīrūnī kannten den Traktat ebenfalls; weitere Einflüsse sind nicht erkennbar (Kap. IV).

Die ausführliche Inhaltsangabe und Analyse, sowie die wörtliche Übersetzung der beiden Versionen in Kapitel III und V bilden den Kern der vorliegenden Arbeit. Jeder Satz ist mit seinem Beweisgang in Formelsprache übertragen und kommentiert. Hier erscheinen nur wenige Stellen ergänzungsbedürftig:

Prop. 1 (Seite 59, Zeile 1 u. 2 von unten): *chord* ist zu verbessern in *arc*. Der hier angewandte Satz "Sehnen, die zwischen Bögen gleicher Länge liegen, sind parallel" wurde erstmals von Clavius (1574) explizit ausgesprochen und bewiesen.

Zu prop. 13 wäre ein Hinweis auf Euklid VI, 8 am Platze gewesen; prop. 14 ist im "*K. istikhrāj al-awtār*" von al-Bīrūnī (Leidener Fassung) im Beweis von Prämisse II benutzt.

Prop. 18: Fig. 20 (Seite 29) ist unrichtig; Winkel BGA muß ein rechter sein und AG = AD Demgemäß lies Seite 69, Zeilen 15 und 16: - and DB was added to its length, - (Anwendung von Euklid II, 6). Prop. 26 (Seite 35): Die Aussage stimmt mit der Zeichnung überein; Seite 73, Zeile 17 ist zu übersetzen- like two times (*mithlay*) arc BG - , ebenso Zeile 26. Mit dieser Richtigstellung erweisen sich die Darlegungen auf Seite 35 unten als gegenstandslos.

Eine Bibliographie (3 Seiten) und ein lose beigefügtes, gut lesbares Facsimile von Manuskript A runden die wohlgelungene Arbeit ab.

HEINRICH HERMELINK

Apolloweg 9
8000 München 60
West Germany

Audanbek Kubesovich Kubesov. *Matematicheskoye naslediye al-Fārābī*, (The Mathematical Heritage of al-Fārābī, in Russian), Alma-Ata, "Nauka", 1974. 247 pp. 1 ruble, 64 kopeks.

Kubesov's monograph is the first book to survey the mathematical work of al-Fārābī, and it is of importance to anyone interested in Arabic mathematics.

Chapter 1. *The Life and Work of al-Fārābī*

Abū Naṣr Muḥammad ibn Muḥammad ibn Ṭarkhān ibn Uzlag al-Fārābī was born (c. 870) in the Central Asian city of Fārāb, and he died at Damascus

Book Reviews

Yvonne Dold-Samplonius. *Kitāb al-Mafrūḍāt li-Aqāṭun,* Book of Assumptions by Aqāṭun. Text-critical edition. Diss. Univ. Amsterdam, 1977. xii + 94 pages + 14p. Arabic text (in folder), 47 figs.

Auch zweitrangige Überreste der griechischen Mathematik verdienen es, der Vergessenheit entrissen zu werden. Der in der vorliegenden Arbeit edierte Traktat kann sich an Bedeutung mit dem hervorragendsten Fund der letzten Zeit, dem Fragment der "Arithmetica" von Diophant, nicht messen, erlaubt aber doch interessante Einblicke in den späthellenistischen Schulbetrieb und das Milieu der mathematisch geschulten syrisch-arabischen Übersetzer im 9. Jahrhundert, die sich so in die Denkweise Euklids einlebten, daß wir oft nicht mehr unterscheiden können, was Übersetzung und was eigene Zutat ist. Es handelt sich um eine in zwei verschiedenen Versionen überlieferte Zusammenstellung geometrischer Sätze und Satzgruppen, die nur losen Zusammenhang aufweisen. Größtenteils dürfte es sich um Beweise zu einzelnen Sätzen aus heute verschollenen Werken handeln, ähnlich wie in Buch VII des mathematischen Sammelwerkes von Pappus, zu dem enge Parallelen bestehen. Originell sind eigentlich nur zwei Sätze: "Im gleichseitigen Dreieck ist die Summe der Lote von einem beliebigen Punkt auf die drei Seiten gleich der Höhe" (Prop. 10) und "Die Winkelhalbierenden eines Dreiecks schneiden sich in einem Punkt". (Prop. 42).

Kapitel I und II der Edition sind der Beschreibung der beiden Manuskripte, sowie der Verfasser - und Titelfrage gewidmet. In der kürzeren, 20 Propositionen umfassenden Version B (gedruckt Hayderabad 1947) trägt das Werk den Titel *Kitāb Arshimīdis fī-l-uṣūl al-handasīya*; als Übersetzer wird Thabit b. Qurra genannt. In der 43 Sätze umfassenden Version A heißt die Schrift *K. al-mafrūḍāt li-Aqāṭun*; ein Übersetzer ist nicht angegeben. Bei dem Namen denkt man sofort an eine Korruption von Aflāṭūn (Platon); die Verfasserin diskutiert diese und andere Möglichkeiten und bleibt schließlich bei dem überlieferten Namen als der lectio difficilior, die auch in den besten Manuskripten von Ibn al-Qifṭī und Ibn abī Uṣaybiʿa geboten wird; danach "verbesserte Thābit b. Sinān das Buch des Aqāṭun über *al-uṣūl al-handasīya* und fügte zahlreiche Dinge hinzu". Auch hinsichtlich des Titels folgt Frau Dold der Version A, denn das Werk enthält wie Pappus Buch VII Beweise für Annahmen, die in heute verschollenen Werken (vielleicht von Apollonius und Archimedes) gemacht wurden. Nun bemerkt die Verfasserin aber mit Recht, daß Version A den Eindruck einer von Version B unabhängigen Übersetzung macht; andererseits vermerkt sie die Nachricht des Fihrist, daß Qusṭā b. Lūqā ein "*K. Aflāṭūn uṣūl-al-handasa*" übersetzt habe. Möglicherweise

(i) Galen: *Peri tes leptynouses diaites*, Arabic title: *K. fiʾl-tadbīr al-mulaṭṭif*. The quoted text is not to be found in the Greek original of this book. Probably it is not taken from the *K. fiʾl-tadbīr al-mulaṭṭif*.

(j) Galen: *Peri trophon dynameon* II 23, Arabic text: *K. Quwā al-aghdhiya*. The text is taken partly from the *K. al-aghdhiya* of Ḥunayn b. Isḥāq (fol. 68b-69a) and partly from the *K. al-Ḥāwī*, Vol. 21/1, pp. 11 and 13.

(k) Hippocrates, *Peri diaites* II 55, Arabic title: *K. al-Tadbīr*. The Arabic text is again taken from the *K. al-Aghdhiya* of Ḥunayn b. Isḥāq (fol. 69b).

(l) Al-Rāzī, *K. Dafᶜ maḍārr al-aghdhiya*. The text corresponds to p. 45, lines 5-11, of the edition Cairo 1305/1888 (Reprinted Bayrūt, no date, ca. 1974), which appeared under the litle *Manāfiᶜ al-Aghdhiya wa-dafᶜ maḍārrihā*.

The anonymous compiler had thus the following sources at his disposal and quoted from them:

(a) The *K. al-Ḥāwī* of al-Rāzī

(b) The *K. Dafᶜ maḍārr al-aghdhiya* of al-Rāzī

(c) The *K. al-Aghdhiya* of Ḥunayn b. Isḥāq al-ᶜIbādī

(d) The *K. al-Tajribatayn*

(e) The *K. al-Nabāt* of Abū Ḥanīfa ad-Dīnawarī

and finally the sources for the prescripts (c) and (e) and for the quotation (i) of Galen which are unknown. These sources are nearly the same as were used by Ibn al-Bayṭār himself. The judgement of L. Leclerc that the marginal note is compiled in the style of Ibn al-Bayṭār is therefore fully justified.

With regard to the printed edition of the *K. al-Jāmiᶜ* it is to be stated that the article *al-safarjal* is missing with good reason.

Editorial Note: Dr. Salman Qataye has kindly furnished us with information of interest to the subject matter of this paper. In an Aleppo MS (Aḥmadiyya, no. 1266) of Ibn al-Bayṭār's *K. al-jāmiᶜ li-mufradāt al-adwiya wal-aghdhiya*, there was nothing on *al-safarjal* but he found this marginal note on f. 185v:

والعجب في الشيخ رحمه الله اهمال ترجمة ذكر السفرجل مع غزارة منافعه فاحببت نقلها من تذكرة داود العزيز رحمه الله تعالى تكيلا للفائدة فقال : سفرجل شجر منافعه الشام والروم واجوده الكائن بقرية من أعمال حلب .

وقال بقراط . انّ ما كان من السفرجل فجّا حامضا فهو عسر الانهضام . وما كان منه نضيجا فذلك فيه أقلّ . وفي جميع السفرجل قبضٌ . وماؤه يقطع القيء ويعقل البطن ويكثر البول . ورائحته أيضا تقطع[18] القيء .

الرازي في كتاب دفع مضارّ الأغذية . السفرجل مقوٍّ[19] للمعدة جدّا والكبد . نافع للمحرورين ⟨ومن⟩ في شهوته للطعام نقصان ومن يعتريه الخلفة الصفراويّة ولا يعدم نفخه وطول الوقوف . ولذلك ينبغي كما ذكرنا أن يحذر . ويصلح منه المبرودون ومن يعتريه الرياح الغليظة ولا يشربوا عليه ماء باردا ولا يأكلون عليه ⟨طعاما⟩ حامضا . ويصلح منه نفخته[20] وطول وقوفه بأن يلعقوا عليه لعقات من العسل . ويشرب عليه شراب قويّ ؛ ومن وجد عليه بردا في العصب فليتمرّخ عليه بالأدهان التي وصفناها لذلك ويجعل أغذيته الاسفيذباجات الكثيرة التوابل وشرابه ماء العسل الذي بالأفاويه .

For the quoted authorities and books we can compare:

(a) Abū Ḥanīfa al-Dīnawarī, *K. an-Nabāt*, ed. by M. Hamidullah, *Le dictionnaire botanique d'Abī Ḥanīfa ad-Dīnawarī*, Le Caire 1973 (Textes et traductions d'auteurs orientaux, t. V), p. 39, Nr.516, السفرجل .. قال بيح : وهو كثير في بلاد العرب

(b) Dioscorides, *Peri hyles iatrikes* I 115, Arabic title: *K. al-Ḥashā*ʾ *ish fī ḥayūlā al-ṭibb*, *cf.* the Arabic texts in the edition of C. E. Dubler, *La 'Materia Médica' de Dioscórides*. Transmisión medieval y renacentista. Vol. II, Tetuán y Barcelona 1952-1957, pp. 111-112, and al-Rāzī, *K. al-Ḥāwī fiʾl-ṭibb*, Vol. 21/1 (Hyderabad 1388/1968), p. 10 line 2ff. and p. 11 lines 4-5.

(c) A prescript whose source I do not know.

(d) Rufus of Ephesos, *Peri diaites* (the Greek text is lost), Arabic title: *K. al-Tadbīr*. This text is taken from the *K. al-Aghdhiya* of Ḥunayn b. Isḥāq al-ʿIbādī, Ms. Khudābakhsh 2142/1, fol. 70a.

(e) Again a prescript the source of which is unknown to me.

(f) The *K. al-Tajribatayn ʿalā adwiyat Ibn Wāfid* of Abū Bakr Muḥammad b. Yaḥyā b. al-Ṣā'igh Ibn Bājja and Abū'l-Ḥasan Sufyān al-Andalusī is not preserved. *Cf.* al-Rāzī, *K. al-Ḥāwī*, Vol. 21/1, p. 13.

(g) Yūḥannā b. Māsawayh: ? . The title of the book to which the quoted passage belongs is not given. Originally the text may have been part of the *K. Dafʿ maḍārr al-aghdhiya*. For the quoted text *cf.* al-Rāzī, *K. al-Ḥāwī*, Vol. 21/1, p. 21 lines 1-3 and 12.

(h) Galen: Title ? *Cf.* al-Rāzī, *K. al-Ḥāwī*, Vol. 21/1, p. 12 lines 7-8 and p. 11 lines 9-11.

١٨ MS : يقطع . ١٩ MS : مقوى . ٢٠ MS : بعجنه .

ساذجا ومفوّها بحسب الشكاية . وشرب السكنجبين السفرجليّ يقمع الصفراء ويشهّي الطعام . وهو جيّد للناقهين ، واذا لعق مع المصطكى مسحوقة قوّى المعدة وقطع القيء . والجوارشن المستعمل من السفرجل مشويا أنفع من المطبوخ بالماء . وهو تضعف عن ربّه في أفعاله الاّ أنّه اذا جعل مادّة الأدوية الحارّة والباردة المعديّة حسن فعلها . ولعاب بزره ينفع من خشونة قصبة الرئة ومن حرقة المثانة ويسكّن حروشة العين من الرمد وغيره . وأقوى ما يكون في النفع من حرقة المثانة بأن يشرب لعابه مع الحبّ بعينه . وهو نافع من الحمّى المحرقة . ومع حبّه هو أشدّ نفعا وينفع من الحمّى الحادّة المتولّدة من شغل النفس . واذا ضرب اللعاب مع دهن البنفسج الطريّ المركّب على شيرج كان أنجع في حرقة المثانة لمن يحتمل معدته ارخاءه وتزليقه . ثمّ يخرج ويؤكل أو يبقى ويقشر ويطبخ مع العسل وشراب .

وقال يوحنّا بن ماسويه . السفرجل بارد في الدرجة الأولى يابس في وسط الدرجة الثانية يدبغ المعدة ويدرّ [١٤] البول ويعقل البطن ويقطع نفث الدم . والاكثار منه بثفله يورث القولنج .

جالينوس القول فيه كالقول في التفّاح ونحوه . وربّه أشدّ قبضا من ربّ التفاح . وهو يقوّى المعدة التي قد استرخت .

وقال في كتابه في التدبير { في } الملطّف . السفرجل يصلح المعدة وينهض الشهوة ويدرّ [١٥] البول .

وقال في كتاب الأغذية . السفرجل مخصوص بشيء ليس هو للتفّاح وهو أنّ فيه فضل قبض . وربّه يبقى[١٦] مع العسل اذا ما طبخ العسل وحفظ .

وأمّا أنا فانّي اتّخذت من السفرجل المسمّى سطروتيا دواءً ينفع من شهوةٍ مقصّرةٍ منفعةً عظيماً جدّا واتّفق أنّ هذا الدواء بقي موضوعا في موضع نحو من سبع سنين فوجدناه بعد السبع سنين على حاله لم يتغيّر طعمه بتّة . وكان قد جمد وانعقد { قوّته } على فم الاناء الذي كان الدواء فيه شيء كالغشاء كثيف مثل الشيء الذي يجمد وينعقد على العسل وغيره من الأنواع الأخر . وهذا الشيء المنعقد الجامد عليه ينبغى أن يترك على حال ولا يقلع متى أحبّ الدواء أن يطول مكثه ولا يتغيّر . وربّ السفرجل الساذج ينفع من الاستطلاق والقيء والحرارة . والسكنجبين السفرجليّ يصلح للناقه من المرض ويردّ[١٧] شهوة الطعام ويقوّى المعدة .

١٤ MS : ويذر . ١٥ MS : ويذر . ١٦ MS : ينقى . ١٧ MS :ورد .

ولأورام العين الحارّة . واذا شرب بالشراب ينفع من نفث الدم واسهال البطن ودرور [7] الطمث . وشراب السفرجل قابض جيّد للمعدة موافق لقروح الأمعاء ووجع الكبد والكلى وعسر البول .

وهذه صنعته . يوخذ سفرجل فيوقر حبّه ويقطع بمنزلة السجم . ويوخذ منه اثنا عشر منّا ويلقى عليه جرّة من عصير العنب ويترك فيه ثلثين يوما . ثمّ يصفّى ويرفع ، وقد يتّخذ منه على جهة أخرى ، يقطع السفرجل ويدقّ ويخلط باثنى عشر قسطا من عصارته [8] وقسطٍ واحدٍ [8] من عسل ويرفع .

وقد يتّخذ بصنعة أخرى ويقال له ميلومالي . ويوافق ما يوافق المذكور قبل من الأوجاع . وقد يوخذ من هذا العسل الذي أنقع فيه السفرجل مقدار جرّة فيخلط بجرّتين من ماء طبخ فيه ويصير في أشدّ ما يكون من الحرّ . وقوّته شبيه بقوّة الشراب المذكور قبل.

وقال روفس ، انّ السفرجل مِنْ أصلح الأشياء بحبس[9] البطن وانهاض الشهوة في المعدة وليس بردىء لدرور [10] البول . واذا نضج كان أسرع انهضاما .

صفة انضاج السفرجل. يخرج الحبّ منه ويجعل مكانه عسل ويطبّق ويليّن عجينا ويدفن في دقاق الجمر حتّى يستوى العجين .

التجربتان . السفرجل . يوضع مدروسا مع الجير على الرمد في ابتدائه يسكّن أوجاعه وينفع منه . واذا أكل النضيج منه قبل الطعام وصبر عليه حتّى ينهضم أمسك الطبيعة بقبضه وادراره[11] للبول . والمشوى منه أيضا يفعل ذلك . وهو أسرع انهضاما . وهو نافع من السحج الكائن عن حدّة الأخلاط . واذا ضمد به مشويا الرمد في ابتدائه سكّن الوجع وردع مادّته وَلْيَكُنْ ذلك بالنوع الحلو منه . واذا خلط بماء الضومران [12] نفع من السحج . وقشره اذا كُرِّرَ في الزيت العذب مرارا حتّى يعطّره قوّى المعدة ونفع من الصداع طلائه للأصداغ بخلّ ومفردا . والربّ المتّخذ منه ينفع من استطلاق البطن بحسب ما يدبّر لجميع أنواعه ولا سيّما الصبيان . وينفع من القىء . واذا عجنت به أضمدة المعدة قوّى فعلها . وكذلك أضمدة الكبد . وكذلك [13] لحم المشوى منه وشراب المَيْبَة ساذجا وكيفما أحتيج اليه بحسب العلل والأسنان يقوّى الاعضاء الباطنة وينفع من الخفقان ويضاف اليه بحسب أسباب الخفقان ما يوجبه من الأدوية . وينفع (fol. 9a) من الغشى

٧ MS : وذرور . ٨...٨ MS : وقسطا واحدا . ٩ MS : تحبس . ١٠ MS : لذرور .
١١ MS : واذراره . ١٢ MS : الصومران . ١٣ MS : ولذلك .

either by the scribe of that manuscript, or it was already part of the manuscript from which the scribe of the Codex orient. 126 copied his text. We thus do not know when this marginal note was written nor by whom, but, of course, it must have been in the interval between 646/1248, the date of the death of Ibn al-Bayṭār, and the 16th or 17th century, the date of the writing of the manuscript in which it is to be found now. (The Codex orient. 126 is undated. For a description, *cf.* C. Brockelmann, *Katalog der orientalischen Handschriften der Stadtbibliothek zu Hamburg*, Teil 1 (Hamburg 1908 = Reprinted under the title: *Katalog der Handschriften der Staats- und Universitätsbibliothek zu Hamburg*, Band III: Orientalische Handschriften, Hamburg 1969, pp. 67f).

The text starts on fol. 8b, line 4 with the words:

حاشية ولما رأيت المصنف قد أخذ يذكر السفرجل أحببت أن أذكره وأنحو فيه مثلما نحا هو في غيره

It ends on fol. 9a, line 26 with the words:

انهت الحاشية ورجع الى كلام المصنف .

If I understand the beginning correctly it says: "After I had seen that the author had already started to speak about the quince, I desired to speak about it and follow his example as he followed others". But, there is no beginning of such an article by Ibn al-Bayṭār. Do we therefore have to alter the Arabic text in order to get a sentence like "Since the author had forgotten to speak about the quince I should like to speak about it ..."?

The text of the *ḥāshiya* reads as follows:

سفرجل

أبو حنيفة ، سفرجل بفتح السين لا بضمّ ولا بكسر وهو بأرض العرب كثيرٌ . والواحدة منه سفرجلة وليس في الكلام العربيّ اسم لا زيادة فيه اكثر عدد حروف منه .

ديسقوريدوس في الأولى . ١ قودنياميلا ١ وهو السفرجل . انّه جيّد للمعدة مدرّ ٢ للبول . وان شوى كان أقلّ لخشونته وكان نافعا للاسهال ٣ المزمن وقروح الأمعاء ونفث الدم والهيضة . وغير المشوى أقلّ فعلا . ونقيع السفرجل موافق للمعدة والأمعاء التي يسيل اليها الفضول ٤ . وعصارته تنفع من عسر النفس المحوج الى الانتصاب . وتعمل من طبيخه حقنة لنتوء ٥ الرحم والمقعدة . والمربّى منه بالعسل يدرّ ٦ البول . والعسل الذي يربّى فيه يعقل البطن ويقبض . والمطبوخ منه بالعسل جيّد للمعدة . ويخلط بالضمادات التي تعقل البطن وتذهب بالقيء والغثى والتهاب المعدة والثدى الوارم ورَماً صلبا وجساء الطحال والبواسير . وزهر شجرة السفرجل يصلح للضمادات القابضة رطبةً كانت أم يابسةً

١...١ MS : يردنا وملا . ٢ MS : مذر . ٣ MS : للاسها . ٤ MS : الفصول .
٥ MS : لنتوّ . ٦ MS : يذر .

NOTES AND CORRESPONDENCE

Al-Safarjal

A Marginal Note to Ibn al-Bayṭār, Kitāb al-jāmiᶜ li-mufradāt al-adwiya wal-aghdhiya

Rainer Degen*

The printed edition of the *K. al-Jāmiᶜ li-mufradāt al-adwiya wal-aghdhiya* of Ḍiyā' al-Dīn a. Muḥammad ᶜAbd Allāh b. Aḥmad, known as Ibn al-Bayṭār (died 646/1248), which appeared in four volumes in Būlāq 1291 and was reprinted in Baghdad (no date, ca. 1972), has, as is well known, many shortcomings. Besides the omission of single words or whole sentences and the misprints of the names of some Greek authors the whole article about *al-safarjal* (the quince) is missing. It is therefore a common practice to quote from the German translation of this article which is to be found in J. von Sontheimer's *Grosse Zusammenstellung über die Kräfte der bekannten einfachen Heil- und Nahrungsmittel. Von Abu Mohammed Abdallah Ben Ahmed aus Malaga, bekannt unter dem Namen Ebn Baithar, aus dem Arabischen übersetzt*, Bd. I.II, Stuttgart 1840-1842, Vol. II, pp. 25-27.

When I read the note of Lucien Leclerc in his French translation of the *K. al-Jāmiᶜ*, published in the *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale et autres bibliothèques* (Paris), Tome XXIII/1 (1877); XXV/1 (1881); XXVI/1 (1883), Vol. 25, 1881, p. 256 "L'article Seferdjel manque dans notre manuscrit, ainsi que dans les mss. 1026,1071. Une note marginale de ce dernier ms. nous informe que l'auteur l'avait omis par inadvertance, قصر في ترك ذكره. Sontheimer l'a trouvé dans le ms. de Hambourg. C'est un long article tout à fait dans le style d'Ibn el-Beithâr", I thought it worthwhile to investigate the matter in order to see whether there is an article about the quince by Ibn al-Bayṭār or not.

My thanks are due to the Director and the Keeper of manuscripts of the Staats - und Universitätsbibliothek Hamburg who kindly sent me a microfilm of the Codex orient. 126, the manuscript which J. von Sontheimer used for his translation, and allowed me to publish the Arabic text about the quince.

As can be seen from the following text, the article about the quince was not written by Ibn al-Bayṭār himself. It is in reality an anonymous marginal note to a manuscript and became incorporated into the Codex orient. 126,

* Philipps-University, D-3550 Marburg/Lahn, W. Germany

into Arabic.[14] The colophon of what appears to be the unique existing manuscript (Ahmet III no. 3457) refers to a copy in the possession of the Banū Mūsā, so the translation was certainly done by the middle of the ninth century, that is over a hundred years before al-Bīrūnī was born. Hence it is possible that he had read Pappos' *Book VIII* and this could account for the coincidence of his methods with the problems in Pappos. However it is at least as likely that he was simply drawing on the same Hellenistic tradition as Pappos was, and the coincidence we have seen was the result of two men reading the same books — albeit at different times and in different languages.

14. For a discussion of this manuscript see D. E. P. Jackson, "The Arabic Translation of a Greek Manual of Mechanics", *Islamic Quarterly*, 16 (1972) 96-103. The manuscript is in Istanbul at the Topkapi Sarayi Museum and is catalogued by F. E. Karatay in *Topkapi, Sarayi Müzesi Kütüphanesi, Arabça Yazmalar Katalogu*, (Istanbul, 1966) Riyaziat 7008, Vol. iii C. III p. 737.

Fig. 2

problem in an abstract and uninteresting form. In al-Bīrūnī's work the problem becomes interesting because of its connection with a real problem in geography and the three solutions he gives, though in varying degrees impracticable (see Kennedy,[12] p. 22), are all carefully worked out, and the last two solutions could be profitably used today by a teacher wishing to explain some basic facts of spherical astronomy to a student.

The second method of al-Bīrūnī also echoes a problem in Pappos. According to this method the operator constructs a right circular cone with an opening for the hand near the base and a small hole at its apex. He then slides this over the surface of a hemisphere, whose base is parallel to the horizon, and adjusts the cone on the surface until the rays of sunlight entering it through the apex hits the center of the cone's circular base. He marks this spot and repeats this operation twice during the course of a day. The three points define the circle of the sun's path and the angle between the pole of this circle and the zenith on the hemisphere is the colatitude.

This is simply Problem 17 of Pappos' *Book VIII*: Given a sphere and a point outside it, find where the line joining the point to the center cuts the surface. And al-Bīrūnī solves it with an isoceles cone, just as Pappos did.

The third method is similar. Al-Bīrūnī replaces the cone by its axis and, at three times of the day, finds the point where the axis casts no shadow.

Thus there is a remarkable coincidence between Problems 15-18 in Pappos and some of the methods explained in Chapter 1 of al-Bīrūnī's book. Problem 16 in Pappos still is unexplained, but it may be that it too, one day, will be seen as an abstraction of a problem in mathematical geography.

Of course, *Book VIII* of Pappos' *Mathematical Collection* was translated

in Greek mathematics, but it turns out that 15 and 17 are simply abstract versions of problems in mathematical geography that are stated and solved in al-Bīrūnī's *The Determination of the Coordinates of Positions*[11] (Professor E. S. Kennedy has recently published a very helpful commentary to this work, but he does not mention the work of Pappos in connection with the methods of al-Bīrūnī[12]). The Central Asian scholar Abū Rayḥān al-Bīrūnī was born in Khwarazm in 362 A.H. (973 A.D.) and died sometime after 442 A.H. (1050 A.D.). With over 142 works to his credit, including treatises on the exact sciences, medicine, literary subjects, and his classic *India*, he is remembered as one of the greatest scholars medieval Islamic civilization produced. In this work he is concerned with illustrating methods that may be used to determine the coordinates of cities, so he begins in Chapter I to discuss the problems of finding the latitude of a given place on the earth's surface. In the first part of this chapter he tells how to determine latitude by observation of the two meridian crossings of a circumpolar star. He then turns to the case of observations of a star whose day-circle intersects the horizon and describes three methods[13] one may use to determine latitude, each requiring three observations of the star or the sun.

In the first method (Fig.2) E is the "center of the whole" and EK, EL, and EM are rods of equal length that pivot freely at E. Arc DBH is the visible part of the star's day-circle, DGA the intersection of this circle with the horizon, and BEG the meridian. The O operator sights the star along each rod in turn at three different positions Z, H, T, and fixes each rod in the line of sighting. (The details of the text are uncertain at this point but the main idea is clear enough). He places a ruler either along line KL or KM. (The text and diagram contradict each other at this point but let us stay with the diagram and say KM—it makes no difference). Next he moves the ruler along this line until it meets the horizon at S. From S he drops a perpendicular to BG, from L a perpendicular LO to the horizon, and from O he draws a line OF parallel to EG. Al-Bīrūnī uses similar triangles and easily shows that angle LFO is the colatitude of the city.

It is evident that since al-Bīrūnī assumes the meridian is given he has no need of a third point, and any two of K, L, M would suffice. Yet he uses three, and this may be because texts like that of Pappos had made this traditional. It is also evident that it is essentially the same problem that both Pappos and al-Bīrūnī solve, the difference being only that Pappos gives the

11. Al-Bīrūnī, Abū Rayḥān. *The Determination of the Coordinates of Positions* (*Kitāb taḥdīd nihāyāt al-amākin*, tr. Jamil Ali, American University of Beirut, Beirut, 1967).

12. Kennedy, E. S., *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd al-Amākin* (American University of Beirut, 1973), pp. 18-22.

13. *Al-Bīrūnī*, pp. 39-43.

> given outside its surface and let it be proposed to obtain the points at which the straight line joining the two points cuts the surface.

Most writers on Greek mathematics have thought these four problems not worth serious attention. We have already seen Hultsch's opinion that they are an interpolation. T. L. Heath[5] makes no mention of them nor does Ivor Bulmer-Thomas.[6] In his discussion Paul ver Eecke[7] writes as follows:

> A la suite de quelques propositions sur la sphère (prop. 15 à 18), qui, en raison de leur intérêt médiocre et de leur rédaction négligée, paraissent avoir été interpolées dans son ouvrage, Pappus présente la belle proposition 19, qui résout le problème de l'inscription de sept hexagones réguliers égaux dans un cercle donné,...

Certainly the passage seems out of place. The first part of book VIII contains discussions of what Pappos calls the theoretical parts of mechanics and the second part begins with a discussion of mechanical instruments and how these instruments may be used to solve the Delian problem and find the diameter of a broken piece of column. Then Pappos solves these four problems after which he returns to the discussion of "instrumental" problems.

There seems to be something strange about Problems 15-18, but Hultsch is wrong in characterizing the mathematical method in these problems as "one taught at a time later than that at which Pappos lived". In fact the method Pappos uses, especially in Problem 16, is strongly reminiscent of the analemma constructions taught several centuries before Pappos. The basic principle of these constructions is that one solves problems concerned with solids by transferring plane sections of these solids onto a plane and working with them there. Examples of this technique exist in Vitruvius' *On Architecture*,[8] Ptolemy's *Analemma*,[9] and in Pappos' discussion of how to construct a plane with a given inclination to the horizontal.[10] Although the method may have been taught after Pappos' time it was in use centuries before his time.

The real difficulty with Problems 15-18 of Pappos' *Book VIII* is rather in understanding what the context was for these problems. They are unique

5. Heath, T. L., *A History of Greek Mathematics*, (Oxford, 1921), vol. II.

6. *Dictionary of Scientific Biography*, (Scribners: New York, 1974), Vol. X, pp. 293-304.

7. Pappus d'Alexandrie, *La Collection Mathématique*, tr. P. ver Eecke, (Desclée De Brouwer & Co., Paris-Bruges, 1933).

8. Vitruvius, *De Architectura* tr. F. Granger, (G.P. Putnam's Sons, New York, 1931), Vol. II, Book IX, vii.

9. Ptolemy (Claudius Ptolemaeos), *Analemma*, ed. J. L. Heiberg, (Teubner, Leipzig, 1907), Opera Vol. II.

10. Pappos, pp. 1048-52.

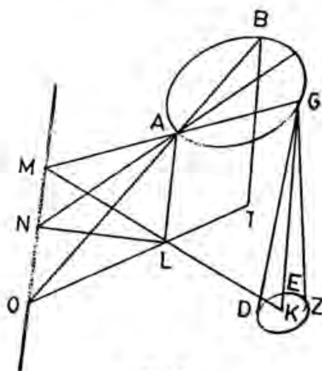


Fig. 1

given. Similarly let perpendiculars *BT*, *AL* be produced from *A*, *B*. Let the joining lines *KL*, *TL* be produced, and let this be done so that *(GK, AL)* = *(KM, ML)* and *(BT, AL)* = *(TO, OL)*.[4] Thus *MAG*, *BAO* are straight lines and they will be in the plane of the circle *ABG*. Therefore *MO* is the common section of this (plane) and the assumed plane. Let the perpendicular *LN* be drawn from *L* onto *MO*, and let *AN* be joined so *AN* will be perpendicular to *MO*. Thus, the angle *ANL* is furnished, the inclination of the planes.

Proposition 16: When an elevated sphere has a given position relative to an assumed plane, find both the point on which, brought perpendicularly downward, it falls and the smallest straight line cut off from the perpendicular between the two points, the one on the surface of the sphere and the other on the plane.

Proposition 17: A sphere being supposed and a given point outside of it, to find the point at which the straight line joining the given (point) to the centre cuts the surface.

But this is evident, for if any straight line falling on the surface from the given (point) be rotated then this will describe a circle and the pole of this (circle) will be the point sought.

Proposition 18: Again suppose a sphere and let two points be

4. The notation (*X*, *Y*) denotes the ratio of *X* to *Y*. This convention was introduced by E. J. Dijksterhuis and is useful because it does not carry with it connotations of modern ideas of ratio.

A Coincidence of Pappos' Book VIII with al-Bīrūnī's Taḥdīd

J. L. Berggren*

In the early fourth century of our era Pappos of Alexandria wrote his work *The Mathematical Collection*[1] as an aid for those who studied mathematics. Book VIII of this work contains Pappos' account of theoretical and practical mechanics and it includes four problems which the editor of the Greek text, F. Hultsch, characterized as "composed by a mediocre writer according to a mathematical method taught at a time ... later than that at which Pappos lived".[2]

The purpose of this paper is to draw attention to a coincidence of these problems with methods used by al-Bīrūnī to determine the latitude of a place on the earth's surface. This suggests a context within ancient science for what has hitherto been a rather pointless sequence of problems in Pappos' work. In addition we shall see that Hultsch was mistaken in his remarks about the mathematical method of these problems.

We first translate these four problems of Book VIII following the Greek text established by Hultsch, where they occur as Propositions 15-18.[3] We also translate the proofs of 15 and 17.

> *Proposition* 15: First it will be described how, given a suspended circle not in a plane perpendicular to an assumed plane, to find the common section of the two planes and the inclination (Figure 1).
>
> Let there be a suspended circle and choose on it three points *A*, *B*, *G*, and let perpendiculars be drawn from these to the assumed plane. They are drawn thus: Let the line *GD* falling from *G* onto the plane be rotated and let it touch the plane at two other points *E*, *Z*, and let the centre *K* of the circle through *DEZ* be taken. Then the perpendicular from *G* falls on *K*, and *K* is

* Department of Mathematics Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada V5A 1S6.

1. Pappos of Alexandria, *Collectionis quae supersunt*, ed. F.Hultsch, (Berlin, 1878), vol. III.
2. Pappos, p. 1085, n. 1.
3. Pappos, pp. 1084-96.

Bibliographie

1. Abū Naṣr, *Risāla fī maᶜrifat al-qusiy al-falakiyya baᶜḍihā min baᶜḍ bi-ṭarīq ġayr ṭarīq maᶜrifatihā bi-l-shakl al-qaṭṭāᶜ wa-n-nisbat al-muᵓallafa.* ms Bankipore 2468/18 (100v-103r); éd. *Rasāᵓil Abī Naṣr* nº 8, (Hyderabad, 1948) 13p.

2. Abū Naṣr, *Risāla fī taṣḥīḥ mā waqaᶜa li-Abī Jaᶜfar al-Khāzin min as-sahw fī zīj al-ṣafāᵓiḥ.* ms Bankipore 2468/9 (66v-75v); éd. *Rasāᵓil Abī Naṣr* nº 3, (Hyderabad, 1948) 50p.

3. Abū Naṣr, *Risāla fī barāhīn aᶜmāl jadwal at-taqwīm fī zīj Ḥabash al-Ḥāsib* ms Bankipore 2468/8 (50v-66v); éd. *Rasāᵓil Abī Naṣr* nº 4, (Hyderabad, 1948) 71p.

4. (anon.), *Kitāb jāmiᶜ qawānīn ᶜilm al-hayᵓa.* ms Saray 3342/1 (54 folios).

5. Bīrūnī, al-, *Kitāb maqālīd ᶜilm al-hayᵓa mā yaḥduth fī saṭḥ basīṭ al-kura.* ms Sipahsālār 597/25 (163r-184v).

6. Braunmühl, A. von, "Nassir Eddin Tûsi und Regiomontan" *Abhandlungen der kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher* 71 (1898), 31-68.

7. Braunmühl, A. von, "Zur Geschichte des sphärischen Polardreieckes", *Bibliotheca Mathematica*, NF 12 (1898), 65-72.

8. Braunmühl, A. von, *Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie*, tome 1, (Leipzig, 1900).

9. Hairetdinova, N. G., "Trigonometricheskiĭ traktat isfahanskogo anonima", *Istoriko-matematicheskie issledovaniya*, 17 (1966), 449-64.

10. Hairetdinova, N. G., "Sobranie pravil Nauki Astronomii", *Fizikomatematicheskie Nauki b Stranah Vostoka*, (Moscou, 1969), 147-90.

11. Ibn Muᶜādh, Abū ᶜAbdallāh Muḥammad, *Kitāb majhūlāt qusiy al-kura.* ms Esc. 960/1 (22 folios).

12. Irani, R., *The "Jadwal al-taqwīm" of Ḥabash al-Ḥāsib*, American University of Beirut 1956 (thèse non publiée).

13. Juyūbī, Muḥammad b. Ḥasan al-, *Tashrīḥ al-kura*, ms Dār al-Kutub Mīqāt 1202.

14. Kennedy, E. S., "Al-Bīrūnī's *Maqālīd ᶜilm al-hayᵓa*", *Journal of Near Eastern Studies*, 30 (1971), 308-14.

15. Luckey, P., "Zur Entstehung der Kugeldreiecksrechnung", *Deutsche Mathematik*, 5 (1941), 405-46.

16. Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, *Kitāb al-shakl al-qaṭṭāᶜ*. Ed. et trad. A. Caratheodory, *Traité du quadrilatère*, (Constantinople, 1891).

17. Samsó, J., *Estudios sobre Abū Naṣr Manṣūr b. ᶜAlī b. ᶜIrāq*, (Barcelone, 1969).

18. Suter, H., "Zur Geschichte der Trigonometrie", *Bibliotheca Mathematica*, NF 7 (1893), 1-8.

des cercles *TZ*, *LM*, ces deux cercles passent également par les pôles

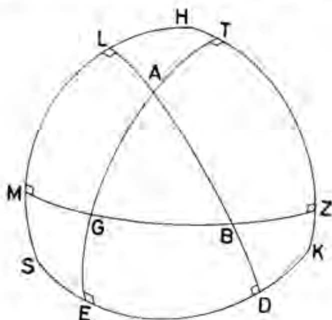


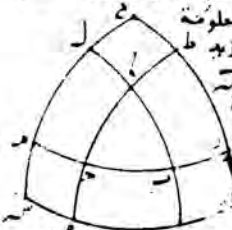
Fig. 22

de *BG* et le point *H* est le pôle de *BG*. Par suite, *KE*, *DS*, *KT*, *ZH*, *MH* et *LS* sont des quarts de grands cercles. Or les arcs *DE*, *TZ*, *LM* étaient connus. Les côtés *KH*, *HS*, *SK* sont donc connus car chacun dépasse le quadrant du complément d'un arc connu. D'après le lemme, on connaît alors les angles *H*, *K*, *S*. Par suite, les arcs *TE*, *ZM*, *LD* sont connus. *TE* dépasse le quadrant du complément de *AG*, *ZM* dépasse le quadrant du complément de *BG* et *LD* dépasse le quadrant du complément de *AB*. Il en résulte que les arcs restants *AB*, *AG* et *BG* sont connus. C'est ce que nous voulions démontrer".

ما صلعي الدفين اوجب الزاوية التي يوترها ذلك الضلع . وايضا على جهة التفصيل فما لخرج دة حد في الجهتين حتى يلتقيا على رح فلان زاوية د قايمة كان زاوية ه قايمة وزاويتا رح معا وثابت فان نسبة جيب بد الى جيب رح كنسبة جيب حه الى جيب حر واذا بدلنا فان نسبة جيب بد الى جيب حه كنسبة جيب رح الى جيب حر ونسبة جيب بد الى جيب ه ح معلومة كنسبة جيب رح الى جيب حر معلومة ومجموع رح حر معلوم



فكل واحد من رح حر معلوم وبان البرهان على ما تقدم ثم نعيد مثلث ابح على ما فرضه ابو جعفر الخازن ونقول ان زواياه اعني معلومة برهانه انا نتمم اضلاعه ارباع دوائر وندير على قطب كل واحدة من نقط ا ب د بعد ضلع المربع فتمر هذه على كم وجه حتى تلتقي هذه الدوائر الثلث كالسمت على نقط دح سه فتحدث مثلث تحت من دوائر عظام فلان زوايا اب ح معلومة فان قسي ده طر كم معلومة ولان دائرة اح تمر على اقطاب دائرتي ده طر فان ها تين الدائرتين ايضا تمران على قطبي دائرة اح فقطب ح ... تكون دائرة اب تمر على اقطاب دائرتي ده كم فان ها تين الدائرتين ايضا تمران على قطبي اب فنقطة س قطب اب ولان دائرة بح تمر على اقطاب دائرتي طر كم فان ها تين الدائرتين ايضا تمران على قطبي بح فنقطة ع قطب بح ولذلك فكل قوس من دس سع رح



دع ع س ارباع دوائر عظام وقسي ده طر كم كانت معلومة فاضلاع مثلث حس ع معلومة لان كل واحد منها يزيد على الربع بتمام قوس معلومة الى الربع مثلا فاذا كان ع س معلومة لما قدمنا معلومة وبشكل زمر لذلك يصير معلومة وكل يزيد على الربع تمام اح الى الربع و ذمر يزيد على الربع تمام كج الى الربع ولذلك يزيد على الربع تمام اب الى الربع فتبقى اب اح كج معلومة وذلك ما اردنا ان نبين واذ قد اتينا على تبيين الغلط فيما اتى به

ابو جعفر في هذا المعنى وبينا كيف يصير اضلاع اب اح كج معلومة فانا نضرب عن سائر الاوضاع لاضلاع المثلث صفحا فان الغرض كان في اصلاح الغلط وقد تمكن ايضا تامل هذه الطرق من استخراج البراهين لسائر الاوضاع فانها متشابهة ولعله ان يكون قد وقع لابي جعفر من السهو اكثر مما ذكرنا الا انا لم نستوف تصفح كتابه ولا قصدنا ايضا اثارة خطا به ولكنا احوز محجنا يليها من كتابه من غير ان يكون منا قصد لذلك واذ جرت ... واجبت ان اصلحه لك اتيت في ذلك سنازلك وزاينه الواجب مما نطوي باب من ابواب العلم والحقوق فيه مثل ما ذكرته لك ان لا نعرض عن تبيينه واصلاح فاسده فانما ان نتبع زلات العلماء عيبا فذلك مالا استحسنه ومن ماجاد فيه احدا من اهل

ms Bankipore 2468 f. 75

seulement que *H* et *K* sont les pôles respectifs des côtés *AB* et *AG*, de sorte que sa démonstration est assez éloignée de celles du *Traité* et de la *Risāla*.[30]

Dans l'article déjà cité, P. Luckey, soulignant l'importance du seul fait de remplacer le quadrilatère et ses arcs par les six éléments d'un triangle, notait que ce changement ouvrait la voie à des notions nouvelles telles que celle du triangle polaire.[31] Revenons maintenant à la figure construite par Abū Ja^cfar al-Khāzin (fig.19). Supprimons l'arc *DZ* et prolongeons les arcs *DE*, *LM* jusqu'à leur point de rencontre *S* et les arcs *ML*, *ZT* jusqu'à leur point de rencontre *H*. Nous obtenons, avec les mêmes lettres, la figure (22) qu'a construite Abū Naṣr après avoir corrigé, sur la précédente, la mesure de l'angle *K* et la position du point *S*. Cette remarque n'ôte rien à l'intérêt de sa démonstration. Certes, sa construction du précieux outil que constitue le triangle polaire a bénéficié de circonstances favorables; elle vient néanmoins s'ajouter à la contribution déjà très importante qu'a apportée à la trigonométrie sphérique celui qui fut le maître de Bīrūnī.

Voici la démonstration d'Abū Naṣr:[32]

> "Reprenons maintenant le triangle ABG dans l'hypothèse d'Abū Ja[c]far al-Khāzin.[33] Il dit que ses côtés sont connus.
>
> Démonstration: Complétons les quarts de cercles et traçons, en prenant pour pôles chacun des points *A*, *B*, *G* et pour ouverture, le côté du carré, les arcs *ED*, *TZ*, *LM* que nous prolongeons jusqu'à ce que ces trois cercles se rencontrent aux points *K*, *H*, *S*. Il en résulte un triangle *KHS* formé d'arcs de grands cercles. Les angles *A*, *B*, *G* étant connus, les arcs *DE*, *TZ*, *LM* sont connus. Le cercle *AG* passant par les pôles des cercles *DE*, *TZ*, ces deux cercles passent également par les pôles du cercle *AG* et le point *K* est le pôle de *AG*. Le cercle *AB* passant par les pôles des cercles *DE*, *LM*, ces deux cercles passent également par les pôles de *AB* et le point *S* est le pôle de *AB*. Le cercle *BG* passant par les pôles

30. Bien meilleure est l'application qu'en fait l'auteur andalou du XI[e] siècle, le qādī Abū [c]Abd-allāh Muḥammad Ibn Mu[c]ādh (*DSB* al-Jayyānī) dans son *Kitāb Majhūlāt qusiy al-kura*. Ce traité extrêmement important pour l'histoire de la trigonométrie a été étudié récemment. Je n'ai malheureusement vu qu'une partie de la thèse de Madame V. Villuendas, qui m'a été communiquée par le Docteur D. King ainsi que l'un des deux manuscrits utilisés par Mme Villuendas. Je peux donc seulement renvoyer à ce manuscrit où, à propos du même problème présenté comme beaucoup plus difficile à résoudre que les autres cas, Ibn Mu[c]ādh construit le triangle polaire à partir de ses sommets. Sa méthode ne doit donc rien à celle d'Abū Naṣr. ((11) 17v:21 – 19r:8).

31. (15) p. 412. Concernant une autre utilisation du triangle polaire par Abū Naṣr, l'interprétation de R. Irani ((12) p. 120 et pp. 101-2 = (3) p. 28) me semble erronée. F. Sezgin (*GAS*. V p.57) ne cite pas ses sources.

32. Le texte (ms 75r:6-23) est reproduit page suivante.

33. En fait, Abū Naṣr se place dans la condition plus restrictive où les trois angles donnés sont aigus; d'où l'hypothèse des côtés supérieurs à des quadrants pour le problème précédent (cf. note 16).

son étude de la nature respective des côtés et des angles d'un triangle sphérique, en rendant symétrique le tableau qui résume sa classification.[26] Il est vrai qu'Abū Naṣr, dans sa *Risāla*, n'a pas accordé au procédé l'importance qu'il méritait. Reconnaissons que cela lui aurait été difficile car il ne faisait ici que traiter incidemment ces deux cas de résolution[27] et ne disposait par ailleurs que du beau théorème des sinus, malheureusement invariant par dualité.

Il faut bien parler de cette oeuvre dédiée à Kundurī, qui présente dans sa composition une similitude troublante avec le *Traité du quadrilatère* et dans laquelle apparaît encore la même construction.[28] L'auteur inconnu du *Jāmiᶜ qawānīn ᶜilm al-hayᵓa* construit effectivement le triangle polaire pour calculer les côtés d'un triangle connaissant ses angles, mais sans avoir étudié au préalable le problème inverse. Il est permis de voir dans son tracé (fig.a) la superposition des deux figures (20 et 22) construites par Abū Naṣr. Comme lui, après avoir montré que les côtés du triangle *HKN* sont les suppléments des

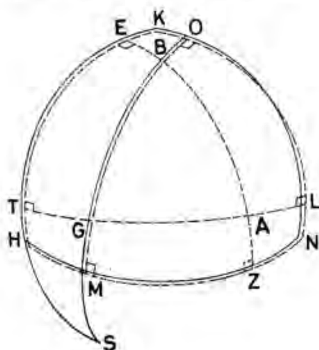


Fig. a

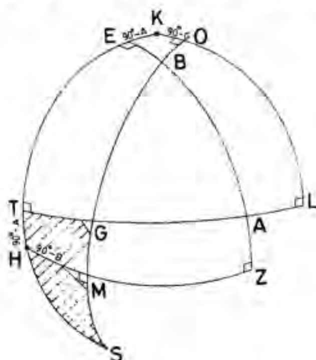


Fig. b

mesures des angles du triangle initial, il calcule *SH* par la différence des arcs *SK* et *SH* et le rapport de leurs sinus. La suite est passablement compliquée pour trouver (fig.b), à l'aide des éléments des triangles *SHM* et *STG*, l'arc *MG*, complément du côté BG.[29] En somme, du triangle polaire, il utilise

26. (16) trad. pp. 121-36.

27. Qui sont indépendants dans le texte d'al-Khāzin.

28. Le "Recueil des règles de la science astronomique" (unique ms à Istanbul (4)), décrit (9) et partiellement traduit en russe (10).

29. (4) 49v:18-50r:12, (10) p.174 et (9) pp. 461-2. il calcule successivement dans *SHM*:*S* (I) et *SM* (III), puis dans *STG*: *ST* (V alors que *SH* et *HT* sont connus) et *SG* (I), d'où *MG* puis *BG*.

naît les côtés GZ et GE.[18] Les angles A et B de ABG s'obtiennent par le théorème des sinus. Une variante (fig. 21) consiste à déduire GZ de la somme de ZG et BH et du rapport de leurs sinus.

Nous connaissions, dans son principe, cette démonstration qui se trouve dans le *Traité du quadrilatère*.[19] Elle se reconnaît dans d'autres ouvrages,[20] dont un traité de trigonométrie sphérique datant vraisemblablement du XI^e siècle, intitulé *Tashrīḥ al-kura*, qui est conservé dans un manuscrit du Caire.[21] L'auteur, un certain Muḥammad b. Ḥasan al-Juyūbī (?), traite ce cas en plus de ceux étudiés par Bīrūnī dans *Maqālid ᶜilm al-hayᵓa*,[22] mais il n'envisage pas non plus la donnée des trois angles.[23]

La manière dont Abū Naṣr ramène le calcul des côtés d'un triangle, connaissant ses trois angles, à celui des angles de son triangle polaire, n'a pas à être décrite car c'est exactement celle du *Traité*;[24] il suffira de se reporter à la traduction donnée à la fin de cet article pour voir que Naṣīr al-Dīn n'a eu qu'à supprimer quelques répétitions. Bien que ce dernier ne cite pas Abū Naṣr, il ne fait guère de doute qu'il lui a emprunté sa démonstration. On peut penser, en effet, que s'il avait lui-même découvert la méthode dans un cas de résolution, il aurait au moins signalé la dualité existant entre d'autres cas.[25] En outre, le triangle polaire pouvait lui permettre de réduire considérablement

18. Ce calcul qui n'offre aucune difficulté contient une erreur. Après avoir obtenu Z par (I), Abū Naṣr déduit G de $(90^o - G) = \delta_Z (90^o - z)$ qu'il faut corriger en: $(90^o - Z) = \delta_G \; (90^o - z)$ (V").

19. (16) trad. pp. 196-7, cinq figures dans le texte arabe p.152. La fin diffère: au lieu de G, Naṣīr al-Dīn calcule l'angle A. H. Suter a noté l'élégance de sa démonstration ((18) p.6).

20. (11) 17r:25-17v:21, (4) 50r:16-50v:2 (trad. (10) p.175).

21. (13) . Le Docteur D. King a attiré mon attention sur ce traité qui comprend: 1° une brève étude du théorème de Ménélaüs pour la sphère, 2° (16v-) l'exposé des théorèmes qui en dispensent, 3° (40v-58) une classification des triangles selon les angles et leur résolution. Les démonstrations sont de Thābit, Ibn Sīnā et des auteurs cités dans *Maqālīd*. Bīrūnī et ses contemporains y sont présentés comme des "Modernes".

22. A savoir 15 cas pour les triangles rectangles ((5) 171r:17 - 172v:15) et quatre seulement pour les triangles quelconques, ceux qui se prêtent à la décomposition en triangles rectangles ((5) 173r: 3-21).

23. Pour le premier problème ((13) 49r:10 - 49v:13) avec une seule figure (= fig.20 pour A, B, G, aigus), il calcule GZ comme Abū Naṣr, puis g ($\frac{\text{Cos } e}{\text{Cos } g} = \frac{\text{Cos } z}{R}$ (III, dans l'Almageste d'Abū al-Wafāᵓ par ex.)) et G (I) du triangle GEZ. Il démontre par ailleurs ((13) 35-40) les deux lemmes de l'*Almageste* (réf. *Alm.* I fig. 11 et 13 = Manitius I 13) sans utiliser celui qui permet le calcul de deux arcs connaissant leur somme et le rapport de leurs sinus.

24. (16) trad. pp. 197-8. La méthode est décrite par A. von Braunmühl (6) p.51, (8) pp. 70-1, par A. P.Youschkevitch, *Les mathématiques arabes* 1976, p.145, elle est citée par P. Tannery, J. Tropfke etc ...

25. Dans les autres cas, il ajoute des démonstrations par la règle des tangentes, ce qui, dit-il, ne lui a pas été possible pour les deux derniers: "pour ma part, j'ignore ce procédé que je n'aurais pas manqué d'insérer dans ce traité si je le connaissais" ((16) trad. p.199).

(2 angles et le côté adjacent), puis de *AB* et *GB*. Pour obtenir *AG*, il complète les quarts de cercles *BL*, *BM*, trace *LM* qu'il fait passer par *E* et applique le théorème de Ménélaüs au quadrilatère *BLEG*.

Abū Naṣr n'a aucune peine à démontrer que l'angle *K* n'est pas droit, mais a pour mesure le supplément de l'arc *AG*, et que l'arc *LM* ne passe par *E* que si l'angle *A* est droit. Il s'étonne de la gravité des erreurs commises: "Ces deux fautes sont énormes de la part de quelqu'un tel qu'Abū Jaᶜfar. Il dit pourtant que la question à laquelle il a consacré ce traité était l'un des problèmes abordés au cours d'une correspondance qu'il a eue avec Ibrāhīm b. Sinān et qu'après avoir réfléchi et s'être référé aux *Sphériques* de Ménélaüs, il a repris des points qui lui avaient échappé au premier abord; c'est alors qu'il a composé ce traité".[15] Nous reviendrons cependant sur la figure construite par al-Khāzin.

"Quant à nous – poursuit Abū Naṣr – nous montrons comment connaître les côtés connaissant les angles par une méthode exacte. Nous présentons d'abord ce lemme: soit un triangle *ABG* tracé à la surface d'une sphère, dont les côtés, supérieurs à des quarts de grands cercles,[16] sont connus; je dis que ses angles sont connus".

L'idée du lemme est de construire (fig. 20) *DEZ* pour déterminer *GZ* par la différence des arcs *ZB*, *ZG* et le rapport de leurs sinus.[17] Il ne reste plus qu'à calculer *G* dans le triangle rectangle *GEZ* dont on con-

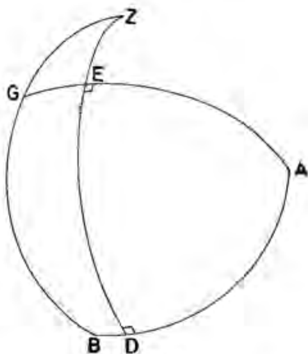


Fig. 20

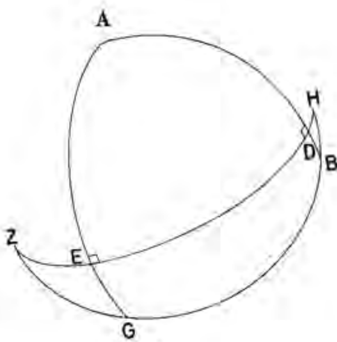


Fig. 21

15. (2) éd. p.45. F. Sezgin interprète différemment ce passage (*GAS* V p.299 n°5).

16. Pour une raison qui apparaîtra ensuite.

17. $\frac{\text{Sin ZG}}{\text{Sin ZB}} = \frac{\text{Sin GE (connu)}}{\text{Sin BD (connu)}}$ est une conséquence de (I). La détermination de ZG et ZB connaissant leur différence en résulte d'après un théorème qu'Abū Naṣr suppose connu (= *Almageste*, Manitius I 13) et dont il a lui-même donné ailleurs une démonstration (cf. (16) trad. pp. 76-81). Si, comme ce texte permet de le supposer, al-Khāzin a donné pour ce cas une démonstration exacte, ce pourrait être le point de départ de sa méthode : la construction de l'arc *DEZ* est naturelle pour l'application du théorème de Ménélaüs et celui-ci conduit à la première égalité. La même construction est faite aussi pour d'autres cas dans le *Traité du quadrilatère*.

sa "Table des disques", concernent plus ou moins directement l'astronomie sphérique. Les deux dernières font partie des lemmes d'un traité *(maqāla)* qu'al-Khāzin a joint à son Zīj pour étudier "la variation du mouvement de l'apogée et tout ce qui s'y rattache".[12] L'une, qui est la seconde figure du traité, représente une tentative assez curieuse de construction du "plus grand" triangle sphérique. C'est l'autre, correspondant à la onzième figure, qui va fournir à Abū Naṣr l'occasion d'utiliser le triangle polaire. Abū Jaᶜfar, rapporte Abū Naṣr, "après avoir montré[13] que si un triangle tracé à la surface d'une sphère a ses côtés connus, ses angles sont connus, a voulu démontrer qu'un triangle dont les angles sont connus a aussi ses côtés connus". Puis il cite sa démonstration faite pour un triangle ABG dont les côtés inconnus sont supposés "inégaux et inférieurs à des quadrants":

> En résumé, (fig. 19)[14] al-Khāzin trace les quarts de cercles AE, AD, GZ, GT et les arcs EDK, TZK, DZ. Il trouve que dans le triangle DZK, ZK ($= 90° - G$), DK ($= 90° - A$) et K ($= 90°$) sont connus. Il en déduit,

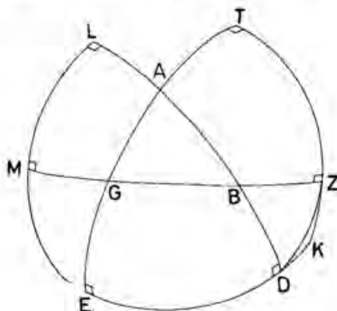


Fig. 19

> d'après un résultat précédent, que le triangle est connu (2 côtés et l'angle compris). Il en est de même de BDZ dont on connaît D, Z et DZ

12. . لاختلاف حركة الاوج وسائر ما يتبع ذلك . . ((2) éd. p.39). Il s'agit de la trépidation des équinoxes dont, selon Bīrūnī (*al-Āthār al-bāqiya* . . , éd. Sachau 1923 p.326), on trouve une bonne explication dans le *Zīj al-ṣafāʾiḥ* d'al-Khāzin et dans le *Kitāb ḥarakāt al-shams* (le livre des mouvements du soleil) d'Ibrāhīm b. Sinān. Les développements de cette question, ainsi qu'il apparaît d'après les lemmes établis par al-Khāzin et son recours, cité plus loin, aux *Sphériques* de Ménélaüs, font appel à la trigonométrie sphérique.

13. من بعد أن قدم . Le passage étudié se trouve dans l'édition (2) pp. 42-49.

14. Numérotation de l'édition. Les figures ne sont pas numérotées dans le manuscrit.

tions usuelles[6] ce sont, pour un triangle ABG éventuellement rectangle en B:

1° le théorème général des sinus $\qquad \frac{\text{Sin } a}{\text{Sin } b} = \frac{\text{Sin } A}{\text{Sin } B}$

et en particulier, si B est droit $\qquad \frac{\text{Sin } a}{\text{Sin } b} = \frac{\text{Sin } A}{R} \qquad (1)$

2° deux formules du triangle rectangle obtenues comme corollaires de la précédente et qui sont très proches de la relation

$$\cos A = \cos a \,.\, \sin G \qquad (V),$$

$$\frac{\text{Sin } b}{\text{Sin } g} = \frac{\text{Cos } a}{\text{Cos } A} \quad (V') \qquad \text{et} \quad 90^0 - A = \delta_G(90^0 - a) \; (V'').$$[7]

Dans plusieurs de ses oeuvres, Abū Naṣr revient sur les simplifications apportées par ces théorèmes.[8] Ainsi, dans la *Risāla fī taṣḥīḥ ... zīj al-ṣafā᾿iḥ*[9] qui nous intéresse ici, invite-t-il Bīrūnī à comparer les procédés anciens (basés sur le théorème de Ménélaüs) à ses propres méthodes "construites sur ce qu'il lui a écrit au sujet des triangles sphériques":[10]

« وإنما حكيته على وجهه لتتأمل أيضاً اذا أصاحت الغلط فرق ما بين هذه الطرق في البرهان وبين طرقنا المبنية[11] على ما كنا كتبنا به اليك في المثلثات الكرية » .

Les cinq questions retenues par Abū Naṣr dans cette *Risāla* dont l'objet est de corriger quelques erreurs commises par Abū Jaᶜfar al-Khāzin dans

6. Avec Sin ($= R$ sin) et Cos (mis pour le Sinus du complément). La numérotation est celle de Braunmühl (8) p.25.

7. A a pour mesure le complément de l'inclinaison *(mayl)* du complément de a pour une inclinaison maximale égale à la mesure de G (i. e. $(90^0 - A)$ est le côté opposé à l'angle G dans un triangle rectangle dont l'hypoténuse est $(90^0 - a)$). L'application de (I) ou de la formule bien connue $\text{Sin } \delta = \frac{\text{Sin } \lambda \,.\, \text{Sin } \varepsilon}{R}$ donne immédiatement : $\text{Cos } A = \frac{\text{Cos } a \,.\, \text{Sin } G}{R}$.

8. Par exemple dans sa version des *Sphériques* de Ménélaüs, composée en 1007 (M. Krause, "Die Sphärik von Menelaos ...", *Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen* 1936, texte p.65, trad. pp.198-9). Voir aussi note 10.

9. Bibliog. (2) . Les références sur le *Zīj al-ṣafā᾿iḥ* d'al-Khāzin sont données par J. Samsó dans : "A Homocentric Solar Model by Abū Jaᶜfar al-Khāzin, *JHAS*, I (1977), p.268 note 3. Le texte de Leyde (ms Or 168/17, *Istidrāk ... Abī Naṣr ... ᶜalā mas᾿ala min zīj al-ṣafā᾿iḥ)* correspond à la première des cinq questions traitées dans la *Risāla fī taṣḥīḥ zīj al-ṣafā᾿iḥ*.

10. Même référence à sa "lettre sur les triangles sphériques" dans une autre lettre à Bīrūnī ((3) éd. p.6, 1.13 et p.42, 1.16) écrite avant la fin de la rédaction d'*al Majisṭī al-Shāhī* (réf. (3) éd.p. 58, 1.10). D'après les théorèmes employés, il n'est pas douteux que ce titre significatif s'applique à la *Risāla* étudiée par P. Luckey. Dans *Maqālīd* (antérieur à 1004, cf. (14) p.309), Bīrūnī parle seulement de la lettre qu'Abū Naṣr lui a adressée ((5) 163v:25, 164v:21, 165r:26). Il semble que ces divers écrits se situent dans un laps de temps assez court.

11. (2) ms 67v:16 (et non البينة, éd. p.9, l. 2).

Introduction du Triangle Polaire par Abū Naṣr b. ᶜIrāq

M. T. DEBARNOT*

Il est bien connu que l'étude de la trigonométrie sphérique se trouve réduite de près de moitié par l'emploi des relations existant entre les éléments d'un triangle sphérique et ceux de son triangle polaire. L'idée, qui peut paraître relativement simple, d'utiliser ce triangle auxiliaire, n'est apparue en Occident qu'avec Viète (1540-1603) qui l'a mise en application dans l'énoncé des formules duales.[1] On sait que les Arabes avaient introduit le triangle polaire plusieurs siècles auparavant: il est utilisé dans un cas de résolution de triangle dans le *Traité du quadrilatère* de Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī (1201-1274) et apparaît aussi dans un ouvrage dédié à Kundurī,[2] le ministre du premier sultan seldjoukide Ṭughrilbeg. En réalité, comme nous allons le voir, sa construction remonte au moins au début du XIe siècle; la plus ancienne que nous connaissions est due à l'un des principaux artisans du profond renouvellement intervenu en trigonométrie sphérique à la fin du Xe siècle, le maître et ami de Bīrūnī, l'émir Abū Naṣr Manṣūr b. ᶜIrāq.[3]

Les théorèmes sur lesquels se fonde la trigonométrie d'Abū Naṣr sont exposés dans une lettre adressée à Bīrūnī, la *Risāla fī maᶜrifat al-qusiy al-falakiyya* qui a été traduite et analysée par P. Luckey.[4] Les formules établies dans ce petit traité d'une concision tout à fait remarquable, sont uniquement des relations entre éléments d'un même triangle sphérique.[5] Avec les nota-

* Pensionnaire à l'Institut Français d'Etudes Arabes de Damas. J'ai le privilège de poursuivre mes recherches dans notre Institut à l'I. H. A. S. Je tiens à exprimer ma gratitude au Docteur al-Hassan pour toutes les facilités qui me sont accordées. Je veux remercier le Professeur E. S. Kennedy pour ses bienveillants encouragements et ses précieux conseils. Cet article doit aussi beaucoup au Docteur D. King qui m'a procuré des sources d'information importantes.

1. Voir bibliographie (7) ou (8) pp. 180-3.

2. Ainsi que l'avait déjà remarqué P. Luckey (15) p.412 et pp. 414-5. Cf. aussi note 28.

3. On trouvera toutes les références sur les principaux auteurs cités dans le *Dictionary of Scientific Biography*, (New York, 1970 –). Les oeuvres d'Abū Naṣr sont décrites par J. Samsó (17) pp. 28-37.

4. (1) et (15) pour l'étude de P. Luckey. La *Risāla* a été écrite avant 997 car Bīrūnī (5) 163 v: 25) dit avoir reçu d'Abū al-Wafāʾ (mort en 997-8) sept traités de son *Almageste* un an après la *Risāla* d'Abū Naṣr.

5. Alors que le double théorème fondamental de l'*Almageste* d'Abū al-Wafāʾ groupe dans un même énoncé règle des quatre quantités et règle des tangentes qui lient les côtés de deux triangles rectangles. Viennent ensuite des formules du triangle.

7. Hopfner, Theodor, *Griechisch-ägyptischer Offenbarungszauber I* (Leipzig, 1921; Studien zur Palaeographie und Papyruskunde 21).

8. Leipoldt, Johannes und Siegfried Morenz, *Heilige Schriften. Betrachtungen zur Religionsgeschichte der antiken Mittelmeerwelt* (Leipzig, 1953).

9. Lippmann, Edmund Oskar von, *Entstehung und Ausbreitung der Alchemie*. 2 Bde. (Berlin, 1919-1931).

10a. *Picatrix I = Pseudo-Mağrīṭī. Das Ziel des Weisen. I. Arabischer Text*. Hrsg. von Hellmut Ritter (Leipzig, Berlin, 1933; Studien der Bibliothek Warburg XII).

10b. *Picatrix II = "Picatrix". Das Ziel des Weisen von Pseudo-Mağrīṭī*. Transl. into German from the Arabic by Hellmut Ritter and Martin Plessner (London, 1962; Studies of the Warburg Institute 27).

11. Plessner, Martin, "Neue Beiträge zur Geschichte der Tabula Smaragdina", *Islam*, 16 (1927), 77-113.

12. — *Unechte und verfälschte Zitate aus den zoologischen Schriften des Aristoteles*. Antiquitas Graeco-Romana ac Tempora Nostra (Prag, 1968), 209-216.

13. Reitzenstein, Richard *Poimandres. Studien zur griechisch-ägyptischen und frühchristlichen Literatur* (Leipzig 1904; Nachdr. Darmstadt 1966).

14. Reitzenstein, Richard, und Hans Heinrich Schaeder, *Studien zum antiken Synkretismus aus Iran und Griechenland* (Leipzig, Berlin, 1926; Nachdr. Darmstadt 1965; Studien der Bibliothek Warburg VII).

15. Ritter, Hellmut, "Picatrix, ein arabisches Handbuch hellenistischer Magie", *Vorträge der Bibliothek Warburg*, 1921/22, 94-124.

16. Ruska, Julius, *Tabula Smaragdina. Ein Beitrag zur Geschichte der hermetischen Literatur* (Heidelberg, 1926; Heidelberger Akten der von-Portheim-Stiftung 16).

17. Speyer, Wolfgang, *Bücherfunde in der Glaubenswerbung der Antike* (Göttingen, 1970; Hypomnemata 24).

18. — *Die literarische Fälschung im heidnischen und christlichen Altertum* (München, 1971; Hb der Altertumswissenschaft. 1. Abt., 2. Teil).

19. Ullmann, Manfred, *Die Natur- und Geheimwissenschaften im Islam* (Leiden, 1972; Hb der Orientalistik. I. Abt., Erg.-Bd. VI, 2).

20. Widengren, Geo, *The Ascension of the Apostle and the Heavenly Book (King and Saviour III)*. (Uppsala, Leipzig, 1950; Uppsala Universitets Arsskrift, 1950:7).

Frage stellen. Es ist zu erwägen, ob nicht ein späterer Herausgeber des Textes anlässlich einer Überarbeitung den ursprünglichen Titel aufgrund der Fundgeschichte abgeändert haben könnte. Für eine derartige Titeländerung gibt es sogar konkrete Anhaltspunkte im Text. Der als Übersetzer und Kommentator der Schrift genannte Priester Sājiyūs (?) aus Nābulus, über dessen Identität nach wie vor noch Unklarheit besteht,[124] erwähnt an zwei Stellen, Balīnūs selbst habe seinem Werk den Titel *al-Jāmiʿ li-l-ashyā'* gegeben, was man ungefähr mit *Kompendium* wiedergeben könnte. Es wäre demnach möglich, dass der jetzige Titel der Schrift nicht original ist, sondern auf jenen Sājiyūs zurückgeht.

Mehr lässt sich hierzu im Augenblick nicht sagen. Es ist zu hoffen, dass eine zukünftige vergleichende Betrachtung der arabischen Hermetica auf breiterer Textgrundlage auch Licht in diese Frage bringen wird. Unsere Aufgabe war hier die zusammenfassende Auswertung des derzeit erreichbaren Materials zur Fundgeschichte des *Sirr al-khalīqa*. Der Beitrag möchte aber zugleich verstanden werden als Hinweis und Anregung zur weiteren Beschäftigung mit einem noch kaum erforschten Gebiet der spätantiken Tradition.

124. Vgl. zu ihm P. Kraus: *Jābir ibn Ḥayyān*, a.a.O. 272 f.

Verzeichnis der abgekürzt zitierten Literatur

Sezgin, *GAS* = Sezgin, Fuat: *Geschichte des arabischen Schrifttums*. Bd. I ff. (Leiden, 1967 ff.)

1. Berthelot, Marcellin, *Collection des anciens alchimistes Grecs*. 3 Bde. (Paris 1887-88; Nachdr. Osnabrück, 1967).

2. — *La Chimie au Moyen Age*. 3 Bde. (Paris, 1893; Nachdr. Osnabrück, Amsterdam, 1967).

3. Bidez, Joseph und Franz Cumont, *Les mages hellénisés. Zoroastre, Ostanès et Hystaspe*. 2 Bde. (Paris, 1938).

4. Blochet, E., "Études sur le gnosticisme musulman", *Rivista degli Studi Orientali* 4 (1911-12), 47-79; 267-300. (Die übrigen Teile der Arbeit, eb. 2 (1909), 717-756; 3 (1910), 177-203; 5 (1913), 5-67, wurden nicht benutzt.)

5. Festugière, A. J., *La révélation d'Hermès Trismégiste. I. L'astrologie et les sciences occultes* (Paris, 1950²).

6. Ganszyniec, R., "Der Ursprung drr Zehngebotetafeln", *Arch. Religionswissenschaft*, 22 (1923-24), 352-356; (Nachtrag zu einer mir nicht zugänglichen gleichnamigen Studie, Berlin, 1920).

Schöpfung, den Ursachen der Natur, dem Anfang und den Eigenschaften der Dinge, wobei man unter "Wissenschaften" offenbar Schriften mit entsprechenden Titeln[120] zu verstehen hat. Bei Balīnūs lautet die Aufschrift des Buches:[121] *Geheimnisse der Schöpfung und Ursachen der Dinge.* Da die Kosmologie des Balīnūs gewöhnlich unter dem Titel *Geheimnis der Schöpfung* – bisweilen auch *Buch der Ursachen* – überliefert wird, schliesst Plessner im Anschluss an Ritter, die Beschreibung des Fundes im *K. al-Isṭamāṭis* enthalte eine Anspielung auf das *Sirr al-khalīqa*,[122] letzteres scheine somit "die älteste der Schriften dieses Kreises" zu sein.[123]

Indem Plessner dem Argument der Übereinstimmung der Titel so viel Gewicht beimisst, vernachlässigt er eine ganze Reihe von Evidenzen, welche eine umgekehrte Entwicklung wahrscheinlicher machen. Eine Übertragung der Fundgeschichte von Hermes auf Apollonios, Hand in Hand mit der Erweiterung des Berichtes um Säulen- und Tafelmotiv entsprechend den neuen Verhältnissen und dem Bedürfnis nach Integration der *Tabula Smaragdina* erscheint uns um vieles logischer als der entgegengesetzte Weg. Ausschaltung des Apollonios und Einsetzung des Hermes als Offenbarungsempfänger unter Beseitigung beider Motive, welche Hermes als Geber ausweisen, dazu eine Erweiterung der Vision der Vollkommenen Natur – eine derart raffinierte Umgestaltung der Erzählung wird man bei genauer Überlegung nicht ernsthaft erwägen können.

Damit stellt sich das Problem der übereinstimmenden Titel von neuem. Eine einfache Antwort darauf bietet sich vor der Hand nicht an, doch sind wir in der Lage, eine Beobachtung mitzuteilen, welche möglicherweise bei eingehenderer Untersuchung zu einer Lösung führen könnte. In beiden Texten wird am Ende im Anschluss an die Titel des Bücherfundes als zusätzliche Offenbarung der Gegenstand der jeweils sich anschliessenden Schrift genannt: Hermes will das *Buch über die Naturen der sich bewegenden Tiere* aus dem Versteck hervorgeholt haben, Balīnūs gibt an, er habe durch den Fund die Kenntnis der Zusammensetzungen und Mischungen der Naturen erlangt. Deutet dies nicht darauf hin, dass *Geheimnis der Schöpfung* usw. als stereotype Wendung, als fester Bestandteil der Offenbarungsgeschichte aufzufassen ist, während der spezielle Inhalt der geoffenbarten Schrift einfach am Schluss hinzugesetzt und damit die Beglaubigung auf den konkret vorliegenden Text ausgedehnt wird?

Verfolgt man diesen Gedanken weiter, muss man schliesslich auch die Berechtigung des Titels *Geheimnis der Schöpfung* für die Balīnūs-Schrift in

120. Bzw. mit entsprechendem Inhalt.

121. Da die Tafel in der *Isṭamāṭis*-Fassung nicht vorkommt, kann ihr Titel hier ausser acht gelassen werden.

122. Ritter formuliert dies allerdings behutsamer: der Titel des Buches entspreche genau dem, was Hermes ergründen wollte, (10b) LVIII.

123. Plessner (11) 95.

lässt sich ohnehin nicht abgrenzen.[114] Vielmehr fehlt es dem *Sirr al-khalīqa* an dem, was – neben dem Namen Hermes – allein die Zuordnung zu den hermetischen Schriften rechtfertigen würde, am Offenbarungscharakter.[115] M. a. W., der nüchtern-wissenschaftliche Tenor der Schrift rechtfertigt keine Berufung auf eine Autorität der okkulten Wissenschaften und erfordert auch keine Legitimation durch Offenbarung. Der Fundbericht des *Sirr al-khalīqa* erscheint demnach als rein literarische Fiktion. Dem Autor ging offenbar das Verständnis für den ursprünglichen Sinn der Echtheitsbeglaubigung schon so weit ab, dass er unbekümmert eine Fundgeschichte aus einem wirklichen Geheimtext wie dem *K. al-Isṭamāṭis* als Topos einer naturwissenschaftlichen Abhandlung voranstellte. Die ausserordentliche Häufung der Motive spiegelt gleichfalls diese Dekadenz wider.

Dennoch ist die Offenbarungsgeschichte im Werk des Balīnūs nicht ganz ohne Funktion. Dem Autor lag offenbar daran, einen echten hermetischen Geheimtext mit seiner Enzyklopädie zu vereinigen, eben die *Tabula Smargdina*.[116] Dass Balīnūs selbst den Tafeltext unmittelbar für das *Sirr al-khalīqa* formuliert haben sollte, erscheint angesichts des kompilatorischen Charakters des gesamten Werkes kaum vorstellbar.[117] Man muss wohl davon ausgehen, dass ihm bereits eine ältere Fassung der Formel vorlag, u. zw. mit einer entsprechenden Einführungsvision, da ja in die Geschichte des Bücherfundes die gesamte mit der Vorstellung von der alchemistischen Himmelstafel verbundene Thron-Vision eingeschoben ist. Wäre es dem Autor nur darum gegangen, zusätzlich einen eigenen Text zu lancieren, so hätte es dazu nicht dieses neuen Motivs bedurft, welches überdies, wie wir sahen, den logischen Ablauf der Handlung stört.[118] Die Existenz eines Visionsberichtes für die Tafel mag den Autor mit veranlasst haben, auch für das Buch die Offenbarungsgeschichte seiner Quelle beizubehalten, auf dass durch die gemeinsame Fundgeschichte beide Texte umso fester verbunden würden.

Mit unserer Auffassung von der Abhängigkeit des *Sirr al-khalīqa* vom *K. al-Isṭamāṭis* aufgrund des Befundes der Beglaubigungsgeschichten befinden wir uns im Gegensatz zu den Ergebnissen von Plessner.[119] Da Plessner in seiner Beweisführung von den Titeln der aufgefundenen Bücher ausgeht, müssen diese hier noch einmal genauer ins Auge gefasst werden. Der Hermes-Fund soll aus vier Wissenschaften bestanden haben, den Geheimnissen der

114. Nach Festugière, eb. 355.

115. Vgl. Plessner: *Hermes Trismegistus and Arab Science*, a.a.O. 47.

116. Vgl. Plessner (11) 97.

117. Ruska meint demgegenüber, hier stehe der Urtext der *Tabula Smaragdina* "an seinem richtigen Ort und in seinem ursprünglichen Zusammenhang", (16) 156.

118. So gegen Plessner, a.a.O. 97.

119. Eb. 94 f.; ders. (10b) 199, Anm. 4; ders. in: EI² III, 464a. Er beruft sich auf die unveröffentlichte Studie von H. Ritter.

Makro- und Mikrokosmos,[110] in deren Verlauf eine Klassifizierung der drei bzw. vier Arten von Ursachen vorgenommen wird (f. 6a-b). Eine entsprechende Einteilung findet sich in fast wörtlicher Übereinstimmung in der Einleitung zum *Sirr al-khalīqa* wieder. Zum zweiten ist die in *Isṭamāṭis* aus der Erläuterung der Ursachen entwickelte Definition der Kategorien Handlung, Subjekt, Objekt und Wirkung der Handlung nebst der Bestimmung ihrer jeweiligen Stellung zueinander (f. 6b-7a)[111] im *Sirr al-khalīqa* in erweiterter Form in die Diskussion über die Einheit Gottes eingebaut. Im Anschluss an die letztgenannte Passage ordnet der Autor des *K. al-Isṭamāṭīs* den Kategorien Subjekt und Handlung je die Wärme als männliches, bewegtes bzw. die Kälte als weibliches, ruhendes Prinzip zu und entwickelt daraus eine Theorie der Entstehung der vier Elemente aus der Vereinigung von Männlichem und Weiblichem.[112] Dieser Abschnitt steht im *Sirr al-khalīqa* am Anfang von Buch II; durch Einschübe aus anderen Quellen erweitert, dient er hier als grundlegende Theorie über die Weltentstehung. Im *K. al-Isṭamāṭis* folgen die genannten Stücke dicht auf die Fundgeschichte und stehen überdies untereinander in sachlichem Zusammenhang, im *Sirr al-khalīqa* dagegen sind sie über einen grösseren Textabschnitt verteilt und nur lose mit dem jeweiligen Kontext verknüpft. Man wird daher annehmen dürfen, dass Balīnūs aus jener hermetischen Schrift schöpfte – nicht umgekehrt – und dabei auch den Offenbarungsbericht übernahm.

Durch die Umgestaltung der Geschichte entsprechend den veränderten Voraussetzungen übernimmt nun Apollonios die Offenbarung von Hermes. Dies deutet gleichfalls darauf hin, dass zunächst Hermes als Empfänger des "Geheimnisses der Schöpfung" galt, umsomehr, als (Pseudo-) Apollonios anfänglich nicht in den Kreis jener Weisen gehörte, die mit der Hermetik in Verbindung gebracht wurden. Die Einführung der Hermes-Säule sollte wohl die Verlegung des Geschehens nach Tyana rechtfertigen.

Der Inhalt des Buches, das Apollonios von Hermes erhalten haben will, fällt aber völlig aus dem Rahmen der hermetischen Literatur; die Schrift lässt sich weder in die Gruppe der philosophisch-theologischen noch in die der populären Hermetica einordnen,[113] da sie als vergleichsweise nüchterne und trockene Abhandlung über die Aitiologie aller in der Natur zu beobachtenden Phänomene mit geheimwissenschaftlichen Fragestellungen nicht das geringste zu tun hat. Die Schwierigkeit liegt nicht eigentlich darin, dass der Inhalt mit der hermetischen Lehre nicht zu vereinbaren wäre – eine spezifisch hermetische Lehre, im Unterschied zu den Doktrinen anderer Propheten,

110. Vgl. Blochet (4) 63.
111. Eb. 64.
112. Eb. 64 f. (Text Anm. 4).
113. Zu dieser Einteilung vgl. Festugière (5) VII.

Sanctelliensis steht dafür *spelunca.* Eine weitere sachliche Bestätigung unserer Ablehnung der Grab-Interpretation ergibt sich schliesslich auch aus der *Isṭamāṭīs*-Parallele: dort fällt mit dem thronenden Hermes auch der "Aufhänger" für die Deutung der Höhle als Hermes-Grab weg.[105]

Es ist freilich zuzugeben, dass der Gedanke, die in ihrer neuen Umgebung ohne Kenntnis ihrer Herkunft nicht ohne weiteres verständliche Hermes-Gestalt als Mumie in einem Grabe aufzufassen, so abwegig nicht ist. Schon in der abendländisch-mittelalterlichen Tradition über die Fundumstände der *Tabula Smaragdina* begegnen wir auf Schritt und Tritt der Angabe, die Tafel sei in einem Grab gefunden worden.[106] Nach Pseudo-Albertus Magnus soll Alexander der Grosse den Text im Hermes-Grab entdeckt haben,[107] eine andere Überlieferung verlegt das Grab nach Hebron, wo eine Frau namens Zara die Tafel findet,[108] und noch P. Borellius führt in seinem Verzeichnis der hermetischen Schriften eine *Tabula Smaragdina in ejus manibus in sepulchro reperta* an.[109] Die genannten Beispiele lassen erkennen, wie sich aus der Versetzung des Hermes mit seiner Tafel aus dem Himmel unter die Erde Verständnisschwierigkeiten ergaben, die man schliesslich durch eine Umdeutung des Bücherverstecks in ein Grab mit Mumie aus dem Wege räumte.

Hiermit schliessen wir die Textanalyse ab. Hinsichtlich der Komposition unserer Fundgeschichte sind nunmehr folgende Ergebnisse festzuhalten: In den Bericht sind nicht weniger als vier Einzelmotive verarbeitet, welche – jedes für sich – in vergleichbaren Texten zur Legitimation einer Offenbarungsschrift ausreichen: 1. die Säule, welche den Hinweis auf den Offenbarungsspender gibt (Hermes-Standbild) und den Inhalt der Offenbarung umreisst ("Geheimnis der Schöpfung und Herstellung der Natur"), 2. der Bücherfund unter der Erde, verbunden mit 3. der Vision der Vollkommenen Natur und 4. die Vision der Tafel in der Hand des Offenbarungsgottes, verfremdet durch die Verlegung an einen irdischen bzw. unterirdischen Schauplatz.

Beim Vergleich dieser aufwendigen Komposition mit der schlichteren Echtheitsbeglaubigung im *K. al-Isṭamāṭīs*, welche mit nur zwei Motiven auskommt, wird deutlich, dass wir – wie schon mehrfach angeklungen ist – in letzterer eine Vorstufe zum *Sirr al-khalīqa* vor uns haben. Als zusätzliches Argument für die Abhängigkeit können wir inhaltlich-sachliche Übereinstimmungen zwischen den beiden durch die Fundgeschichte eingeführten Texten anführen. Im *K. al-Isṭamāṭīs* folgen auf den Fundbericht Bemerkungen über

105. Ruska erwähnt das *K. al-Isṭamāṭīs* nur in den Nachträgen (eb. 234), einen Vergleich der Texte hat er nicht durchgeführt.

106. Vgl. Ruska, eb. 115 f.

107. Vgl. H. Kopp: *Beiträge zur Geschichte der Chemie* (Braunschweig, 1869), 378, Anm. 31; Lippmann (9) I, 57; Ruska, a.a.O. 218 (nach Athanasius Kircher).

108. Vgl. Kopp, eb.; Haupt, a.a.O. 374, Anm. 12; Lippmann (9) II, 208; Ruska, eb. 116.

109. *Bibliotheca Chimica* (Heidelberg, 1656; Nachdr. Hildesheim, 1969), 110.

der Offenbarungsmotive zusätzlich eine inhaltliche Verankerung für die *Tabula Smaragdina* schaffen, die sich als relativ kurzer Text durch ihre exponierte Stellung am Schluss der Schrift in ständiger Gefahr befindet, abgetrennt zu werden. Zugleich macht die kontaminierte Fundgeschichte deutlich, worin der Verfasser das Verbindende zwischen den beiden Texten sah: Während das Buch die Geheimnisse der Schöpfung, d. h. den Aufbau der Welt und ihre natürlichen Mechanismen, lehrt, liefert die Tafel als Ergänzung des theoretischen Teils die Anweisung zur praktischen Nutzung jenes Wissens, zur Nachahmung der Natur.[98]

Die Verbindung der beiden Offenbarungsmotive zu einem in sich geschlossenen Bericht ist dem Autor freilich nur unvollkommen gelungen. Angesichts der veränderten Umstände – der Offenbarungsspender ist nunmehr in Gestalt des thronenden Hermes selber anwesend – ist an ein Ausgraben des Buches nicht mehr zu denken, andererseits hält Hermes bereits einen Offenbarungstext in der Hand. Daher verfällt der Autor auf den Ausweg, das Buch einfach zu Füssen des Hermes auf den Boden zu plazieren. Mit dem Mangel der Geschichte an innerer Logik ist es auch zu erklären, dass mit grosser Hartnäckigkeit an der Auffassung festgehalten wird, die Fundstätte sei ein Grab. Fraglos lassen sich hierfür gute Gründe und reichliche Parallelen anführen; denn echte Bücherfunde in Gräbern sind zweifellos gar nicht so selten vorgekommen[99] und haben ein gut Teil zur Glaubwürdigkeit fingierter Funde beigetragen.[100] So führt Ruska Berichte über Bücherfunde in Gräbern aus arabischen Quellen[101] zur Begründung seiner Ansicht an, die unterirdische Kammer stelle das Grab des Hermes vor,[102] die thronende Gestalt seine Mumie ("ägyptische Staatsleiche").[103] Damit erhebt sich für ihn die Frage, "wie und wo man zuerst auf den Gedanken gekommen ist, das Grab des Hermes nach Tyana zu verlegen".[104] Ungeachtet der grossen Zahl von Parallelen zum Bücherfund im Grab ist eine solche Fragestellung müssig; denn unser Text weiss nichts von einem Grab. Der arabische Terminus *sarab* wird u. W. nicht in der Bedeutung "Grab" verwendet, sondern dient zur Bezeichnung von natürlichen und künstlichen unterirdischen Höhlen, Tunnels, Wasserleitungen; in der lateinischen Übersetzung des *Sirr al-khalīqa* von Hugo

98. Vgl. Kraus: *Jābir ibn Ḥayyān*, a.a.O. 302 f.

99. S. Speyer (17) 43 ff.; vgl. auch weiter oben.

100. Z. B. Bücherfunde im Dardanus-Grab (Speyer, eb. 72 f.); Entdeckung des *Compendium aureum* des Flaccus Africus im Grab des Perserkönigs Kyranis (eb. 73 f.; Festugière (5) 203, 323; H. Haupt: "Zu den Kyraniden des Hermes Trismegistos", *Philologus*, 48 (1889), 372); Auffindung der *Capsula eburnea* im Grab des Hippokrates durch Caesar (K. Sudhoff: "Die pseudohippokratische Krankheitsprognostik nach dem Auftreten von Hautausschlägen", *Arch. Gesch. Med.* 9 (1916), 85 ff.).

101. (16) 61 ff.

102. Eb. 67, 114, 131, 138, 156; ebenso Plessner (11) 91, 97.

103. Ruska, eb. 115.

104. Eb. 166.

welche er vor den Menschen verborgen habe.[95]

Durch die Krates-Parallele ist hinlänglich klar geworden, dass die Vision des Offenbarungsgottes mit der Tafel in der Hand im Himmel stattfindet.[96] Wenn wir nun dem thronenden Greis im *Sirr al-khaliqa* nicht mehr in seiner angestammten Umgebung, d. h. im Himmel, sondern in einem unterirdischen Versteck wiederbegegnen, so können wir uns nicht mit Widengrens Erklärung zufriedengeben, dass in der Geheimwissenschaft Himmelswanderung und Unterweltswanderung einander beständig entsprächen,[97] wobei die erste Vorstellung im mesopotamischen, die zweite im ägyptischen Kulturkreis entstanden sei. Abgesehen davon, dass Balīnūs' Eindringen in das Versteck nicht ohne weiteres mit einem Abstieg in die Unterwelt gleichgesetzt werden kann, wird eine solche Deutung der komplizierten Struktur der Rahmengeschichte nicht gerecht. Der Greis ist in der Schatzhöhle einfach fehl am Platze, das Motiv wurde vom Autor des *Sirr al-khaliqa* aus einem sinnvollen Kontext herausgelöst und in ein fremdes Milieu verpflanzt, in welchem seine ursprüngliche Funktion teilweise verschleiert wurde.

Wie ist es dazu gekommen? Das *Sirr al-khalīqa* besteht aus zwei im Umfang wie in inhaltlich-sachlicher Hinsicht völlig verschiedenartigen Texten. Den umfangreichen Hauptteil des Werkes bildet eine populäre naturwissenschaftliche Enzyklopädie in Form einer Kosmogonie, an welchen ohne unmittelbar einsichtige innere Beziehung eine alchemistische Geheimformel angehängt ist, eben die schon mehrfach erwähnte *Tabula Smaragdina*, welche in enigmatischer Form das Grosse Werk zu lehren vorgibt. Aus den bisherigen Ergebnissen kann man wohl schliessen, dass für einen jeden dieser heterogenen Teile eine gesonderte Offenbarungsgeschichte existiert hat : Das Buch wird – entsprechend der *Isṭamāṯis*-Erzählung – aus der Erde ans Licht gebracht, die *Tabula Smaragdina* wie die Krates-Tafel in einer Vision im Himmel erschaut. Die Fundgeschichte in ihrer jetzigen Form spiegelt den Vorgang der Vereinigung beider Texte wider. Sie sollte offenbar durch die Verquickung

95. Text bei Berthelot, a.a.O. 3 (Übersetzung eb. 46 f.); vgl. Ruska: *Arabische Alchemisten I*, a.a.O. 17f. ; ders. (16) 52; Reitzenstein: *Himmelswanderung und Drachenkampf*, a.a.O. 37-39; Festugière (5) 321 f. ; Speyer (17) 74.

96. Vgl. Widengren (20) 81. Er verweist auf Daniels Gottesvision (*Dan.* 7, 9), vgl. dazu auch Speyer (18) 72, Anm. 4. Ein ähnliches Motiv auch in der alchemistischen Allegorie *K. al-Shams al-akbar* des Balīnās (erhalten in einem Kommentar von al-Jildakī), wo der Sonnensohn im Paradies von einer Kanzel aus alchemistische Weisheit lehrt, eine Tafel aus gelbem Hyazinth in der Hand haltend (vgl. Ullmann (19) 173 f.). Als Gesetzestafeln spielen die himmlischen Tafeln im religiösen Bereich eine besondere Rolle (vgl. Widengren, eb. passim; Lippmann (9) II, 206). Bekanntestes Beispiel: die jüdischen Gesetzestafeln (s. Leipoldt, Morenz (8) 317), von denen der *Fihrist* (ed. Flügel, 22) behauptet, sie seien in Flammenschrift auf grüne Tafeln geschrieben gewesen (ein antiker Beleg für die Anschauung, dass der Dekalog auf Saphir geschrieben war, bei Ganszyniec (6) 354).

97. (20) 80, Anm. 4, unter Bezug auf Reitzenstein: *Alchemistische Lehrschriften und Märchen bei den Arabern*, a.a.O. 80, Anm. 2.

die Weisheit des Hermes enthalten haben sollen,[86] in die gleiche Kategorie einzuordnen wie der Bücherfund im *K. al-Isṭamāṭis*. Dass es sich mit der *Tabula Smaragdina* anders verhält, ergibt sich aus der Betrachtung ihres weiteren Kontextes. Sie gehört nämlich – im Unterschied zu den zuvor genannten Schrifttafeln – zum Typ der himmlischen Tafeln, jenen Offenbarungsträgern, welche auf visionären Himmelswanderungen in der Hand des Offenbarungsgottes erschaut werden.[87]

Aufschluss über die Herkunft des Motivs gibt eine weitere Offenbarungsgeschichte. Im *K. Qirāṭis al-Ḥakim*, dem alchemistischen *Buch des Weisen Krates*, sehen wir den Topos nämlich noch in seiner richtigen Umgebung. Diese Parallele ist zwar seit langem bekannt[88] und wird immer wieder zum Vergleich angeführt,[89] doch hat bislang niemand den Versuch unternommen, den Krates-Text konsequent für die Interpretation der Fundgeschichte im *Sirr al-khalīqa* zu verwerten.[90] Während eines Gebetes im Serapeion wird Krates in den Himmel entrückt, wo er einen schönen Greis,[91] mit weissen Kleidern angetan, auf einer Kanzel *(minbar)* thronen[92] sieht; in der Hand hält er eine leuchtende,[93] mit einer Inschrift versehene[94] Tafel. Auf seine diesbezügliche Frage erhält Krates die Auskunft, dies sei Hermes Trismegistos; der Text *(muṣḥaf)* in seiner Hand enthalte alle jene Geheimnisse,

86. Vgl. Berthelot (2) II, 328; Lippmann (9) I, 56 f. ; Ruska (16) 43.

87. Ausser der gleich ausführlich zu besprechenden Krates-Parallele gehört hierher noch die in sieben Sprachen abgefasste, leuchtende Tafel, welche Ostanes auf seiner Himmelsreise erblickt (*K. al-Tāj* bei Berthelot (2) III, 84 ff., Übersetzung eb. 120 ff.; vgl. Reitzenstein: *Hellenistische Wundererzählungen*, a.a.O. 116; ders.: *Alchemistische Lehrschriften und Märchen bei den Arabern* (Giessen, 1923; RVV XIX 2), 74; Lippmann, a.a.O. 334; Blochet (4) 273 f. ; Bidez, Cumont (3) II, 349 ff.).

88. Zuerst erwähnt von Ritter (15) 123.

89. Vgl. Ruska (16) 52; Plessner (11) 93, Anm. 1; Widengren (20) 80 f.

90. Ruska (a.a.O. 164) spricht zwar mit Bezug auf die Krates-Tafel von einem "Urbild der Tabula Smaragdina", ohne indes den Gedanken weiter auszuführen.

91. Zum Motiv des Greises als Vermittler alter Weisheit vgl. Ganszyniec: *Studien zu den Kyraniden I*, a.a.O. 365; Speyer (17) 72.

92. Das Motiv des von der Kanzel *(Kathédra)* oder dem Thron herab lehrenden Gottes oder Meisters begegnet im geheimwissenschaftlichen Schrifttum häufig. Z. B. erfolgt die Offenbarung des Asklepios an den Arzt Thessalos vom Thron des Gottes im Tempel aus (s. Festugière: "L'expérience religieuse du médecin Thessalos", *Revue Biblique*, 48 (1939),49); der Alchemist Komarios unterrichtet Kleopatra von einer Kanzel herab (Text bei Berthelot (1) III, 279 und Reitzenstein: Zur Geschichte der Alchemie und des Mystisismus, *Nachr. Göttingische Gesellsch. Wiss., phil.-hist. Kl.* 1919, 24; vgl. Bidez, Cumont (3) I, 39, 98). Reitzenstein deutet die Szene als Beschreibung eines Bildes, "wie es in Prachthandschriften des Altertums durchaus möglich ist" (a.a.O. 13, 25 f.).

93. Korr. nach Ruska: *Arabische Alchemisten I* (Heidelberg, 1924; Heidelberger Akten der von-Portheim-Stiftung 6), 17, Anm. 6.

94. Die Übersetzung bei Berthelot (2) III, 46 für *fīhi kitābun*, "sur laquelle était placé un livre" trifft den Sinn der Stelle nicht, da der Terminus *kitāb* hier nicht als "Buch", sondern allgemeiner als "Geschriebenes" aufzufassen ist (vgl. Widengren (20) 81, Anm. 3: "writing").

sei in der Ursprache, dem Syrischen, abgefasst gewesen, wird vom Text des *Sirr al-khaliqa* nicht gestützt,[79] so dass Widengrens diesbezügliche Schlüsse auf die Herkunft des Tafeltextes[80] nicht zulässig sind.

Ausserdem versperrt sich Widengren selbst den Weg zum Verständnis der Zusammenhänge, indem er die Eigenständigkeit des Bücherfund-Motivs nicht erkennt und deshalb die Parallele im *K. al-Isṭamāṭis* nur flüchtig streift. Offenbar hängt dies damit zusammen, dass er irrtümlich annimmt, auch in der *Isṭamāṭis*-Fassung trete der Greis mit der Tafel auf, sie unterscheide sich demnach im Motivbestand nicht wesentlich von der Fundgeschichte des *Sirr al-khaliqa*.[81]

Die dargelegten Unzulänglichkeiten führen Widengren bei der Trennung der Motive zu einem unzutreffenden Ergebnis. Er vertritt nämlich die Auffassung, zuerst sei in der Fundgeschichte nur von der Tafel die Rede gewesen;[82] als im Laufe der Zeit Tafeln als Schreibmaterial obsolet zu werden begannen, habe man zur Tafel als blosse Verdoppelung das Buch hinzugefügt.[83] Ein solcher Schluss lässt sich angesichts der *Isṭamāṭis*-Paralelle nicht aufrechterhalten. Vielmehr ist das Buch ein ursprünglicher Bestandteil der Fundgeschichte und hat ebenso wie die Tafel eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen[84] – Buch und Tafel lassen sich hier n i c h t beliebig austauschen.

Die Entscheidung darüber, ob Schreibmaterial und äussere Form bei der typologischen Einordnung einer bestimmten Offenbarung von Bedeutung sind, kann nur der jeweilige Kontext ermöglichen. Bei jenem Offenbarungstyp, den wir oben im Zusammenhang mit dem *K. al-Isṭamāṭis* eingehend behandelt haben, dem Bücherfund unter der Erde bzw. in Tempeln, ist es in der Tat gleichgültig, ob der Text auf einer Buchrolle, einer Säule, einer Tafel o. ä. aufgeschrieben ist.[85] Demzufolge sind etwa die Tafel mit dem 64. Kapitel des *Totenbuches* (vgl. o.) oder die Tafeln des Astrologen Nechepso, welche

79. Es handelt sich vielleicht um einen Reflex der Säuleninschrift "in der Ursprache".

80. (20) 83.

81. Eb. 82 f. Es handelt sich offenbar um ein Missverständnis aufgrund von Plessners Feststellung (11) 93, in der Fassung, in welcher Hermes selbst als Entdecker des vergrabenen Buches auftritt, könne der thronende Greis natürlich nicht vorkommen, da letzterer ja gleichfalls als Erscheinungsform des Hermes Trismegistos aufzufassen sei.

82. A.a.O. 79. Widengrens erläuternder Zusatz "as in the *Tabula Smaragdina*" lässt wiederum den Einfluss seiner unzutreffenden Ansicht über das höhere Alter des selbständigen Tafeltextes erkennen.

83. Eb. Mysteriös ist seine nachfolgende Anmerkung: "By the way, we note, that the contents of this mysterious book, to judge from its name, must be identical with that well-known Hermetic piece of writing, the *Sirr al-khalīkah*, the Secret of Creation". Es hat den Anschein, dass Widengren sich nicht darüber im klaren war, dass der von ihm analysierte Text mit dem "wohlbekannten" *Sirr al-khalīqa* identisch ist !

84. Es ist Widengren offenkundig entgangen, dass hier z w e i Offenbarungstexte eingeführt werden.

85. Vgl. Speyer (17) 22.

der Vollkommenen Natur fehlen ebenfalls, so dass als einziges Motiv für das Erscheinen des Geistes die Anweisung für die Herstellung des Windlichtes übrigbleibt – eine etwas dürftige Begründung, möchte man meinen.

Die auffälligste Abweichung von der früher besprochenen Geschichte besteht aber in Folgendem: Beim Betreten des unterirdischen Verstecks sieht sich Balīnūs einem Greis auf goldenem Throne gegenüber; dieser hält eine Smaragdtafel in der Hand, vor ihm liegt ein Buch. Der Thronende ist nicht mit Namen genannt, doch findet die naheliegende Vermutung, es müsse sich um Hermes Trismegistos selbst handeln, ihre Bestätigung bei der Rekapitulation der Fundgeschichte im Nachwort des Werkes. Auf Hermes zielt auch die Angabe, die Tafel in seiner Hand bestehe aus Smaragd, gilt doch der Smaragd als Stein des Hermes-Merkur.[74]

Schon Ritter hatte einen Paralleltext zum Motiv des thronenden Hermes zum Vergleich angeführt,[75] doch zog er daraus keine Rückschlüsse auf die Komposition der Schrift. Die ausdrückliche Feststellung, dass hier offenbar eine Unstimmigkeit in der Überlieferung vorliege, ist Widengren zu verdanken.[76] Er bezog allerdings seine Kenntnis unserer Schriften ausschliesslich aus "zweiter Hand", vornehmlich aus den Arbeiten von Ruska und Plessner. Dabei haben sich verschiedentlich Missverständnisse ergeben, weshalb hier ein kurzer Exkurs zur Richtigstellung einiger Punkte angebracht erscheint.

Widengren konzentriert sein Interesse ganz auf das Motiv der Tafel; daher geht er bei der Behandlung unserer Frage von jener selbständig überlieferten arabischen Fassung der *Tabula Smaragdina* aus, die bereits Ruska an den Anfang seiner Untersuchung zur arabischen Tafel-Version gestellt hatte.[77] Aus dem Eingangssatz der *Tabula* ("I have found these words of wisdom at the end of the Book of Balīnās, the sage"[78]) geht jedoch eindeutig hervor, dass der selbständige Tafeltext aus dem *Sirr al-khalīqa* herausgelöst ist, also eine jüngere Tradition darstellt, welche für die Ermittlung der ursprünglichen Gestalt des Motivs somit ohne Wert ist. Die Angabe, die Tafel

74. Ruska eb. 116. Lippmann (9) II, 207, macht darauf aufmerksam, dass in erweitertem Sinne jeder grüne Stein als Smaragd bezeichnet sein könne. Interessanterweise führt Abū Maᶜshar in seiner Planetenreihe der Metalle beim Merkur den Smaragd anstelle eines Metalls an (griechischer Text bei Berthelot (1) 80, 85).

75. (15) 123; (10b) LVII.

76. (20) 79 ff.

77. Vgl. (16) 112 ff. Zur Kritik an diesem Vorgehen s. Plessner (11) 88, Anm. 6; P. Kraus: *Jābir ibn Ḥayyān. Contribution à l'histoire des idées scientifiques dans l'Islam* II (Le Caire, 1942; Mémoires présentés à l'Institut d'Égypte 45), 281, Anm.

78. S. Widengren (20) 77. Überdies lehrt der Vergleich mit der ältesten Version des *Sirr al-khalīqa*, welche ihrerseits mit dem Tafelzitat bei Jābir b. Ḥaiyān (*K. Usṭuquss al-uss II*, ed. E. J. Holmyard: *The Arabic Works of Jābir ibn Ḥayyān* (Paris, 1928), 90) im wesentlichen übereinstimmt, dass der selbständig tradierte Text eine jüngere, mehrfach interpolierte Überlieferungsstufe darstellt (vgl. M. Plessner, a.a.O.).

usw. gleichzustellen.[66] Einen Sonderfall stellt jene Säule in der *Physikà kai Mystiká* des Pseudo-Demokrit dar, welche als Versteck der alchemistischen Geheimformel des Ostanes fungiert.[67]

Weitaus häufiger als von vergrabenen Büchern wird von Säulentexten berichtet, sie seien in verschollenen Sprachen abgefasst und mit altertümlichen oder barbarischen Schriftzeichen geschrieben,[68] ein Topos, der auch im *Sirr al-khalīqa* verwendet ist. Die Inschriften auf der Brust der Statue, resp. auf der Säule, sind in "Urschrift" bzw. "Ursprache" abgefasst. Bei dem Wettstreit um die Anerkennung als Ursprache erringt gewöhnlich das Syrische bzw. Aramäische als Sprache des Urvaters Adam die Palme;[69] Vermutungen über die Identität von Ursprache und Urschrift sind hier jedoch müssig, weil die Substanz des Topos, Erfahrungen mit Keilschrift- und Hieroglyphen-Inschriften, bereits völlig in Vergessenheit geraten ist: Den Einwohnern Tyanas bereitet es offenbar nicht die geringsten Schwierigkeiten, die Inschriften zu lesen und zu verstehen.[70] Die erste Aufschrift kennzeichnet die Statue als ein Abbild des Hermes, wodurch die Herkunft der versprochenen Offenbarung kundgetan wird, die zweite liefert ergänzende Informationen über den Inhalt der Offenbarung und über die Art und Weise, sie zu erlangen. Somit hat das Säulenmotiv, welches ursprünglich schon allein zur Charakterisierung eines Offenbarungstextes ausreichte (vgl. die *Kyraniden*), im *Sirr al-khalīqa* seine Eigenständigkeit bereits so weit eingebüsst, dass ihm gerade noch die Funktion des Wegweisers zugebilligt wird.[71]

Die nachfolgende Passage deckt sich weitgehend mit dem *K. al-Isṭamāṭis*, nur dass die Vollkommene Natur als Greis beschrieben wird, dessen Äusseres dem Apollonios vollständig gleicht. Dem liegt offenbar jene Anschauung zugrunde, welche z. B. in *Apostelgeschichte* 12, 14 f. zum Ausdruck kommt, dass der Schutzgeist des Menschen als sein Doppelgänger erscheine.[72] Der Windtalisman ist im *Sirr al-khalīqa* nicht erwähnt,[73] Ritual und Beschwörung

66. Vgl. auch Reitzensteins Beobachtung, dass "Stele" (in Buchtiteln) nichts anderes als "Rezept" bedeutet, (13) 291, Anm. 2.

67. S. Berthelot (1) II, 42; Festugière (5) 229.

68. Vgl. Speyer (17) 87, 116, Anm. 33.

69. Ruska (16) 115.

70. Im Gegensatz dazu ist z. B. in der *Kyraniden*-Version des Harpokration wenigstens der Schein dadurch gewahrt, dass Harpokration einen des Griechischen kundigen kriegsgefangenen Syrer als Führer bei sich hat, welcher demzufolge in der Lage ist, ihm den Text der aus Syrien stammenden, aber mit persischen Schriftzeichen beschriebenen Säule zu verdolmetschen (vgl. Festugière (5) 322 f. ; Lindsay, a.a.O. 40 f. ; die Erläuterungen zur Stelle bei Ganszyniec: *Studien zu den Kryaniden I*, a.a.O. 363 f.).

71. Es wäre zu erwägen, ob das Vorbild der Hermen einen Einfluss auf die Vorstellung von der Hermes-Säule hatte.

72. Vgl. M. Dibelius: *Der Offenbarungsträger im 'Hirten' des Hermas*. Harnack-Ehrung (Leipzig, 1921), 171.

73. Der diesbezügliche Satz in L ist als Interpolation zu eliminieren, vgl. Ruska (16) 138, Anm. 4.

eine Identifikation aufgrund blosser Ähnlichkeit in der Schreibweise. Dennoch wollen wir im Hinblick auf die sachlichen Übereinstimmungen mit der Rahmengeschichte der *Physikà kai Mystikà* zur Diskussion stellen, ob sich hinter dem Lehrer des Hermes in unserem Bericht vielleicht der Magier Ostanes verbergen könnte, welcher in der Spätantike als anerkannte Autorität auf dem Gebiete der Geheimwissenschaften galt. Die alchemistische Literatur kennt jedenfalls verborgene Bücher des Ostanes, man vergleiche den syrisch überlieferten Brief von Pebechios an den Magier Osron.[60] Von einer Verbindung des (jüngeren) Ostanes mit dem Alexanderkreis weiss Plinius zu berichten.[61] Da eine befriedigende Klärung der Frage im Augenblick nicht möglich ist, brechen wir die Diskussion an diesem Punkt ab und wenden uns endlich der Fundgeschichte des *Sirr al-khalīqa* selbst zu, in der nunmehr Apollonios von Tyana als Offenbarungsempfänger auftritt.

Es ist nicht verwunderlich, dass auch der Neupythagoreer zum Kreise jener gerechnet wird, welche durch Bücherfunde übernatürlicher Erkenntnis teilhaftig wurden, berichtet doch sein Biograph Philostratos,[62] er habe aus der Orakelhöhle des Trophonios in Lebedeia nach siebentägigem Aufenthalt dortselbst ein Buch mit Lehren des Pythagoras ans Licht gebracht.[63] Der Bücherfund ereignet sich diesmal in Tyana, wo als Wegweiser zur Schatzhöhle eine Hermes-Statue auf gläserner (?) Säule[64] aufgestellt ist. Bekanntlich gehören Säulen zu den beliebtesten Requisiten okkulter Literatur im Altertum,[65] sind jedoch gewöhnlich – im Gegensatz zu unserer Hermes-Säule – direkt mit dem jeweiligen Offenbarungstext beschrieben, d. h. sie sind als Träger schriftlicher Offenbarung den aufgefundenen Büchern, Schriftrollen

60. Vgl. Berthelot (2) II, 309 f. ; Bidez, Cumont (3) II, 336 f. ; Festugière (5) 321; s. noch Preisendanz, a.a.O. 1619.

61. Text bei Bidez, Cumont, a.a.O. II, 11, 267; vgl. dies. eb. I, 172; Preisendan, a.a.O.

62. *Vita Apollonii* VIII 19-20, (ed. C. L. Kayser, (Leipzig 1870/71).

63. Vgl. Leipoldt, Morenz (8) 169; Speyer (17) 132; ders. (18) 147. Wie er zum Tradenten von Hermes-Schriften wurde, kann in diesem Rahmen nicht im einzelnen dargelegt werden; vgl. dazu Ullmann (19) 378 mit Anm. 4. Ausführlichere Überlegungen zu dieser Frage sind in dem noch nicht publizierten Teil der Dissertation der Verfasserin angestellt.

64. Vgl. das in griechischer Sprache erhaltene Apollonios-Pseudepigraphon, in dem sich der angebliche Verfasser rühmt, er habe in dem von ihm errichteten Tempel in Tyana eine goldene Stele aufgestellt, *Apotelesmata Apollonii Tyanensis*. Ed., latine vert. F. Nau., Patrologia Syriaca I 2 (Paris, 1907), 1374.

65. Vgl. Kroll in: RE VIII 1 (1912) 802; Ganszyniec (6) 354 ff.; Festugière (5) 230, 319 ff.; Speyer (17) 114 ff. Paradebeispiel ist die *Kyranis* des Hermes, die von Harpokration auf einer eisernen Säule entdeckt worden sein soll (Text bei F. Mély: *Les lapidaires de l'antiquité et du moyen age* II (Paris, 1898)); s. Festugière, a.a.O. 204 f. , 322 f.; J. Lindsay: *The Origin of Alchemy in Graeco-Roman Egypt* (London, 1970), 40 f.; vgl. Ganszyniec: "Studien zu den Kyraniden I", *Byzantin.-Neugriech. Jbb* 1 (1920) 355, 362 ff. Weitere Beispiele s. Bidez, Cumont (3) I, Index s.v. *stèles*; Speyer (18) 68; Ruska (16) 19 f.

zunächst sinnlos erscheinenden Buchstabenanhäufung einen aramäischen Satz zu rekonstruieren.[55]

Als Führer des Menschen und Offenbarer geheimer Gnosis steht die Vollkommene Natur in Beziehung zum Poimandres in *Corpus Hermeticum* I und zu dessen christlichem Pendant, dem Hirten des Hermas, eine Verwandtschaft, welche sich bis in die Details der Offenbarungsberichte erstreckt, wie die in allen Texten überlieferte Frage des Träumenden "Wer bist du?" illustriert.[56] Weiterhin ist hierher zu stellen der "schöne Greis", der in alchemistischen Schriften dem Adepten auf seiner visionären Himmelsreise als Führer und *Angelus interpres* dient,[57] wird doch als besonderes Merkmal der Vollkommenen Natur ihr ausserordentlich schönes Aussehen gerühmt.

Es erhebt sich nun die Frage, wie es zur Verknüpfung der beiden soeben besprochenen Motive im *K. al-Isṭamāṭis* gekommen sein mag. Dazu ist eine weitere Fundgeschichte zu vergleichen, die – leider in korruptem Zustand überlieferte – Rahmenerzählung der *Physikà kai Mystikà* des Pseudo-Demokritos. Wie Hermes, sucht auch Demokrit nach dem Tode seines Lehrers Ostanes[58] lange Zeit vergeblich nach dessen hinterlassenen Schriften; denn infolge des plötzlichen Todes des Meisters ist seine Ausbildung unvollständig geblieben. Schliesslich erscheint ihm der Dahingeschiedene im Traum und weist ihm den rechten Weg.[59] Es wäre nun zu erwägen, ob nicht auch der *Isṭamāṭis*-Geschichte als Modell ein solcher Bericht zugrunde lag, in dem der Lehrer selbst erscheint, um den Adepten auf das Versteck seiner Bücher hinzuweisen. Diese Funktion wurde dann offenbar – aus welchen Gründen auch immer – vom Lehrer auf den Schutzgeist des Schülers übertragen und damit zugleich der gesamte mit der Vorstellung von der Vollkommenen Natur verbundene Komplex in die *Isṭamāṭis*–Version eingebracht.

Die Parallele bei Demokrit führt aber noch auf eine weitere Überlegung, die allerdings nur unter äusserstem Vorbehalt vorgetragen wird, da derzeit keine schlüssigen Beweise für ihre Richtigkeit zu erbringen sind. Die arabische Namensform des Lehrers im *K. al-Isṭamāṭis*, Basṭālūs, lässt sich ohne allzu bedenkliche Künstelei mit griechisch "Ostanes" zusammenbringen. Freilich bestehen angesichts der durch die Eigenheiten der arabischen Schrift gegebenen Möglichkeiten der Korruption erhebliche Einwände gegen

55. "You say your incantations at the time of conversation (?), and the accident of sleep happens" (Ibn Khaldūn: *The Muqaddima*. Transl. from the Arabic by F. Rosenthal (New York, 1958), Bd. I, 213, Anm. 311).

56. Reitzenstein (13) 9 ff., 329.

57. Vgl. z. B. den Erklärer in der Ostanes-Vision, bei Berthelot (2) III, 87; Übersetzung eb. 123.

58. Zum Magier Ostanes als Lehrer Demokrits vgl. Bidez, Cumont (3) I, 167 ff.

59. Text bei Berthelot (1) II, 42 f. ; Übersetzung bei Festugière (5) 228 f., 320; vgl. Lippmann (9) I, 32; Bidez, Cumont, a.a.O. I, 203; II, 317 f. ; K. Preisendanz: Art. *Ostanes* (Nr. 8), RE XVIII 2 (1942) 1631; Speyer (17) 26 f.

Dies gelingt ihm freilich nur mit Hilfe seines Dämons, und damit kommen wir zum zweiten Motiv, der Erscheinung des persönlichen Schutzgeistes.[44]

Die Vollkommene Natur entspricht dem persönlichen Genius der Griechen[45] – die Vorstellung ist durch das Daimonion des Sokrates[46] ja allgemein bekanntgeworden. In hellenistischer Zeit gewinnt der Glaube an die Lenkung der Geschicke des Einzelnen durch einen individuellen Schutzgeist zunehmend an Bedeutung und lässt sich sowohl in der Stoa[47] als auch im Neuplatonismus[48] nachweisen. Auserwählten zeigt sich der Eigendämon in leibhaftiger Gestalt, wie dies der Historiograph Ammianus Marcellinus (XXI 14) ausdrücklich von Plotin, Hermes und Apollonios von Tyana (!) berichtet.[49] Mit der ersten Erscheinung des Geistes ist gewöhnlich die Offenbarung des ihm zustehenden Kultes und der Prozedur seiner Beschwörung verbunden.[50]

Über Wesen und Funktion der Vollkommenen Natur erteilt das *K. al-Isṭamāṭīs* erschöpfende Auskunft.[51] Nur durch die Vermittlung des Geistes, der mit dem Fixsternregenten seines Schützlings in Verbindung steht, erlangen die Philosophen wahre Erkenntnis und die Könige dauerhafte Herrschaft. Als Gegenleistung erwartet der Dämon Kult und Opfer. Alle Weisen früherer Zeiten verdankten ihr Wissen einem solchen Eigendämon; diesem zu Ehren vollzogen sie mehrmals im Jahr genau nach seinen eigenen Anweisungen Gebets- und Opferriten, wobei sie mit ihren Freunden mit den Opferspeisen eine Art "Liebesmahl" feierten.[52] Der Name des Geistes, der ja überaus wichtig für die Beschwörung ist,[53] besteht aus vier Wörtern, welche in den Handschriften in den unterschiedlichsten Varianten überliefert sind.[54] Nach der von Ibn Khaldūn in der *Muqaddima* tradierten Lesart dieses Namens unternimmt F. Rosenthal den immerhin bedenkenswerten Versuch, aus der

44. Für die Vorstellung, dass Traumerscheinungen zur Auffindung verborgener Schriften auffordern, bietet die hellenistische Literatur zahlreiche Parallelen, s. Speyer (17) 20, 63; ders. (18) 66 f. (christliche Belege).

45. Ritter (15) 120 ff.; ders. (10b) LVI ff. Reitzenstein (14) 75 bringt die Vollkommene Natur mit iranischen Vorstellungen in Verbindung.

46. Auch im *K. al-Isṭamākhīs* wird Sokrates als Autorität für die Vollkommene Natur zitiert (vgl. (10a) 194; (10b) 205).

47. Vgl. Hopfner (7) § 123 f.; Ritter (10b) LVI.

48. Vgl. Hopfner, eb. § 126 ff. Iamblichos: *De mysteriis* IX 9, berichtet ausführlich über den Eigendämon und den Kult, welchen er beansprucht (eb. § 132 ff.); s. noch Ritter, a.a.O.

49. Vgl. Hopfner, eb. § 130 f.

50. Diese Anschauung von der Vollkommenen Natur hat auch in der späteren arabischen Literatur, weite Verbreitung gefunden, vgl. Plessner (11) 95; F. Taeschner: *Die Psychologie Qazwīnīs* (Tübingen, 1912), 54 f. ; H. Corbin: *Le récit d'initiation*, a.a.O. 153 ff.

51. (10a) 187 ff. ; (10b) 198 ff.

52. Vgl. Corbin, a.a.O. 164.

53. Vgl. Hopfner (7) § 680 ff.

54. Vgl. Plessner (10b) 199, Anm. 1.

Geber als auch als Empfänger von Offenbarungen auftreten kann.[39] Als Erfinder der Schrift gilt der ägyptische Thot zunächst als Urheber eines jeden schriftlichen Dokumentes,[40] wie u. a. die erwähnte vorgebliche Herkunft von Kapitel 64 des Totenbuches bezeugt. Auch in der demotischen Erzählung vom Königsohn Neneferkaptah[41] ist die ursprüngliche Vorstellung vom "schreibenden Gott" noch zu erkennen. Ein alter Priester in Memphis verrät dem Prinzen – gegen ein entsprechendes Entgelt –, wie er sich in den Besitz von zwei von Thot eigenhändig mit mächtigen Zauberformeln beschriebenen Tafeln setzen könne, welche auf einer Zauberinsel im Meer bei Koptos in sieben Kisten verwahrt seien. Allerdings betrifft der Vergleich in diesem Falle ausschliesslich Thot als Autor magischer Texte; eine eigentliche Offenbarung findet noch nicht statt, da die Initiative nicht von dem Gott ausgeht, sondern dieser im Gegenteil den frechen Räuber mit seinem Zorn verfolgt und ihn am Ende für seinen Frevel mit dem Tode bestraft. Doch führt uns der Schluss der Geschichte – jene verhängnisvollen Tafeln wurden dem toten Prinzen ins Grab mitgegeben – wieder zurück zu unserem Motiv des vergrabenen Buches.

In hellenistischer Zeit wird der Offenbarungsgott zum "Dreimalgrossen" Weisen Hermes, dessen Wesen sowohl göttliche als auch menschliche Züge aufweis, wobei die Übergange fliessend sind und bald der eine, bald der andere Aspekt stärker zur Geltung kommt.[42] Wenn z. B. Pseudo-Manetho behauptet, er habe seine astrologische Lehre von den heiligen Büchern und Stelen abgeschrieben, welche Hermes mit eigener Hand niedergeschrieben und in den Heiligtümern verborgen habe,[43] so betont er damit eher die göttliche Seite. Im *K. al-Isṭamāṭis* dagegen sind die Züge des alten Offenbarungsgottes weitgehend verblasst. Hermes wird als Mensch vorgestellt, der sein gesamtes Wissen der Belehrung durch seinen Meister Basṭālūs verdankt. Als der Unterricht (durch das Ableben des Meisters?) ein Ende findet, ehe Hermes seine Kenntnisse vervollständigen konnte, muss er verzweifelte Anstrengungen unternehmen, wenigstens die Aufzeichnungen des Lehrers an sich zu bringen.

39. Die konkurrierenden Vorstellungen vom göttlichen und vom menschlichen Hermes sind bei Widengren (eb. 81 ff.) einander gegenübergestellt.

40. Vgl. W. Kroll: Art. *Hermes Trismegistos*, RE VIII 1 (1912) 792 f.;Reitzenstein (13) 118 f.; Ruska (16) 6; Speyer in: *Jb Antike und Christentum*, 8/9 (1965/66) 91 f.

41. Die erhaltene Niederschrift stammt aus dem 2. vorchristlichen Jahrhundert, der Text selbst dürfte erheblich älter sein. Übersetzung bei G. Roeder: *Altägyptische Erzählungen und Märchen* (Jena, 1927), 140-148; vgl. Reitzenstein: *Himmelswanderung und Drachenkampf in der alchemistischen und frühchristlichen Literatur*, Festschr. für C. F. Andreas (Leipzig 1916), 39-41; ders.: *Hellenistische Wundererzählungen* (Leipzig, 1906; Nachdr. Darmstadt 1963), 114 f. Bidez, Cumont (3) I, 206; Festugière (5) 76; Leipoldt, Morenz (8) 91.

42. Vgl. Kroll, a.a.O. 799 ff.

43. *Apotelesmatika* V 1; vgl. Festugière, a.a.O.; Plessner, "Hermes Trismegistus and Arab Science", *Studia Islamica*, 2 (1954), 56; s. auch Kroll, a.a.O. 794, Widengren (20) 81 f

zwei Typen der Offenbarungsübermittlung vermengt,[32] zum einen die Auffindung eines (bzw. hier mehrerer) Geheimbuches in einer unterirdischen Kammer,[33] zum anderen die mit mündlicher Belehrung verbundene Vision des Schutzgeistes. Da nun, wie zu zeigen sein wird, diese beiden Motive ganz verschiedener Herkunft sind, d. h. ihren "Sitz im Leben" in verschiedenen Kulturkreisen haben, empfiehlt es sich, sie zunächst getrennt zu behandeln.

Beginnen wir mit dem "vergrabenen Buch". Der Topos der Wiederentdeckung eines in uralter Zeit geschriebenen Textes kehrt in unzähligen Varianten nicht nur im Bereich der hellenistischen Kultur wieder[34] und hat auch ausserhalb der okkulten Literatur seinen festen Platz unter den literarischen Topoi.[35] In der Forschung besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass ägyptische Verhältnisse die Ausbildung des Typus angeregt haben; denn nur im alten Ägypten spielten Bücher als Grabbeigaben (Kopien des *Totenbuches*) eine nennenswerte Rolle.[36]

Wenn auch tatsächliche Bücherfunde aus der Erde[37] die Voraussetzung für die Verbreitung des Motivs bildeten, so steht doch ausser Zweifel, dass es unseren Texten an diesem unmittelbaren realen Hintergrund mangelt, dass es sich also um rein literarische Fiktionen zum Zwecke der Echtheitsbeglaubigung und der Werbung handelt.[38] Darauf deutet u. a. die Beschreibung des Fundes im *K. al-Isṭamāṭīs*, aus der eine präzise Vorstellung von seinem Inhalt nicht zu gewinnen ist: In der Einleitung ist von vergrabenen Büchern des Meisters die Rede, am Schluss wird nur noch vage von vier "Wissenschaften" gesprochen, die Hermes aus dem Versteck ans Licht gebracht habe.

Hermes als Entdecker der Geheimtexte führt uns auf ein weiteres Problem, die unterschiedlichen Auffassungen von Hermes-Thot, der sowohl als

32. (14) 112.

33. Reitzenstein spricht von einem "Grabgewölbe", s. dazu weiter unten.

34. Die vollständige Erfassung aller Belege wird in der vorliegenden Arbeit nicht angestrebt; Beispiele werden angeführt, soweit sie zur Verdeutlichung des Typischen beitragen. Ansonsten ist auf Speyer (17) zu verweisen, der allerdings das Schwergewicht auf heidnische und christliche Zeugnisse aus Griechenland und Rom legt.

35. Vgl. Festugière (5) 319. Eine der frühesten Zeugnisse für die Auffindung eines heiligen Textes steht im ägyptischen *Totenbuch*, dessen 64. Kapitel in Hermopolis zu Füssen des Gottes Thot auf einer Tafel mit blauer Schrift entdeckt worden sein soll, vgl. R. Pietschmann: *Hermes Trismegistos nach ägyptischen, griechischen und orientalische Überlieferungen* (Leipzig, 1875), 20; G. Roeder: Art. *Totenbuch.*, Roschers Mythologisches Lexikon V, Sp. 1081; H. Kees: Art. *Fälschung* bei H. Bonnet: *Reallexikon der ägyptischen Religionsgeschichte* (Berlin, 1952), 180 f., mit weiteren Beispielen; Ruska (16) 8; Festugière, a.a.O. 76; Speyer (17) 112. Zu weiteren Bücherfunden s. Ganszyniec (6) 353 f.; Festugière, a.a.O. 319 ff.; Speyer (18) 67 f. und (17) passim.

36. S. Lippmann (9) I, 660; G. Widengren (20) 80; Speyer (17) 19, 43 ff., 47 f., 110 ff., 122 f.

37. Beispiele bei Speyer, eb. 142-144.

38. Vgl. Widengren, a.a.O. 77.

und bemächtigt sich des Nachlasses seines Lehrers. Bei der Aufzählung der einzelnen Bestandteile des Fundes fehlt diesmal allerdings – wohl infolge einer Textverderbnis – der vierte, die "Eigenschaften der Dinge". Statt dessen gibt Hermes an, er habe auch das vorliegende *Buch über die Naturen der sich bewegenden Tiere*, genannt *al-Madīṭis*, aus jenem unterirdischen Versteck zutage gefördert.

In abgekürzter Form findet sich die gleiche Geschichte im *K. al-Isṭamākhis*; in dieser Gestalt hat sie in echte arabische Werke Eingang gefunden, u.a. auch in das arabische Zauberbuch *Picatrix*.[28] Nach dem Zitat in der *Picatrix* wurde denn auch unsere Geschichte seit der ersten Mitteilung durch Ritter[29] in modernen Untersuchungen mehrfach besprochen.[30] Allerdings steht der Fundbericht im *K. al-Isṭamākhis* in einem völlig anderen Kontext. Er dient hier nicht als Rahmenerzählung der Legitimation des angeschlossenen Offenbarungstextes, vielmehr wird er zur Illustration der von Aristoteles vorgetragenen Lehre von der Vollkommenen Natur, dem Schutzdämon der Philosophen, angeführt.

Aus diesem Grunde ist die Vorgeschichte über den Lehrer Basṭālūs übergangen, ebenso der Bericht von den vergeblichen Anstrengungen des Hermes. So erteilt in der *Isṭamākhis*-Version wiederum erst der Geist den Rat mit dem Windlicht; die Anweisung zur innerlichen und äusserlichen Anwendung von Schweinefett als Schutz gegen die Zauberwinde fehlt ebenso wie die Angabe von Massnahmen zur Beseitigung des Talismans. Die vier Wissenschaften, welche Hermes in jener Kammer vorfinden soll, sind die nämlichen wie im *K. al-Isṭamāṭis*, und auch Name und Beschwörungsritual des Geistes sind ganz entsprechend, wenn man von geringfügigen Kürzungen absieht.[31] Der Ausgang des ganzen Unternehmens wird nicht mehr berichtet, da der Bücherfund im *K. al-Isṭamākhis* ohne Belang ist.

Aus dem Gesagten ist ohne weiteres einsichtig, dass die beiden zuletzt behandelten Offenbarungsgeschichten in der Substanz im wesentlichen übereinstimmen. Folglich können wir uns bei unserer Betrachtung ganz auf eine der beiden, die vollständigere Fassung, konzentrieren.

Schon Reitzenstein hatte darauf hingewiesen, dass unsere Fundgeschichte

28. Ed. H. Ritter (10a) 187 ff.; Übersetzung von Ritter und M. Plessner (10b) 199 ff.

29. (15) 121 f.

30. Vgl. die in der *Picatrix*-Übersetzung (a.a.O. 198, Anm. 1) aufgeführte Literatur; deutsche Übersetzung von Reitzenstein (14) 113; französische Übersetzung nebst einer tiefenpsychologischen Deutung von H. Corbin: "Le récit de l'initiation et l'hermétisme en Iran", *Eranos-Jahrbuch*, 17 (1948), 161 ff. Eine Edition des arabischen Textes der Passage noch bei Badawī: *al-Insānīya*, a.a.O. 180-184.

31. In der *Picatrix* sind die fehlenden Stellen aus *K. al-Isṭamāṭis* nachgetragen, vgl. (10b) 200, Anm. 2 und 5.

Basṭālūs, seine Bücher in einem unterirdischen Gewölbe vergraben und durch einen Talisman gesichert habe: Heftige Winde verhindern das Eindringen des Schülers in die Kammer, indem sie seine Lampe sofort zum Verlöschen bringen. 360 Jahre (!) lang bemüht sich Hermes vergeblich, das Geheimnis des Meisters zu lüften und einen Kniff (*ḥīla*) zu ersinnen, um an die vergrabenen Bücher heranzukommen. Es verdient besondere Anerkennung, dass Hermes nach mehreren ergebnislosen Versuchen auch ohne die Unterstützung höherer Mächte auf den Gedanken kommt, sein Licht mittels eines Glasgefässes gegen die Winde in der Höhle abzuschirmen. Dadurch gelingt es ihm zwar, in die Kammer vorzudringen, doch sobald er sich dort ans Graben macht, nehmen ihm die Sturmwinde den Atem, dass ihm die Sinne schwinden.

Nun weiss er sich keinen Rat mehr, wie sehr er auch über einen Ausweg nachgrübelt. Da kommt ihm im Traum[25] eine Gestalt von sehr schönem Aussehen[26] zu Hilfe. Die Erscheinung belehrt Hermes zunächst darüber, wie er seine Lampe durch ein Glasgefäss vor den Winden schützen könne – worauf er bereits von alleine gekommen war[27] – und rät ihm weiter, Nase, Lippen und Ohren mit geschmolzenem Schweinefett zu salben und ein *mithqāl* davon zu trinken, auf dass er in der Höhle nicht wieder das Bewusstsein verliere. Schliesslich verrät der Geist auch, wie die Ursache jener verzauberten Winde, ein Talisman in Form einer Statue aus Eisen, welche einen bleiernen Schlüssel in der Hand trägt, unschädlich gemacht werden kann. Hermes solle die Figur aus der Mitte des Gewölbes hervorholen und den Schlüssel mit einem Eisennagel festnageln (an der Hand?). Sogleich würden die Winde aufhören und die Kammer erleuchtet werden. Hierauf werde er ohne Mühe aus den vier Ecken vier "Wissenschaften" (*ʿulūm*) ausgraben können – offenbar sind hiermit die von Basṭālūs versteckten Bücher gemeint –, nämlich die Geheimnisse der Schöpfung, die Ursachen der Natur, den Anfang der Dinge, deren Eigenschaften.

Voll Dankbarkeit erkundigt sich Hermes: "Wer bist du?" und erhält die Antwort: "Deine Vollkommene Natur". Mit dieser Auskunft weiss Hermes offenkundig etwas anzufangen, denn er fragt sogleich weiter, ob er den hilfreichen Geist in Zukunft nach Bedarf zitieren könne und wie er dies anzustellen habe. Daraufhin offenbart die Erscheinung ihren zauberkräftigen Namen und die Details einer umständlichen Beschwörungszeremonie – den richtigen Zeitpunkt, die Ingredienzen des Opfers, die Wohlgerüche für die Räucherungen etc. Die Einzelheiten der Prozedur können wir hier übergehen.

Hermes erwacht, führt die Anweisungen der Vollkommenen Natur aus

25. Der Übergang ist ein wenig abrupt; von Einschlafen war ja vorher nicht die Rede.

26. Ansonsten sind die Aussagen über die Erscheinung recht unbestimmt, während sie im *Sirr al-khalīqa* als Greis beschrieben wird, der dem Träumenden gleicht.

27. Da die Begründung für diese Massnahme bereits bei der ersten Erwähnung des Windlichtes vorweggenommen ist, fehlt sie an dieser Stelle.

mitgeteilten Zitate (nach Ms. Paris, Bibl. Nat., ar. 2577)[18] inhaltlich eher mit *K. al-Isṭamāṭis* überein. Welche Stellung dieser dritte Text zu den beiden erstgenannten wirklich einnimmt, ist nur durch eine erneute Untersuchung der betreffenden Handschriften zu klären.

Die Beziehung jener Schriftengruppe zu unserem *Sirr al-khaliqa* ist bereits seit langem bekannt.[19] Bis heute jedoch ist die schon 1927 von Plessner mit Nachdruck geforderte vergleichende Untersuchung aller Texte, welche aufgrund der Ähnlichkeit ihrer Fundgeschichten irgendwie zusammengehören,[20] ein Desiderat geblieben. Weder ist der Wortlaut der Schriften durch kritische Editionen sichergestellt, noch wurde ein fundierter Versuch unternommen, ihre relative Chronologie zu ermitteln. So lässt sich im Augenblick nicht einmal übersehen, wieviele verschiedene Abhandlungen tatsächlich dieser Gruppe angehören, da wahrscheinlich zumindest einige unter verschiedenen Titeln überlieferte Traktate inhaltlich ganz oder doch teilweise identisch sind.[21] Zur Erhellung des gesamten Komplexes wären ausgedehnte Handschriftenstudien vonnöten, die freilich angesichts des konfusen Inhalts der Texte – handelt es sich doch bei den meisten um Zauberbücher – wenig verlockend erscheinen mögen. Erste Ansätze zur Sichtung des Materials hat Ritter als Vorarbeit zu Edition und Übersetzung der arabischen *Picatrix* unternommen, doch wurde seine Studie niemals publiziert, nur vereinzelt sind Ritters Ergebnisse durch Plessners Veröffentlichungen bekanntgeworden.[22] Auch Blochets Untersuchungen zu unserer Schriftengruppe liefern in der Frage nach der Abhängigkeit der Texte voneinander keine verwertbaren Ergebnisse.[23] Angesichts solch unbefriedigender Voraussetzungen können die nachfolgenden Ausführungen keine endgültigen Lösungen anbieten; sie sind ein Versuch, durch die Rekapitulation von im wesentlichen bereits bekannten Fakten neue Perspektiven aufzuzeigen.

Doch zurück zur Fundgeschichten-Parallele, wie sie in ihrer ausführlicheren Fassung im *K. al-Isṭamāṭis* (f. 4a ff.) zu finden ist.[24] Über den Schauplatz des Bücherfundes erfahren wir diesmal nichts, statt dessen aber werden wir über die Vorgeschichte der Entdeckung informiert. Hermes, der hier selbst als Hauptperson auftritt, berichtet, dass sein Lehrer, der Weise

18. Eb. 62 ff.

19. Den frühesten Hinweis gibt u. W. H. Ritter (15) 122; vgl. dazu auch M. Plessner (11) 93 f.

20. Eb. 94 (vgl. Ritter, a.a.O. 123).

21. Laut Plessner (12) 214 "existieren von dem Buch (d. i. *K. al-Isṭamāṭis*) verschiedene Fassungen, deren Inhalt nur zum Teil übereinstimmt und die jede noch ihr Sondergut enthält, wenn auch die gemeinsame Grundsubstanz ausser Zweifel steht".

22. Vgl. (11) 93 ff.; (12) 215 ff.

23. Vgl. (4) 62 ff., 267 ff.

24. Wegen der engen Übereinstimmung mit der *Sirr al-khalīqa* – Erzählung erübrigt sich eine wörtliche Wiedergabe des Textes; die folgende Inhaltsangabe akzentuiert besonders die Abweichungen.

befriedigend erklärt werden konnten.[11] Die hier betrachteten Traktate, *K. al-Isṭamāṭīs* und *K. al-Isṭamākhīs*,[12] werden meist zusammen überliefert;[13] sie gehören zu jenen Texten, in denen der Aristoteles der Alexandersage als Vermittler hermetischer Weisheit an seinen königlichen Schüler Alexander auftritt.[14] Die erste Schrift ist der Einleitung zufolge ein Kommentar des Aristoteles zum *Buch über die Naturen der sich bewegenden Tiere* von Hermes, auch unter dem Titel *al-Madīṭīs* bekannt,[15] der zweite enthält Zauberrezepte des Aristoteles, die Alexander auf seinem Feldzug gegen die Perser gute Dienste leisten sollen. Mit diesen Schriften ist weiterhin ein in mehreren Manuskripten erhaltenes *K. al-Usṭūṭās* verwandt. Nach Blochet, der den Titel wenig überzeugend als *Buch des Ostanes* interpretiert,[16] soll es mit *K. al-Isṭamākhīs* identisch sein,[17] doch stimmen die von Blochet aus dem *K. al-Usṭūṭās*

11. Vgl. M. Steinschneider: *Die arabischen Übersetzungen aus dem Griechischen* (Graz, 1960; Nachdruck mehrerer Arbeiten in verschiedenen Zeitschriften), § 44 (68), S. 87 ff.; F. Sezgin: *GAS* IV, 102 (Nrr. 1, 2); Ullmann (19) 374 f. Vereinzelte Versuche, die Namen als Transkriptionen griechischer Wörter zu deuten (s. Blochet (4) 62 ff.), fanden bisher wenig Zustimmung (vgl. Steinschneider, a.a.O. 87; Ruska (16) 67).

12. Steinschneider schlägt eine Ableitung aus griech. *stoicheiomatikós* vor (*Zur Pseudepigraphischen Literatur insbesondere der geheimen Wissenschaften des Mittelalters* (Berlin, 1862), 38; vgl. ders.: *Die arabischen Übersetzungen*, a.a.O. 88).

13. Die von uns benutzte Handschrift Oxford, Bodleian Marsh 556 enthält ff. 4-110b *K. al-Isṭamāṭīs*, ff. 110b-152a *K. al-Isṭamākhīs*. Das Manuskript ist nach H. Ritter (bei Plessner (12) 214) "in einem Zustand völliger Verwirrung gebunden". Bei dem Versuch, die Handschrift zu ordnen, stellte sich heraus, "dass sie aus einer Reihe von Fragmenten besteht, deren Anschlusstellen nicht mehr vorhanden sind" (vgl. auch Plessner (10b) LXIX). Zu anderen Handschriften vgl. Plessner, eb. XIV; Sezgin: *GAS* IV, 102. Ein weiteres Fragment der ersten Schrift befindet sich offenbar unter dem Titel *K. al-Madīṭīs* (s. dazu weiter unten) in der Bodleian Library (Nr. d. 221), s. A. F. L. Beeston: "An Arabic Hermetic Manuscript", *Bodleian Library Record*, 7 (1962), 12 f. Die zuletzt genannte Handschrift verdient auch noch aus einem anderen Grunde besondere Aufmerksamkeit, scheint sie doch ff. 64-75 eine arabische Version der *Kyraniden* des Hermes (vgl. dazu R. Ganszyniec: Art. *Kyraniden*, RE XX 1 (1924) 127-134) zu enthalten, die u. W. bislang nicht als solche registriert worden ist, obgleich nach Beestons Beschreibung (Anordnung nach dem griechischen Alphabet, Fundgeschichte mit Säulenmotiv, angebliche Übersetzung aus dem Syrischen, a.a.O. 19 f.) kaum ein Zweifel an der Identifikation bestehen kann. Beeston selbst ist dies offenkundig entgangen, und Ullmann erklärte noch 1972, es sei nicht gewiss, ob die *Kyraniden* je ins Arabische übersetzt worden seien (a. a.O. 14). - Nachträglich sehe ich, dass Ullmann inzwischen aufgrund seiner Untersuchung der Oxforder Handschrift die Identität des Textes ff. 64a-75b mit der *Kyranis* des Hermes bestätigt hat, vgl. seinen Aufsatz: "Neues zum Steinbuch des Xenokrates", *Medizinhistorisches Journal*, 8 (1973), 60 und Anm. 2.

14. S. Plessner: Art. *Hirmis*, EI^2 III, 464a; ders. (12) 213; F.E. Peters: *Aristoteles Arabus* (Leiden, 1958), 58.

15. Variante: *al-Malāṭīs*, so auch im *Fihrist* des Ibn an-Nadīm (ed. G. Flügel, 353); vgl. Steinschneider, a.a.O. 87; Ruska (16) 66. Die Deutung von *al-Madīṭīs* als *mathethés*, welche in der Literatur häufig begegnet, scheint auf den Oxforder Handschriftenkatalog von Uri (Oxford 1787, nicht eingesehen) zurückzugehen.

16. (4) 269.

17. Eb. 268; die zur Begründung vorgebrachten paläographischen Argumente sind jedoch alleine für die Identifikation nicht ausreichend.

sagte: 'Wer bist du, mein Wohltäter?' Er antwortete: 'Ich bin deine vollkommene Natur'.

Hocherfreut erwachte ich. Ich setzte mein Licht in ein klares Gefäss, wie er es mir befohlen hatte, und betrat die unterirdische Kammer. Da sah ich einen Greis, der auf einem goldenen Thron sass und in seiner Hand eine Tafel aus grünem Smaragd hielt. Auf der Tafel stand geschrieben: 'Dies ist die Herstellung der Natur'. Vor ihm lag ein Buch, auf dem geschrieben stand: 'Dies ist das Geheimnis der Schöpfung und das Wissen von den Ursachen der Dinge.' Ich nahm die Tafel und das Buch in aller Ruhe und verliess die unterirdische Kammer. Aus dem Buch habe ich das Wissen von den Geheimnissen der Schöpfung gelernt, aus der Tafel habe ich die Herstellung der Natur entnommen und habe das Wissen von den Ursachen der Dinge gelernt. So bin ich als ein Weiser hochberühmt geworden. Ich habe Talismane und Wunderwerke verfertigt. Ich habe die Mischungen und Zusammensetzungen der Naturen wie auch deren Gegensätzlichkeit und Harmonie verstanden".

Echtheitsbeglaubigungen wie die zitierte sind aus der spätantiken Literatur hinlänglich bekannt, so dass man nach oberflächlicher Lektüre geneigt sein mag, eine detaillierte Analyse unserer Fundgeschichte, die als Legitimation für das Buch *Sirr al-khalīqa* mit seinem Anhang, der *Tabula Smaragdina*, dient, für müssig zu erachten. Sorgfältige vergleichende Betrachtung deckt jedoch innere Widersprüche der Handlung auf, die ihre Ursache vor allem in der selbst in diesem Genre ungewöhnlichen Anhäufung von Offenbarungsmotiven haben. Die unbefriedigende Verknüpfung heterogener Motive macht es somit möglich, Einblicke in die Genese von Echtheitsbeglaubigung und beglaubigtem Text zu gewinnen.

Nehmen wir zum Vergleich eine weitere Offenbarungsgeschichte aus dem gleichen Umkreis. In unserer Geschichte geht die Offenbarung vom Dreimalweisen Hermes Trismegistos aus, wie die Inschrift der Statue am Eingang zur "Schatzhöhle" bekundet. Da der Autor sein Werk damit ausdrücklich unter die hermetischen Offenbarungsschriften einreiht, wählen wir unseren Vergleichstext – der in einer längeren und einer kürzeren Version existiert – aus den in arabischer Sprache überlieferten Hermetica, u. zw. aus einer Gruppe, welche sich durch in den Handschriften vielfach variierende exotische Titel auszeichnet, deren Herkunft und Sinn bislang nicht

geschrieben: 'Ich bin Hermes, der dreimal Weise. Ich habe dieses Zeichen öffentlich aufgestellt, jedoch in meiner Weisheit es verhüllt, damit nur ein Weiser gleich mir zu ihm gelangen kann.' Auf der Vorderseite der Säule stand in der Ursprache geschrieben: 'Wer die Geheimnisse der Schöpfung und die Herstellung[9] der Natur kennen lernen will, der schaue unter meine Füsse!'. Die Leute überlegten sich nicht, was er wohl damit meinte. Sie schauten immer unter seine Füsse und sahen nichts.

Ich war wegen meines jugendlichen Alters von schwacher Natur. Doch als meine Natur sich kräftigte und ich las, was vorn auf dem Standbild geschrieben stand, merkte ich, was er im Sinne hatte, ging hin und grub unter der Säule nach. Da stiess ich auf eine unterirdische Kammer, die völlig von Dunkelheit erfüllt war, da das Licht der Sonne nicht in sie eindringen konnte, selbst wenn sie direkt darüber aufging. Die Winde wehten darin unablässig. Da es dort so dunkel war, war es mir nicht möglich hineinzugehen; denn jedes Licht verlosch, da der Winde so viele waren.[10] Ich war demgegenüber ratlos und wurde sehr betrübt. Während ich mir mit bekümmertem Herzen überlegte, was für Mühe ich mir (umsonst) gemacht hatte, fielen meine Augen zu. Da erschien mir ein Greis, mir gleich an Form und Gestalt, und sprach zu mir: 'Erhebe dich, Balīnūs, und betritt die unterirdische Kammer hier, damit du zum Wissen von den Geheimnissen der Schöpfung gelangst und dadurch die Herstellung der Natur erreichst!' Ich erwiderte: 'Ich kann in der Dunkelheit hier nichts sehen, und ein jedes Licht verlischt mir, da der Winde so viele sind'. Er jedoch sagte: 'Setze dein Licht, Balīnūs, in ein klares Gefäss, so dass du damit den Wind von ihm abhältst und er nicht heran kann und du damit die Dunkelheit hier erleuchtest!' Darüber wurde ich seelenruhig, denn ich wusste, dass ich nun ans Ziel meiner Wünsche gelangt war. Ich

9. *Ṣanᶜat (aṭ-ṭabiᶜa)*. Der arabische Terminus lässt sich nur schwer mit einem Wort treffend wiedergeben; gemeint ist offenbar die Nachahmung der Natur durch den Menschen in der Kunst (Alchemie). Ruska übersetzt "Darstellung der Natur" (a.a.O. 138), Massignon "technique de la nature" (bei Festugière (5) 395) und - weniger korrekt - "mécanisme de la nature" (La nature dans la pensée islamique", *Eranos-Jb*, 14 (1946), 146), Ullmann (19) 171 "Reproduktion der Natur". Widengren (20) 79 mit Anm. 3, schlägt im Anschluss an Massignon "art, technique" vor; seine Kritik an Ruska ist nicht berechtigt; er hat die von Ruska beabsichtigte technische Nuance des Terminus "Darstellung" nicht erfasst und diesen daher als Synonym zu "exposition" missverstanden.

10. Zusatz in L: die unterirdische Kammer sei durch einen Windtalisman vor Eindringlingen geschützt gewesen (vgl. weiter unten).

überhaupt als typisch gelten kann, die literarische Einkleidung angeblicher Offenbarungen zum Zwecke der Echtheitsbeglaubigung. Dazu gehen wir von jener Offenbarungsgeschichte aus, welche einer in arabischer Sprache erhaltenen Kosmologie als Legitimation vorangestellt ist. Der Text trägt den Titel *Geheimnis der Schöpfung* (arab. *Sirr al-khalīqa*) oder *Buch der Ursachen* (arab. *K. al-ᶜIlal*) und ist dem Neupythagoreer Apollonios von Tyana (arab. *Balīnūs*) untergeschoben. Ziel der Studie ist es, durch Analyse der hier auftretenden Topoi der Offenbarungsübermittlung und Bestimmung ihres ursprünglichen Kontextes Aufschlüsse über die Arbeitsweise des Autors bzw. Kompilators jenes pseudepigraphen Werkes zu gewinnen.

Hier nun zunächst der Wortlaut der Rahmengeschichte unseres Buches, in welcher der Weise Balīnūs (Apollonios) berichtet, auf welche Weise er in den Besitz des von ihm veröffentlichten Textes *Sirr al-khalīqa* gelangte.[4]

> "Nunmehr[5] möchte ich euch mit meinem Ursprung und meiner Abstammung bekanntmachen. Ich war eine mittellose Waise,[6] ein Einwohner von Tyana. In meinem Heimatorte befand sich ein Standbild aus buntbemaltem[7] Stein, das auf einer gläsernen[8] Säule stand. Darauf (auf dem Standbild) stand in der Urschrift

4. Der arabische Text der Schrift, der in der Dissertation der Verfasserin ediert wurde und demnächst in Druck gehen wird, ist nach folgenden Handschriften rekonstruiert:

M = Madrid, Biblioteca Nacional, Gg 153,

L = Leipzig, Universitätsbibliothek 832,

P = Paris, Bibliothèque Nationale, ar. 2300,

K = Istanbul, Köprülü 872.

Durch die Benutzung besserer Textzeugen haben sich gegenüber dem von Ruska (16) 134 f. erarbeiteten Text geringfügige Abweichungen ergeben. Der Text der Rahmenerzählung wurde noch von ᶜA. Badawī nach zwei späten Handschriften ediert, *Al-Insānīya wa-l-wujūdīya fi l-fikr al-ᶜarabī* (Kairo, 1947; Dirāsāt Islāmīya 4), 188 f.

Die Übersetzung folgt im wesentlichen der deutschen Übertragung der Fundgeschichte von F. Rosenthal in: *Das Fortleben der Antike im Islam* (Zürich, Stuttgart, 1965), 332 f., welche ihrerseits neben der Handschrift Köprülü 872 Ruskas weitgehend wörtliche Übersetzung (a.a.O. 138 f.) mit berücksichtigt.

5. Im vorangegangenen Abschnitt hatte Balīnūs dem Leser zunächst versichert, dass er tatsächlich im Besitz allen Wissens sei, und hierauf die Quintessenz seiner Lehre folgendermassen umrissen: Die Welt mit allen ihren vielfältigen Erscheinungen ist aus einem einheitlichen Urgrund hervorgegangen, deshalb besteht zwischen ihren Teilen eine innere Beziehung; Sympathie und Antipathie sind die Triebkräfte, welche das Verhältnis der Dinge zueinander bestimmen.

6. Zur Charakterisierung des Apollonios als "mittellose Waise" vgl. Philostratos: *Vita Apollonii* I 13, ed. C. L. Kayser (Leipzig, 1870/71); s. auch Silvestre de Sacy: "Le Livre du secret de la créture, par le sage Bélinous", *Notices et Extraits*, 4 (1799), 110 f.

7. buntbemaltem: M; om. L P K.

8. gläsernen: M, in Übereinstimmung mit der lateinischen Übersetzung von Hugo Sanctelliensis (12. Jhd. n. Chr.); hölzernen P K; goldenen L.

Hellenistische Offenbarungsmotive und das Buch "Geheimnis der Schöpfung"[1]

Ursula Weisser*

Parallel zur allmählichen Verlagerung der Zentren wissenschaftlichen Lebens in die neuen Metropolen des Orients ist im Hellenismus eine zunehmende Neigung zu beobachten, offenbarte Gnosis vernunftgemässer Deduktion und wissenschaftlichem Beweis vorzuziehen. Vor allem in jenen vom Orient besonders befruchteten Bereichen, welche man gemeinhin unter dem Begriff der Geheimwissenschaften zusammenfasst — Astrologie, Alchemie, Theurgie und Magie —, ist das Vertrauen in die Autorität eines Gottes, eines mythischen Weisen oder sagenhaften Königs meist grösser als das in den eigenen Intellekt. Je mehr sich der Inhalt der Schriften vom streng Wissenschaftlichen entfernt, desto häufiger werden sie von ihren Autoren nicht nur mit Namen grosser Gelehrter längstvergangener Zeiten geschmückt, sondern darüber hinaus durch ihren Charakter als Offenbarungen mit besonderer Autorität ausgestattet.[2]

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, Ursachen und Hintergründe - religiöser, philosophischer und politischer Natur - dieses ungemein komplexen Phänomens aufzudecken; dies ist von berufenerer Fachleuten bereits von unterschiedlichsten Ansätzen her unternommen worden.[3] Vielmehr wollen wir an einem konkreten Fall eine Begleiterscheinung der populären Hermetik neu beleuchten, welche für geheimwissenschaftliche Texte der Spätantike

* Institut für Geschichte der Medizin, Universität Erlangen – Nürnberg, 852 Erlangen, W. Germany.

1. Dieser Aufsatz enthält – in überarbeiteter und erweiterter Form – ein Kapitel aus der Dissertation der Verfasserin, von der bislang nur eine Zusammenfassung veröffentlicht ist.

2. Man sollte sich allerdings davor hüten, die gesamte pseudepigraphe Literatur deshalb pauschal als Fälschung abzutun. Zu Recht hat W. Speyer kürzlich hervorgehoben, dass bei der Beurteilung von Offenbarungsberichten sorgfältiger als bisher die jeweiligen Umstände und der Inhalt der Offenbarung geprüft werden müssten ("Religiöse Pseudepigraphie und literarische Fälschung im Altertum", *Jb Antike u. Christentum*, 8/9 (1965/66), 111f.; ders. (17) 21; vgl. auch Festugière (5) 309).

(Die abgekürzt zitierte Literatur ist am Schluss des Aufsatzes mit vollen bibliographischen Angaben zusammengestellt.)

3. Stellvertretend für die umfangreiche Literatur auf diesem Gebiet sei nur das Werk von A. J. Festugière: *La révélation d'Hermès Trismégiste*, 4 Bde. (Paris, 1944-54), genannt, das einen ausgezeichneten Überblick über den Stand der Forschung vermittelt.

Ainsi l'existence de deux Abū Jaᶜfar est *le fait d'une correction arbitraire de texte basée sur l'axiome que la ville de Khujanda ne peut pas produire deux mathématiciens à peu près contemporains*, et elle soulève des difficultés chronologiques dont on ne voit pas la solution. Elle va aussi à l'encontre de certains faits et coutumes historiques, savoir: qu'aucun des écrivains qui ont cité le nom et les oeuvres d'Abū Jaᶜfar al-Khāzin n'ont mis les lecteurs en garde contre une confusion possible avec un 2eme mathématicien de ce nom vivant au 4eme siècle H.; on sait que de telles mises en garde sont pratiquées chez les auteurs anciens.

Il existe d'ailleurs un vocable spécial (al-Muttafiq) pour désigner deux personnages qui ont en commun une partie de leur nom et la notion a son importance chez les "traditionnistes". Enfin nous possédons des témoignages qu'Abū Jaᶜfar al-Khāzin et Abū Jaᶜfar M. b. al-Ḥusayn étaient tenus par les auteurs anciens pour un seul personnage.

Dans Kashf ᶜuwār al-munajjimīn (Leiden ms. cod. or. 98; Bodl. Oxf., ms. 1, 964), al-Samawʾal cite notre auteur trois fois à des intervalles suffisamment rapprochés:

1) In Leyde, f. 2b, l. 4 ou Bodl., f. 2b, l. 1 il attribue à *Abū Jaᶜfar al-Khāzin al-Ṣāghānī* La trisection de l'angle (Ṣāghāniyān est une ville de Khurāsān, dans la région de Balkh; Ibn al-Nadīm qualifie Abū Jaᶜfar de Khurāsānī, *Fihrist* éd. Caire non datée, p. 385); en fait, la trisection de l'angle et la construction de deux moyennes proportionnelles reviennent à un même problème : mener par un point une droite sur laquelle les deux côtés d'un angle donné interceptent un segment de longueur donnée (Comparer Paris ms. 2457, ff. 198b – 199a et Paris ms. 2457, ff. 192b – 194a).

2) In Leyde f. 20a, l. 1 ou Bodl. f. 25a, l. 1 al-Samawʾal attribue à *Abū Jaᶜfar al-Khāzin* un mémoire relatif à l'astrolabe.

3) Enfin in Leyde f. 22a l. 5 il cite "*Kitāb al-bayān*" sur les chronologies ou Bodl., f. 27a, l. I, *Kitāb al-tabyān*, (Bodl. ff. 16b – 21b manquent au ms. de Leyde entre les lignes 3 et 4 de 16a), *d'Abū Jaᶜfar Muḥammad b. al-Ḥusayn al-Khāzin*. A aucun moment al-Samawʾal n'a l'air de croire qu'il s'agit d'auteurs différents.

Le Paris ms. 4821 ff. 47b – 67b, contient un fragment de commentaire d'Abū Jaᶜfar M. b. al-Ḥusayn al-Khāzin sur le 1er livre de *l'Almageste*. L'existence d'un tel commentaire est confirmé par al-Bīrūnī *(Qānūn al-Masᶜūdi*, vol. 2, (Hyderabad, 1955), p. 653).

Ce qui précède montre, croyons-nous, comment s'est formée l'hypothèse de l'existence de deux Abū Jaᶜfar et son inutilité.

et d'Abū Sahl al-Qūhī sur la construction de l'heptagone régulier. Il analyse leurs solutions et les compare à la sienne, et rappelle qu'il avait soumis en 358 H. à Abū M. un mémoire sur la question. Le mémoire d'al-Ṣāghānī sur l'heptagone, Paris ms. 4821, 23b – 29a, répond tout à fait à l'analyse d'Abū 'l-Jud. Ce mémoire fixe au 12. IX. 360H. la découverte par al-Ṣāghānī, de la solution d'une des propositions du mémoire. A travers cette correspondance Abū M. ᶜAbdallāh b. ᶜAlī al-Ḥāsib nous apparaît sous les traits d'un mathématicien reconnu, aux relations étendues et dont l'arbitrage est sollicité. Les deux mémoires d'al-Ṣāghānī et d'al-Qūhī lui ont été adressés de *Baghdād*. Au ton des lettres et à certains détails on peut estimer qu'il est déjà d'un certain âge.

Voyons maintenant comment on a été amené à distinguer les deux Abū Jaᶜfar. Le principal responsable en est F. Woepcke. Le mémoire B montre qu'Abū Jaᶜfar a écrit son mémoire après la mort d'al-Khujandi (m. vers 390 H.) et comme Abū Jaᶜfar al-Khāzin est mort au plus tard en 349 H., *l'existence d'un deuxième Abū Jaᶜfar distinct du premier devenait une nécessité.*

Laissons ici la parole à F. Woepcke (Recherches sur plusieurs ouvrages de Leonard de Pise, *Atti Nuovi Lincei*, 14 (1861), pp. 301-324), p. 301: "Abou Mohammed al Khojandi est cité par Edward Bernard (Philosophical Transactions, vol. XIII, année 1683, p. 724, l. 1 à 5) pour une observation de l'obliquité de l'écliptique qu'il aurait faite en 382 de l'hégire, 992 de notre ère ... Cependant il se présente ici une difficulté chronologique". *(Evidemment le mémoire a été copié entre* 358*H. et* 361 *et parle d'un événement survenu après* 382*).*

Woepcke continue p. 302: "Il est vrai qu'Edward Bernard appelle l'astronome dont il parle Abou Mahmoud tandis que le manuscrit traduit ici porte Abou Mohammed, mais cette différence ne dépend dans l'écriture arabe que de l'omission d'une seule lettre et ne paraît pas suffisante pour nous décider à admettre l'existence de deux personnages distincts originaires de la ville de Khojandah en Transoxiane, à peu près contemporains l'un géomètre et appelé Abou Mohammed, l'autre astronome et appelé Abou Mahmoud".

Ainsi, pour ne pas admettre qu'une même ville puisse à 50 *ou* 75 *ans de distance, produire deux mathématiciens*, Woepcke décide d'autorité et contre toute évidence, de confondre les deux personnages. Quant à l'anachronisme grave qu'il vient de créer (mémoire copié avant 362 H. et parlant d'un événement survenu après 382 H.), Woepcke s'en désintéresse tout à fait et l'esquivant par un "quoi qu'il en soit" il passe à l'analyse du mémoire. Les historiens qui ont admis trop facilement la décision de Woepcke ont dû créer de force le deuxième personnage auteur des mémoires A, B, C. *en laissant toujours sans solution l'anachronisme*, et en ajoutant une nouvelle difficulté relative à l'âge d'Abū M. ᶜAbdallāh b. ᶜAlī.

encore les voix du passé. Dans quelle atmosphère souvent hostile ces hommes travaillent, à quelles conditions matérielles et sociales ils sont soumis, cela mériterait d'être conté et apporterait une explication à la lenteur avec laquelle l'édifice monte. Mais ceci est une autre histoire.

Note annexe

Identité d'Abū Ja^c^far al-Khāzin

Nous voudrions discuter de l'identité d'Abū Ja^c^far dont Sarton fait deux personnages distincts (*Introduction*, pp. 664, 718). De même Suter (*Mathematiker*, n° 58, 80). Pour la clarté de la discussion admettons qu'il ait existé au 4eme siècle H. deux personnages différents:

I. Abū Ja^c^far al-Khāzin, ainsi désigné par Ibn al-Nadīm (qui laisse un blanc pour la suite du nom), ibn al-Qifṭī, Ibn ^c^Irāq, al-Bīrūnī, ^c^Umar al-Khayyām, Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, Ibn Shukr al-Maghribī, le ms. Feyzullah 1359 (6), 245a – 252a: Abū Ja^c^far al-Khāzin, *Tafsīr Ṣadr al-maqāla al-^c^āshira* (Max Krause, *Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker*, *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik* Abt. B: Studien 3(1936), 437-532, p. 462, n° 124). C'est un géomètre, arithméticien et astronome de valeur.

II. Abū Ja^c^far Muḥammad b. al-Ḥusayn auteur de:

A) La construction de deux moyennes proportionnelles entre deux segments, Paris ms. 2457, ff. 198b – 199a.

B) Lettre à Abū Muḥammad ^c^Abdallāh b. ^c^Alī al-Ḥāsib, Paris ms. 2457, 86b – 92a, sur la construction de triangles rectangles rationnels. L'auteur y rappelle qu'il avait établi le vice de la démonstration de *feu Abū Muḥammad al-Khujandī* relative à l'impossibilité de $x^3 + y^3 = z^3$ en nombres entiers. Il est important de savoir que F. Woepcke qui a examiné le ms. 2457 est arrivé à la conclusion que les 192 premiers feuillets du ms. et donc le mémoire B, ont été écrits entre 358 H. et 361 H. par le jeune géomètre al-Sijzī. Et il semble très difficile d'échapper à cette conclusion. (Voir W. Thomson, *The Commentary of Pappus* (réimp. New York, 1968), Introd., pp. 38-46).

C) 2eme lettre à ^c^Abdallāh b. ^c^Alī al-Ḥāsib, Paris ms. 2457, ff. 204a – 215a, sur la construction des triangles rectangles rationnels.

En relation avec notre problème il est indispensable de citer la lettre d'Abū'l-Jūd M. b. al-Layth à Abū M. ^c^Abdallāh b. ^c^Alī al-Ḥāsib, Paris ms 4821, 37b – 46a. Abū'l-Jūd y remercie Abū M. de lui avoir fait parvenir la copie de deux mémoires d'Abū Ḥāmid al-Ṣaghānī (professeur d'Abū'l-Jūd)

racine cherchée est alors $\sqrt{\sqrt{37\frac{1}{2}}} - \sqrt{\sqrt{1\frac{1}{2}}}$.

La règle $\sqrt{a} \pm \sqrt{b} = \sqrt{a + b \pm 2\sqrt{ab}}$ est clairement indiquée chez Abū Kāmil qui dit son utilité dans le cas où ab, $a{:}b$ ou $b{:}a$ sont des carrés de rationnels.[127] Sans traiter des racines des apotomes, il écrit directement $\sqrt{225 - \sqrt{50000}} = \sqrt{125} - 10$[128] et se complaît d'ailleurs dans les radicaux, résolvant $x + \sqrt{x} + \sqrt{2x} + \sqrt{5x^2} = 10$; $\sqrt{20 + 4x} + \sqrt{20 - 4x} = 2x$[129] et d'autres équations analogues.

Les règles $\dfrac{a}{\sqrt{b} \pm \sqrt{c}} = \dfrac{a(\sqrt{b} \mp \sqrt{c})}{b - c}$ ne sont pas énoncées par Abū Kāmil, mais on les trouve dans un mémoire d'al-Hāshimī[130] qui observe une éclipse de lune à Baghdād en 320 H.[131] Nous ajouterions que le calcul des radicaux est déjà très élaboré dans un mémoire d'Ibn Ḥamla (dit Ibn al-Baghdādī)[132] mais bien que nous estimions que cet auteur appartienne au 4e siècle, disons que nous ne possédons pas sur lui de renseignements chronologiques. Dans l'oeuvre d'al-Karajī, le calcul des radicaux sera définitivement incorporé aux principes de l'algèbre.

Conclusion

Dans les pages qui précèdent le lecteur a vu s'élever pierre par pierre les premières assises de l'édifice algébrique auquel de nombreux artisans apportent leur contribution, restée parfois anonyme. Des hommes venus de tous les points de la Terre d'Islam participent à ce chantier où résonnent

127. Kara Mustafa ms. 379, f. 21a.

128. ib. f. 46a.

129. ib. ff. 56b, 60a.

130. Paris ms. 2457, ff. 76a, 78a.

131. Al-Bīrūnī, *Taḥdīd nihāyāt al-amākin...* (Ankara, 1962), p. 191. Voir aussi al-Tawḥīdī, *al-Muqābasāt*, éd. al-Sandūbī (Caire, 1929), p. 69.

132. Ibn al-Baghdādī, *al-Maqādīr al-mushtarika wa'l-mutabāyina*, dans *al-Rasa'il al-mutafarriqa fī'l-hay'a...* (Hyderabad, 1948).

133. Al-Bīrūnī cite un Ibn al-Baghdādī avec d'autres mathématiciens de valeur dans un ordre qui permet de le localiser dans la première moitié du 4e siècle H.: *Rāshīkāt al-Hind*, p. 7, dans *Rasā'il al-Bīrūnī* (Hyderabad, 1948). Les indications données par al-Bīrūnī sur le mémoire d'Ibn al-Baghdādī (les rapports) concordent avec le contenu du mémoire cité dans la note (132) mais elles sont trop vagues et trop brèves pour autoriser l'identification des deux personnages. D'autre part sur la quinzaine de Baghdādī que nous connaissons, notre auteur est, peut-être, le seul à s'appeler Ibn al-Baghdādī, et presque tous les autres sont postérieurs à al-Bīrūnī ou mieux connus sous un autre nom. Mais il est bon cependant de recueillir d'autres renseignements avant de conclure.

vision synthétique de ces expressions qui le détourne du développement des calculs, lié plutôt à une vue analytique.

Le calcul des radicaux.

Durant la période qui va d'Abū Kāmil à al-Karajī, le calcul des radicaux va se constituer et apparaîtra en un tout cohérent chez ce dernier. Les documents qui nous restent sur ce calcul se complètent comme les pièces d'un puzzle. Dans son algèbre, al-Khwārizmī avait donné les règles $\sqrt{a}\,.\,\sqrt{b} = \sqrt{ab}$; $\sqrt{a} : \sqrt{b} = \sqrt{a:b}$; $a\sqrt{b} = \sqrt{a^2 b}$.[26] Mais déjà al-Māhānī fait sauter le cadre étroit des irrationnelles d'Euclide. Les irrationnelles, monômes ou polynômes numériques sont en nombre illimité, trouve-t-il. Il cite

$$\sqrt[3]{a}\,,\ \sqrt[3]{\sqrt[3]{\sqrt{a}}}\ ,\ \sqrt{\sqrt[3]{\sqrt{a}}}$$

et donne des noms à $\sqrt{\sqrt{\sqrt{a}}}\ ,\ \sqrt{\sqrt{\sqrt{\sqrt{a}}}}\,, \ldots$ [124]

et il serait presque inconcevable qu'un mathématicien de la valeur d'al-Māhānī ne reconnaisse pas les règles

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[n]{\sqrt[m]{a}}\ ,\ \sqrt[m]{a} = \sqrt[mn]{a^n}$$

que l'on trouvera plus tard chez al-Karajī.[124] A la même époque les fils de Mūsā b. Shākir indiquent que pour calculer $\sqrt[3]{a}$ à 60^{-n} près, il suffit de diviser par 60^n la racine cubique de $60^{3n}.a$ à une unité près.[125] L'élaboration de tables astronomiques et trigonométriques devait d'ailleurs attirer l'attention sur le calcul des radicaux. Pour donner quelques détails disons que, dans un fragment qui nous reste de lui, al-Māhānī extrait la racine carrée des six apotomes, suivant une méthode due à Euclide.[126] Pour prendre la racine de $\sqrt{54} - \sqrt{30}$, il divise $\sqrt{54}$ en deux parties dont le produit égale $(\frac{1}{4})$ 30. D'où $x(\sqrt{54} - x) = 7\ \frac{1}{2}$ que nous avons déjà rencontrée. La

124. La considération de telles irrationnelles est tout à fait dans la nature des choses. On en trouve déjà des éléments chez les Jaïnas Indiens quelques siècles av. J. C. Cf. C. N. Srinivasiengar, *The History of Ancient Indian Mathematics* (Calcutta, 1962), p. 25.

125. *Kitāb maʿrifat misāḥat al-ashkāl li-banī Mūsā*, p.25, in *Rasāʾil Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī*, vol. 2 (Hyderabad, 1359 H.).

126. *Tafsīr al-maqāla al ʿāshira...*, Paris ms. 2457, ff. 180a-187a, voir ff. 181a, 183 a.

mais les mathématiciens de son temps aussi trouvaient l'oeuvre de Thābit difficile.[120]

Signalons:

$$2\sum_1^n x^3 = \frac{1}{2}\sum_1^n (2x-1)^2 + n^2 + \frac{1}{2}n$$

$$\sum_1^n (2x-1)^2 + \frac{1}{3}n = \frac{2}{3}\cdot 2n \cdot \sum_1^n (2x-1) = \frac{2}{3}\cdot n^2 \cdot 2n$$

$\sum_1^n (2x)^2 = \sum_1^n (2x-1)^2 + \frac{1}{2}(2n)^2 + n$,[121] ce qui donnerait immédiatement les sommes $\sum_1^n x^2$, $\sum_1^n (2x-1)^2$, $\sum_1^n (2x)^2$. Signalons aussi:

$(2n+1)^3 + (2n+1) = 2\,[(n+1)^4 - n^4]$[122] à caractère nettement récurrentiel.

Cependant les démonstrations chez Thābit et les algébristes suivants dont al-Samawʾal (m. vers 576 H. / 986) ne procèdent pas d'une méthode générale. Le raisonnement par récurrence, frôlé quelques fois, et qui aurait fourni le "Sésame, ouvre-toi" pour ce genre de questions n'est pas vu nettement, et les démonstrations très variées réclament beaucoup d'ingéniosité. Même des relations simples comme $(a+b+c)\ b + ac = (a+b)\ (b+c)$, $\frac{a+b}{a}\cdot\frac{a+b}{b} = \frac{a+b}{a} + \frac{a+b}{b}$[123] ne procèdent pas d'une méthode générale de développements de calcul, mais de méthodes variées et ingénieuses, parfois élégantes.

On peut y relever l'influence du langage mathématique sur le raisonnement et la pensée. Dans la représentation des nombres par segments, l'esprit appréhendé par les segments $a+b$, $b+c$, $\frac{a+b}{a}$, . . . comme entités, a une

120. C'est implicitement l'avis de son petit-fils le géomètre Ibrāhīm b. Sinān, *Kitāb ḥarakāt al-shams*, p.69, in *Rasāʾil b. Sinān* (Hyderabad, 1948), et celui d'al-Qūhī, *Misāḥat al-mujassam al-mukāfiʾ* p. 4, in *Rasāʾil mutafarriqa fi l-hayʾa* (Hyderabad, 1948).

121. Prop. 6, 10, 5 de la quadrature de la parabole; *misāḥāt qiṭʿa al-makhrūṭ...*, Paris ms. 2457, ff. 122b-134b.

122. *Misāḥat al-mujassamāt al-mukāfiʾa*, 4e prop., Paris ms. 2457, ff. 95b-122b.

123. *Al-Bāhir...* pp. 117, 116.

Que dire de $\sum_{1}^{n} x^4 = (n^2 + \frac{n}{2})(n+1)\left[n\left(\frac{n}{5} + \frac{1}{5}\right) - \frac{2}{30}\right]$(1)?

On sait que les historiens modernes l'ont découverte pour la première fois dans *Miftāḥ al-Ḥisāb*, (écrit après 818 H. / 1415) par Jamshīd al-Kāshī (m. 833 / 1429).[116] Puis ils l'ont trouvée dans une oeuvre d'Ibn al-Haytham antérieure à 429 H. / 1038.[117] En fait, elle existe déjà dans un mémoire d'Abū Ṣaqr al-Qābīṣ.[118] dédié à l'émir Sayf al-Dawla qui gouverna Alep de 333 H. jusqu'à sa mort en 356 H. (944-967).[118bis] L'auteur y loue la grande habileté de l'émir dans le calcul digital et dit avoir recueilli dans son mémoire des sommations éparpillées chez les auteurs, qu'il a enrichies de nouveaux apports. Il énonce sans en réclamer la priorité la formule (1) et $1.2 + 2.3 + \dots + n\,(n+1) = n\,(n+1)\,(n+2){:}3$ (2) à propos de quoi il remarque que sur trois nombres consécutifs, il y en a un divisible par 3. Abū Ṣaqr modifie le problème du jeu d'échecs en mettant sur les cases 1, 2, 6, 18, . . . soit

$u_n = 2 \sum_{i=1}^{n-1} u_i$ et observe que $u_{2n-1} = \frac{3}{2} u_n^2$.

Nous pensons que la formule $1.2.3 + 2.3.4 + \dots + (n-2)\,(n-1)\,n = \frac{n\,(n-1)}{2}\left(\frac{n\,(n-1)}{2} - 1\right)$, recueillie par Ibn al-Khawām (675 H. / 1276)[119] remonte à l'époque concernée ici. Elle découle naturellement de $\sum_{1}^{n-1} x^3$ comme (2) découle de $\sum_{1}^{n} x^2$.

Les lignes précédentes montrent que bien des résultats acquis par les Arabes ont été postdatés par les historiens modernes et ce fait est confirmé par d'autres exemples. Les recherches sur les nombres dont nous avons fait état ont d'ailleurs des précédents au 3e s. H/9e s. On doit à Thābit b. Qurra un grand nombre de propositions numériques (énoncées verbalement) et qui exigent un pénible effort d'imagination basé sur une forte mémoire auditive. Nous avons de la peine à retrouver un fil directeur dans ces propositions

116. F. Woepcke, "Passages relatifs à des sommations de séries de cubes"..., *Annali di Mat. Pura ed. Appl.*, 4 (1864), 225-248; voir p.247.

117. H. Suter, Die Abhandlung über die Ausmessung des Paraboloides von Ibn al-Haitham, *Biblioth. Math.*, 12 (1912), 289-332.

118. Aya Sofya, ms. 4832, 22, ff. 85b - 88a.

118 bis. Pour plus de précision voir *Encyclopédie de l'Islam*, Tome III, Leyde 1971, art. Hamdanides, p. 132.

119. *Al-Fawā'id...*, f.32a.

sa solution dans l'oeuvre de Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī (m. vers 610 H/1210).[111] Nous pourrions fournir d'autres exemples du manque de documentation d'auteurs comme al-Karajī, al-Samawʾal, etc.

Les remarques précédentes nous auront éloigné de l'activité suscitée au 4e s. H. par l'Arithmétique de Diophante. Sans doute la production a dû être étendue mais il ne nous en reste presque rien et nous ne signalerons qu'un mémoire anonyme sur le "triangle rectangle en nombre entiers"[112] et un autre sur le même sujet, assez scolaire, d'Abū ʾl-Jūd ibn al-Layth, (très probablement un Khurasanien), élève d'al-Ṣāghānī, et bon géomètre.[113]

D'autres questions numériques héritées de l'Antiquité, collectées par Nicomaque de Gérase et des auteurs anonymes, vont encore nourrir les recherches. Tels les problèmes plaisants de progressions et de sommations. Dans son Algèbre, Abū Kāmil avait rapporté un artifice d'al-Khwārizmī pour sommer $\sum_{i=0}^{n} 2^i$ où celui-ci utilise $2^m \cdot 2^n = 2^{m+n}$, et $\sum_{i=0}^{n} 2^i = 2^{n+1} - 1$ (fol. 110a). Abū-Kāmil parle aussi de la somme de $1^2 + 2^2 + \ldots + 10^2$ par la formule $\sum_{x=1}^{n} x^2 = n(n+1)\left(\frac{n}{3} + \frac{1}{6}\right)$ (fol. 108b), "qu'il a trouvée répandue dans les livres des anciens arithméticiens (arabes), sans attribution à un auteur ni démonstration", ce qui le laisse perplexe. La 2e formule qu'il donne de la somme, probablement pas inconnue de ses prédécesseurs, $(1 + 2 + \ldots + n)\left(\frac{2}{3}n + \frac{1}{3} \cdot 1\right)$; $\left(\frac{1}{3} \cdot 1 = \text{thulth wāḥid}\right)$ est point par point celle que donne la tablette babylonienne AO 6484.[114] La somme $\sum_{i=1}^{n} i^3 = \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2$ dont al-Karajī donne, vers 402 H. / 1011, une démonstration dans le style de l'algèbre géométrique grecque,[115] a dû être connue au moins un siècle plus tôt.

111. Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, *al-Jabr wa'l-muqābala*, India Office (Loth 767, ff. 35-180). Voir Rushd Rashed, "Résolution des équations numériques et algèbre: Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, Viète", *Arch. Hist. Exact Sciences*, 12 (1974), 244-290.

112. Paris ms.2457, ff. 81a-86a, analysé par F. Woepcke, "Recherches sur plusieurs ouvrages de Leonard de Pise", *Atti Nuovi Lincei*, (1861) 211-227, 241-269.

113. Lettre d'Abū'l-Jūd à Aḥmad b. M. al-Ghāzī (?), Leyde, Cod. Or. 168, 14, ff. 116-134a.

114. B. L. Van der Waerden, op. cit., p. 77.

115. *Al-Fakhrī*, f.16a-b; T. L. Heath, *A. Manual of Greek Mathematics* (Oxford, 1931), pp. 68-69.

$$(ab)^2 + (ac)^2 + (ad)^2 + \ldots + \left(\frac{a^2 - b^2 - c^2 - d^2 \ldots}{2}\right)^2 = \left(\frac{a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + \ldots}{2}\right)^2$$ [106]

Quel est l'objectif d'Abū Jaᶜfar? Il le dit lui-même: il s'agit de résoudre un problème déjà classique: Etant donné l'entier a, trouver un entier x tel que $x^2 \pm a$ soient des carrés d'entiers. Abū Jaᶜfar arrive à des résultats intéressants. Si le système $x^2 + a = u^2$ (4), $x^2 - a = v^2$ (5) possède des solutions, alors $2a = u^2 - v^2$ montre que u et v sont de même parité. De plus $2x^2 = u^2 + v^2$ ou $x^2 = \left(\frac{u+v}{2}\right)^2 + \left(\frac{u-v}{2}\right)^2$ (6). Comme $a = 2 . \frac{u+v}{2} . \frac{u-v}{2}$, nécessairement a est de la forme $4k(k+1)$, car si $\frac{u+v}{2}$ et $\frac{u-v}{2}$ sont impairs ou de la forme 2^n, (6) serait impossible. Il n'y a donc qu'à décomposer $\frac{a}{2}$ en deux facteurs dont la somme des carrés est un carré. Par exemple, pour $a = 24$, $\frac{u \mp v}{2} = 3$ et 4.

Voilà l'essentiel du 2e mémoire d'Abu Jaᶜfar. L'auteur est-il allé plus loin? A-t-il essayé de démontrer d'impossibilité de $x^3 + y^3 = z^3$ en entiers? Nous n'en savons rien, et malgré la difficulté de cette proposition il serait injustifié de le nier à priori. Sans doute Ibn Sīnā, au début de 5e s. H. / 11e s., pense-t-il que la question n'est pas encore tranchée,[107] et en 675 H. / 1276, Ibn al-Khawām écrit de même qu'il est incapable de montrer l'impossibilité de $x^3 + y^3 = z^3$ et de $x^4 + y^4 = z^4$ ou d'en trouver une solution. Mais cela ne constitue pas une preuve suffisante en soi, et ici il convient de souligner le manque de documentation des auteurs anciens. Ibn al-Khawām énumère 33 questions restées sans solution dont :

$x^2 \pm (x+2) = \square$(1), $x^2 \pm 10 = \square$ (2), $\left(\frac{x}{y} + \frac{y}{x}\right) = x$ et $x + y = 10$ (3).[108]

Or la solution de (1) en rationnels relève de la méthode de double-égalité de Diophante qui donnerait la solution $x = \frac{34}{15}$.[109] Pour (2), Ibn al-Khawām pouvait dire que le système est impossible en entiers d'après les résultats d'Abū Jaᶜfar.[110] Le système (3) mène à $y^3 + 120y = 18y^2 + 100$ qui trouve

106. Euler donne la solution $(2ac)^2 + (2bc)^2 + (a^2 + b^2 - c^2)^2 = (a^2 + b^2 + c^2)^2$, in T. L. Heath, *Diophantus...*, pp.358,361,363.

107. Ibn Sīnā, *al-Burhān* (extrait d'*al-Shifā'*), éd. Badawī (Caire, 1954), p. 135.

108. Ibn al-Khawām, *al-Fawā'id al-bahā'iyya*, Brit. Mus. ms. 5615, ff. 43b-44a.

109. T. L. Heath, *Diophantus...*, p.83. Remarquer que la condition posée par Heath, p.83, l.7, n'est pas satisfaite ici.

110. Le système est impossible aussi en rationnels. Voir L. E. Dickson, *Hist. of the Theory of Numbers*, vol. 2 (New York, 1952), p. 463.

la décomposition d'un nombre en une somme de deux carrés, etc., bref par ces questions auxquelles Fermat consacrera ses notes les plus fameuses, suivant le mot de Thomas L. Heath.[104] Pas plus que le texte grec édité par Tannery, la traduction arabe de l'"Arithmétique" ne semble avoir contenu les démonstrations des propositions numériques utilisées par Diophante dans les problèmes cités plus haut. Le titre très explicite du livre d'al-Būzjānī et les deux mémoires laissés par Abū Jaᶜfar l'attestent suffisamment. Ces mémoires adressés à notre Père Mersenne, le cheikh ᶜAbdallāh b. ᶜAlī, montrent que les mathématiciens ont vu clairement le rôle fondamental joué par la "construction d'un triangle rectangle" rappelée plus haut. Mais un changement d'optique s'est produit et au lieu de le construire en nombres rationnels comme Diophante, c'est plutôt en nombres entiers qu'on le construira. Le mathématicien Abū Muḥammad al Khujandī a donc tenté la résolution en entiers de $x^2 + y^2 = z^2$ (1) et même il a cru avoir démontré d'impossibilité de $x^3 + y^3 = z^3$ (2) en entiers. Le 1er mémoire d'Abū Jaᶜfar sur lequel nous passerons nous apprend que la démonstration d'al-Khujandī relative à (2) est vicieuse et que celle de (1) ne donne pas toutes les solutions.[105] Le 2e mémoire d'Abū Jaᶜfar mérite un examen attentif. Abū Jaᶜfar commence par établir que dans $x^2 + y^2 = z^2$ (1) x et y ne peuvent être tous deux impairs ni tous deux de la forme 2^n, puis il démontre l'identité $(2m + 1)^2 + 4n(2m + 1 + n) = (2m + 1 + 2n)^2$. Alors s'il existe une solution $(x, y, z,)$ de (1), prenons x et y les plus petits possible (c-à-d. sans diviseur commun; il en sera alors de même de x et z, de y et z). Nous pouvons toujours poser $x = 2m+1$ et $z = 2m + 1 + 2n$. Donc $y^2 = 4n\,(2m+1+n)$. Par suite $n\,(2m+1+n)$ est un carré, $\dfrac{2m+1+n}{n}$ aussi. D'où $n = b^2$ et $2m+1+n = a^2$ (car $2m+1+2n$ et $2m+1$ étant premiers entre eux on en déduit que $2m+1+n$ et n le sont aussi). Par suite $x = a^2 - b^2$, $y = 2ab$, $z = a^2 + b^2$, avec a et b premiers entre eux, l'un pair, l'autre impair. Abū Jaᶜfar vient de démontrer d'une manière élégante un théorème admis par Diophante. Puis il donne un moyen aisé de trouver trois nombres dont la somme des carrés est un carré et sa méthode est susceptible de généralisation, ce qu'il semble remarquer. Abū Jaᶜfar prend arbitrairement a, b, c tels que $a^2 > b^2 + c^2$, et pose $x = ab$, $y = ac$, $z = \dfrac{a^2 - b^2 - c^2}{2}$. On a bien $(ab)^2 + (ac)^2 + \left(\dfrac{a^2 - b^2 - c^2}{2}\right)^2 = \left(\dfrac{a^2 + b^2 + c^2}{2}\right)^2$ (3) (ff. 207 a-b). L'intégralité des fractions est assurée par un choix facile de a, b, c. Plus généralement, on aurait:

104. T. L. Heath, *Diophantus...*, pp.104-5.

105. Paris ms.2457, ff. 86b-92a; analysé par F. Woepcke, voir note 112.

al-Khāzin, beaucoup plus connu sous le nom d'Abū Jaᶜfar al-Khāzin[98] ce qui a provoqué chez les historiens modernes son dédoublement en deux auteurs distincts: Abū Jaᶜfar al-Khāzin et M. b. al-Ḥusayn (voir note annexe). Il mourra à un âge avancé vers 350 H. /961. Cet auteur très estimé par Ibn ᶜIrāq et al-Bīrūnī est, au début du siècle, en relation avec Abū Zayd al-Balkhī (235-322/849-934), homme de lettres fécond, philosophe, historien, auteur d'un livre sur les vertus des mathématiques et d'un commentaire partiel du livre d'Aristote: "Le Ciel et le Monde" composé à l'intention d'Abū Jaᶜfar.[99] Très probablement dans la même région, vivent deux mathématiciens Abū Muḥammad al-Khujandī[100] (c-à-d. de Khujanda, ville de Transoxiane) et Abū Muḥammad ᶜAbdallāh b.ᶜAlī al-Ḥāsib qui vivra au-delà de 360 H. / 970, et qui est une espèce de Père Mersenne de l'époque, véritable boîte à lettres des mathématiciens.[101] Par la suite, le mathématicien astronome-astrologue Abū Jaᶜfar deviendra un personnage important. En 342 H. il jouera le rôle de négociateur écouté dans la guerre qui oppose l'armée Khurassanienne de Nūḥ b. Naṣr à celle du Buyide Rukn ad-Dawla prince de Rayy. Peu de temps après d'ailleurs Abū Jaᶜfar se sentira en danger et il se réfugiera chez ce dernier qui l'accueillera avec beaucoup d'égards. Dans la cour du prince, Abū Jaᶜfar bénificie également du patronage du ministre Ibn al-ᶜAmīd.[102] La renommée d'Abū Jaᶜfar atteint Baghdād mais Ibn al-Nadīm, le bibliographe, ne connaît qu'une partie de son nom, Abū Jaᶜfar al-Khāzin, et trois de ses ouvrages.[103] Donc dans les premières décades du 4e s., les mathématiciens de Khurāsān sont vivement intéressés par les problèmes que soulève l'Arithmétique de Diophante : en particulier, par la formation de triangles rectangles dont les côtés sont mesurés par des entiers, par

98. *Al-Fihrist*, p.407; Ibn al-Qifṭī, *Ikhbār al-ᶜUlamāᵓ...* (Caire, 1326 H.), p. 259.

99. *Al-Fihrist*, pp.205 et 365. Abū Zayd al-Balkhī est une figure de premier plan. Jeune il vint à Baghdād pour une période de 8 ans, suivant les cours du célèbre al-Kindī, étudiant la philosophie, l'astronomie et l'astrologie, la médecine, les sciences religieuses, ... Yāqūt al-Ḥamawī lui consacre une notice importante: *Muᶜjam al-ᵓUdabāᵓ*, vol.3 (Caire, 1936), pp. 64-84.

100. Dans la notice qu'il consacre à Abū Zayd al-Balkhī, Yāqūt al-Ḥamawī mentionne dans l'entourage de celui-ci, un Abū Muḥammad al-Khujandī, "homme de science" (expression assez vague). op. cit. p.74. M. al-Khujandī est également mentionné comme familier d'al-Balkhī dans al-Ṣafadī, al-Wāfī bi-l wafayāt, vol. 6, Wiesbaden, 1972, p. 411. Al-Ṣafadī nous apprend qu'Abū Zayd qui avait été pendant des années l'élève du fameux al-Kindī, avait étudié l'astronomie et la médecine; et il rapporte incidemment une anecdote sur Abū Zayd où il est question de calcul digital.

101. Connu par trois mémoires qui lui sont adressés par Abū Jaᶜfar, Paris ms.2457, ff. 86b-92a, 204a-215a ; et par Ibn al-Layth, Paris ms.4821, ff,37b-46a. Ce dernier mémoire nous apprend que ᶜAbdallāh b. ᶜAlī vit loin de Baghdād. Aucune mention de ce mathématicien ne se trouve chez Ibn al-Nadīm, Ibn al-Qifṭī, al-Bayhaqī (*Tārīkh ḥukamāᵓ al-islām*, Damas, 1946) ni dans les nombreuses histoires générales: al-Kāmil, al-Muntaẓim, etc... Cependant il nous semble s'identifier assez bien avec le mathématicien cité par al-Bīrūnī dans al-Athār al-Bāqiya (éd. Sachau, 1878) écrit en 390 H., (1000) (voir l'introduction pour cette date). Al-Bīrūnī y parle de "ᶜAbdallāh b.ᶜAlī al-Ḥāsib, à Bukhārā" auteur d'un mémoire de climatologie basé sur un écrit d'al-Kindī, (m. vers 252H.), p. 255, ll. 13, 14.

102. At-Tawḥīdī, *Mathālib...* p.228.

103. Ibn al-Nadīm laisse un blanc pour le reste de son nom (*Al-Fihrist*, pp.407, 385).

rédigé en 377 H. (987), à peu près muet sur les auteurs non en relation avec Baghdād. L'algèbre va perfectionner l'outil opératoire encore déficient. D'autre part, la théorie des nombres se trouve projetée en avant-scène par les Arithmétiques de Diophante et de Nicomaque et par d'autres oeuvres antiques, comme ce recueil "révélé" attribué à Pythagore dont parle al-Samawʾal.[91] Le 4e siècle se penche avec ardeur sur l'équation du 3e degré et les problèmes de géométrie connexes.[92]

Glissons sur les algébristes al-Sarakhsī (220–286 H. / 835–899), al-Iṣṭakharī (vers 300 H. / 912), al- ᶜImrānī (m. 344 H. / 955), al-Anṭākī (m. vers 376 H. / 986) dont aucune oeuvre ne nous est parvenue.[93]

D'une classe supérieure est al-Būzjānī (328-387 H. / 940-997). Né dans la Perse Orientale, il est vers 360 H. / 970 un personnage influent à la Cour des Bouyides à Baghdād, et un mathématicien reconnu.[94] En 1860 déjà, F. Woepcke avait fait connaître de lui un calcul de sin 30' dont l'erreur est inférieure à 1, 2.10^{-9}.[95] Al-Būzjānī est le commentateur de trois algébristes fortement influencés par le courant babylonien: al-Khwārizmī, Diophante et Hipparque le Béthynien (vers 150 av. J. C.) dont l'algèbre fut traduite, on ne sait par qui, ni quand. Al-Būzjānī a écrit aussi deux initiations à la théorie des nombres et un *livre sur les preuves des propositions utilisées par Diophante* et par lui-même dans son commentaire de Diophante.[96] Tous ces ouvrages sont perdus. On peut penser néanmoins qu'ils ont laissé un écho dans l'oeuvre de son successeur immédiat al-Karajī.

Cependant l'influence de Diophante s'était fait sentir à une époque antérieure. Passons sur le Commentaire de Qusṭā b. Lūqā (m. vers 300 H.)[97] et arrivons aux premières années du 4e s. H. Ici quelques détails biographiques sont indispensables. L'Ecole de Baghdād est en train de végéter et il faut se tourner vers les provinces iraniennes pour y saisir une activité scientifique. Un homme de Khurāsān domine la première moitié du 4e s. Son nom complet est Abū Jaᶜfar Muḥammad b. al-Husayn al-Khurāsānī al-Ṣaghānī

91. Al-Bābir, p.122.

92. Abū'l-Jūd à qui on doit la solution géométrique de bon nombre d'équations du 3e degré est un digne précurseur d'al-Khayyām. (*Al-jabr* cité en note 89, pp.28.37). Le 4e siècle H. (Xe) compte une pléiade de bons géomètres: al-Khāzin, al-Qūhī, al-Ṣāghānī, Abū'l-Jūd, al-Sijzī, al-ᶜAlaʾ b. Sahl, al-Shannī. La trisection de l'angle et la construction de l'heptagone et de l'ennéagone réguliers furent au centre de leurs recherches.

93. *Al-Fihrist*, pp. 407-9, 379.

94. Ib. p. 408; al-Tawḥīdī, *Mathālib al-Wazīrayn*, éd. al-Kīlānī, (Damas, 1961), pp. 137-9, 208, 315; al-Tawḥīdī, *al-Imtāᶜ wa'l-muʾānasa*, éd. Amin et Zayn, 2e éd. (Caire), introd. et pp. 19,41,50.

95. F. Woepcke, "Sur une mesure de la circonférence ...", *Journ. As.*, 15 (1860), 281-320.

96. *Al-Fihrist*, p.408. Une erreur assez répandue est qu'al-Būzjānī a traduit Diophante. Elle a été probablement lancée par d'Herbelot ignorant de la traduction de Qusṭā b. Lūqā, et Cossali s'y est rallié. (Voir Colebrooke, *op.cit.*, Introd. p. 72).

97 Ibn Abī Uṣaibiᶜa, *ᶜUyūn al-Anbāʾ...*, vol.I (Caire, 1882), p. 245.

b) La géométrie intervient aussi dans la résolution des problèmes comme on l'a vu à propos des partages. Là, elle altère la généralité de l'algèbre. Quelle raison ont eu les géomètres hellènes pour répudier la solution algébrique? Il est possible qu'ils aient vu dans sa démarche mécanisante une aliénation de l'esprit. Dans la méthode géométrique l'esprit conduit à chaque moment la solution, et progresse pour ainsi dire, en pleine lumière, jetant des ponts entre les éléments connus, jusqu'à franchir le fossé qui le sépare de l'inconnu. Sans doute est-il soumis à un perpétuel effort d'invention, mais loin de défavoriser la méthode aux yeux des Grecs, cela la rehausse. Si l'on veut bien, Platon n'a pas écrit au frontispice de son Ecole: Que nul n'entre ici s'il n'est logisticien ! Ainsi conçue, la mathématique ne peut devenir évidemment une technique pour la masse.

Conclusion.

L'oeuvre d'Abū K. reflète une activité mathématique intense en même temps qu'elle révèle la variété et l'importance des matériaux qui, sous le regard étonné des algébristes, refluent à la surface comme les débris d'un navire. En même temps que l'algèbre s'enrichit de ces apports elle s'organise aussi et se développe. Plus généralement, des travaux mathématiques originaux ont lieu parallèlement aux acquisitions et provoquées par elles: Al-Jawharī ajoute une cinquantaine de théorèmes aux *Eléments* d'Euclide et tente de démontrer l'axiome V;[88] al-Māhānī, dans un problème de segment sphérique laissé inachevé par Archimède, débouche sur une équation du 3e degré;[89] Thābit b. Qurra résout le difficile problème du volume du paraboloïde et de l'aire de la parabole, et donne une formule des nombres amiables qui sera suivie plusieurs siècles plus tard par une autre de Descartes-Fermat.[90] Et on ne peut accepter la thèse simpliste, parfois avancée, d'une activité scientifique qui, à l'image de l'assimilation organique, se serait déroulée en trois étapes: traduction, assimilation, production.

III Le 4e siècle hégirien (10e siècle ap. J. C.)

Plus d'un siècle sépare Abū K. du 3e grand algébriste arabe al-Karajī; les mathématiciens vont y apporter chacun sa pierre à l'édifice qui monte lentement. Une de nos principales références reste *al-Fihrist* d'Ibn al-Nadīm,

88. Al-Ṭūsī, *al-Risāla al-shāfiya*, in *Rasā'il al-Ṭūsī*, vol.2 (Hyderabad, 1359 H.), pp. 4,17-26. *Al-Fihrist*, pp. 385-393. A. I. Sabra, "Thābit ibn Qurra on Euclid's Parallels Postulate, *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 31 (1968), 16.

89. Daoud S. Kasir, transl., *The Algebra of Omar Khayyām* (New York: Columbia University, 1931), pp.1-28. *Les oeuvres complètes d'Archimède*, Trad. Paul Ver Eecke, Tome I (Paris, 1960), pp. 101-105 : prop. IV du 2e livre de "Sphère et Cylindre".

90. G. Sarton, op.cit., p.599. L. E. Dickson, *History of the Theory of Numbers*, vol.I (New York, 1952), pp. 38-41.

le I, 25 de Diophante. Le problème présente une indétermination simple et il en est de même pour les quatre autres. Abū K. donne une première solution "en usage chez les arithméticiens". Toujours cette phrase qui revient sous sa plume. Il y désigne les inconnues par *shay'* (chose), *dīnār* (denarius), *dirham* (drachma), *fals* (obolos), trois noms de monnaie d'origine gréco-romaine, et opère par substitution. La 2e méthode due à Abū K. témoigne de sa maîtrise et de son souci de généralisation: elle rappelle un procédé de Diophante Quel que soit le nombre de personnes il suflit de 2 inconnues fixes: x la somme de tous les avoirs, y_1 l'avoir de la 1 ère; l'avoir y_i de la ième personne est une inconnue provisoire donnée en fonction de x et y_1 par l'équation:

Prix de la bête $= y_1 + a_1\ (x - y_1)$
$= y_i + a_i\ (x - y_i)$

La somme des y_i sera égalée à x (ff. 96b-97a).

Au début de la solution, Abū K. se prévaut, non pas de son habileté, mais du soulagement qu'il apporte au calculateur; en effet, en l'absence de toute notation, on reconnaît à quel point la résolution avec n inconnues du problème est harassante.

Observations générales

Pour étendue qu'elle soit, notre analyse de l'ouvrage n'en dit pas toutes les richesses. Pour son époque, Abū K. est un algébriste remarquable et un calculateur qui a tous les courages. Il peut nous paraître maladroit, comme dans ses opérations sur les fractions, ou dans $22\,x^2 - 2x^3 = \sqrt{384\,x^4}$ (fol. 51b) où il élève au carré, au lieu de simplifier par x^2 (comme il le fait ailleurs). La chose s'explique, pensons-nous, par son désir de sauver le legs reçu, et de ne pas paraître mal informé. Un autre fait à relever est le large appel fait à la géométrie grecque qui se place sur deux plans différents :

a) Les *Eléments* d'Euclide apportent le soutien de leurs démonstrations dans les propositions fondamentales de calcul $a\ (b + c + ...) = ab + ac + ..., ab = ba, \frac{a}{b} = \frac{ac}{bc}, ...$ *Cette aide était indispensable en l'absence d'une théorie arithmétique des nombres irrationnels*, mais elle pouvait se limiter au minimum. En fait elle prend une place étendue, et les algébristes n'auront pas de prévention contre la géométrie qui reste le modèle de la rigueur mathématique. Ainsi au 6e siècle H. (12e siècle ap. J. C.) al-Samaw'al ne cite que des démonstrations géométriques pour les équations normales.[87]

87. Al-Bāhir, op.cit., pp. 78-87. Il n'est pas déplacé de citer ici le grand Gauss qui, dans une critique aimable d'une démonstration arithmétique de Legendre, dit que l'auteur "ne paraît pas avoir satisfait à la rigueur géométrique" in *Recherches arithmétiques*, trad. franç. (Paris, 1807; réimp. 1953) p. 490.

(La racine de (3) doit être positive). Ici, Abū K. place une remarque fort belle qui ouvre une percée sur la méthode d'itération et les suites infinies. Le manque de notations en renforce le mérite.

$$\text{Posons } x_0 = x^2 + bx$$

$$x_1 = x^2 + bx + m\sqrt{x^2 + bx}$$

$$\text{ou } x_1 = x_0 + \left(\frac{m}{b}\right).\ b\sqrt{x_0}$$

et formons les expressions $x_2 = x_1 + \left(\frac{m}{b}\right)^2 b\sqrt{x_1}$

$$x_3 = x_2 + \left(\frac{m}{b}\right)^3 b\sqrt{x_2}\quad,\quad \text{etc.}$$

Abū K. fait observer que les expressions obtenues, jusqu'à l'infini, sont des carrés. Il le montre pour x_2, x_3 (f. 91a – b). Il est possible qu'Abū K., qui montre beaucoup d'engouement pour les quantités irrationnelles, soit l'auteur de ce type d'exercices: en tête du chapitre, il réclame, sans préciser davantage, le mérite de questions nouvelles.

Les exercices d'analyse indéterminée sont suivis d'un important lot de questions diverses qui forment un ensemble tout à fait distinct. C'est un pot pourri de problèmes anecdotiques qui, durant des siècles, ont fait les délices ou le cauchemar des écoliers: poursuite de courriers, robinets qui coulent dans un bassin, grains de blé qui s'amoncellent sur les cases d'un échiquier, compagnons qui achètent en commun une monture, progressions arithmétiques habillées en problèmes de razzias, gages de domestiques et pour clore deux problèmes pieux: l'homme qui, après une transaction heureuse, fait une aumône aux pauvres (f. 108a): tous genres qui ne disparaîtront plus. Un type de problème est absent et nous ne l'avons trouvé dans aucune algèbre ou arithmétique arabe: c'est le prêt avec intérêt, défendu par la loi coranique. On aura reconnu dans ce qui précède bon nombre de problèmes de l'Anthologie grecque ou des tablettes babyloniennes.[86]

Les cinq premiers exercices de ce lot de questions variées nous paraissent les plus importants car ils conduisent à des systèmes linéaires d'équations à 3, 4, ou 5 inconnues (ff. 95a – 101a). Ce n'est pas à dire que les systèmes fassent ici leur première apparition, mais là les systèmes s'introduisent tout naturellement et avec une amplitude remarquable. Dans l'un de ces problèmes 4 hommes veulent acheter en commun une bête et chacun emprunte aux autres un certain quantième de leur avoir pour avoir le prix de la bête. C'est

86. T. L. Heath, op.cit., p.114; O. Neugebauer, *The Exact Sciences...*, p.42; B. L. Van der Waerden *Science Awakening* (Groningen, 3e éd.), p. 78.

de son temps. Nous pouvons donc dire, là encore, que compte tenu de l'époque d'Abū K., *des éléments d'analyse indéterminée avaient pénétré chez les Arabes, du vivant même d'al-Kh.* Plus encore, étant donné le volume du chapitre et la variété des exercices, on peut penser qu'il a existé des traductions de traités anonymes grecs où une large part était faite à l'analyse indéterminée. Ce qui précède confirme la conclusion à laquelle étaient déjà parvenus les historiens que Diophante n'est pas, comme on avait pu le croire, un phénomène singulier dans l'histoire des mathématiques grecques.[85]

Donnons deux solutions de questions indéterminées.

Résoudre (I) $x^2 + bx = \square$ (1) et $x^2 + cx = \square$ (2). Le chapitre contient cinq exercices de ce type (ff. 81a–83a; 88a–90a), où, rappelons-le, b et c sont remplacés par des nombres.

La méthode consiste à lier la détermination de x à celle de deux inconnues auxiliaires u et v répondant aux conditions: (II) $u^2 + bv = \square$, $u^2 + cv = \square$. L'auteur énonce sans justifications que $x = \frac{u^2}{v}$ est solution. (En effet, si $u^2 + bv$ est un carré, alors $\frac{u^2}{v^2}(u^2 + bv)$ est un carré; cette expression s'écrit $\left(\frac{u^2}{v}\right)^2 + b\left(\frac{u^2}{v}\right)$ qui montre que $x = \frac{u^2}{v}$ est racine de (1). De même pour (2).

Pour résoudre (II) nous identifions $u^2 + bv$ à un carré; posons, par exemple, $u^2 = y^2$ et $bv = 2my + y^2$. Par suite $u^2 + cv$ devient $y^2 + \frac{c}{b}(2my + y^2)$ que nous égalons à $(y + p)^2$. La résolution de (II), ci-dessus, est fréquemment employée par Diophante (II, 20, 24). Mais l'idée d'Abū K., de lier x à deux inconnues auxiliaires, est vraiment admirable et fait penser à la méthode qui sera utilisée, quelques siècles plus tard, par les algébristes italiens pour la résolution de l'équation du 3e degré. Nous n'avons pas rencontré cette méthode chez Diophante. Terminons sur un type étranger à Diophante: Résoudre le système

$$x^2 + bx = \square \quad (1)$$

et $x^2 + b\,x + m\sqrt{x^2 + bx} = \square$ (2) (ff. 91a – 92b; 93b. 6 exercices).

On pose $x^2 + b\,x = \left(\frac{mx}{b}\right)^2$ (3) d'où une valeur rationnelle de x. L'expression

(2) devient $\frac{m^2x^2}{b^2} + \frac{m^2\,x}{b} = \frac{m^2}{b^2}(x^2 + b\,x)$

$$= \frac{m^2}{b^2}\left(\frac{m\,x}{b}\right)^2$$

85. T. L. Heath, *Diophantus of Alexandria* (New York, 1964), pp. 111-124.

et $x^8 + 100\,x^4 = 10000$ (fol. 55b) où $x = \sqrt{\sqrt{\sqrt{12500} - 50}}$ qui montren que très tôt les Arabes ont envisagé d'autres variétés d'irrationnelles que celles d'Euclide.

Du chapitre de géométrie nous ne dirons rien sauf qu'il est entièrement de caractère métrique et qu'il suppose chez le lecteur une bonne familiarité avec les *Eléments* d'Euclide.[84] Nous arrivons à un chapitre qui marque une étape dans l'histoire de l'algèbre arabe, celui de "l'analyse indéterminée"[84bis]. Dans les 38 exercices de ce chapitre il faut calculer x rationnel (rapport de deux entiers naturels) pour qu'un trinôme ou un binôme en x soit le carré d'un rationnel.

Voici quelques types d'exercices:

1° $x^2 + 5 = \square$ (fol. 79a). 4° $x^2 - 6\,x = \square$ (fol. 80a)

6° $x^2 - 8x - 30 = \square$ (fol. 80b). 7° $x^2 + 2x = \square$ (fol. 81a) et $x^2 + x = \square$

12° Diviser 5 en deux carrés (de rationnels) d'une infinité de manières (folio 84b).

26° $x^2 + 2x = \square$ et $x^2 + 2x + 3\sqrt{x^2 + 2x} = \square$ (fol. 91a).

Bien que ces questions soient "diophantiennes" *aucune d'elles n'appartient au livre de Diophante et les exercices du type* 26 *n'y ont pas d'équivalent.* Il est certain qu'Abū K. ne connaît pas Diophante. Dans le cas contraire il aurait enrichi son livre exhaustif 1° / de la nomenclature des puissances comme le fera plus tard al-Karajī; non seulement Abū K. ignore les puissances "négatives" mais il cherche encore une dénomination pour x^5 et x^8 qu'il appelle respectivement le carré-carré multiplié par la racine ou le cube multiplié par le carré et le carré-carré-carré-carré au lieu de carré-cube, et carré-cube-cube (ff. 51a – 52a, 57b), 2° / de certaines méthodes relatives à l'analyse indéterminée telles que la double égalité ou la solution de $ax^2 + bx + c = \square$ pour $a = 1$. Rappelons que l'Arithmétique de Diophante a été traduite par Qustā b. Lūqā, de Baalbeck (204 H. – vers 300 H.), probablement après 260 H./873.

Au début du chapitre des questions indéterminées (fol. 79b), Abū K. n'a pas manqué de signaler que ces *questions circulent parmi les arithméticiens*

84. H. Suter en a donné une traduction allemande d'après la traduction latine: "Die Abbandlung des Abū Kāmil Shuja b. Aslam über Fünfeck und Zehneck", *Bibl. Math.* 10 (1909-10), 15-42. Sacerdote en a donné une traduction italienne d'après la traduction hébraïque (Cf. G. Sarton op.cit., vol.I, p.630; ou M. Levey, op.cit., p.8, note 22).

84 bis. Ce chapitre vient d'être analysé par Jacques Sesiano. Voir note 79.

Pour l'algèbre numérique la résolution des quatre équations ne pose pas de problème. Elle est uniforme. Il n'en est pas de même pour l'algèbre géométrique. Abū K. donne quatre démonstrations différentes qui mènent à quatre règles différentes:

1° / $\frac{dx}{c}(x+c) = a$ 2° / $\frac{(dx+b-a)(x+c)}{c} = b$

3° / $\frac{b-d\,[(x+c)+a]}{c}\,x = a$ 4° / $\frac{dx-(a-b)}{c}\cdot(x+c) = b$

C'est la 1ère règle, à peine modifiée, que nous avons trouvée chez al Kh sans justification, inexplicable par ses procédés habituels de transformation.

Il est bon d'en tracer la démonstration.

Construisons (fig.1) les rectangles $ABCD$ et $AEFH$ d'aire égale à a, tels que $AB = x$

$AE = x + c$. D'où $AD = \frac{a}{x}$ $AH = \frac{a}{x+c}$

Par suite $DH = d$ et $DHGC = dx$

Comme $EBFG = DHGC = dx$, alors $EF = \frac{dx}{c}$

Par suite, $AEFH = \frac{dx}{c}(x+c) = a$.

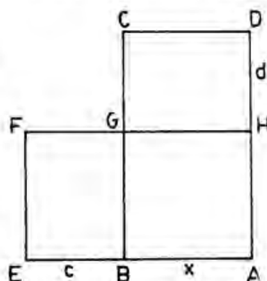


Fig. 1

Et nous venons de déboucher sur le fondamental théorème de l'application des aires, *Eléments* (VI 29),[83] ou encore, nous avons abouti à une équation normale mais la démarche mentale est celle de la géométrie (ou de l'arithmétique élémentaire) avec ses aléas et son manque de généralité.

A la suite des questions précédentes, nous avons une grande variété d'équations irrationnelles, certaines conventionnellement formées, d'autres amenées par le calcul des nombres irrationnels comme le calcul du quotient de 10 par $2 + \sqrt{3}$ (fol. 41 b), quotient égalé à x.

L'influence du Xe livre des *Eléments* est nette, mais l'étude systématique des binômes irrationnels n'est pas entreprise ici. On peut dire que le calcul des radicaux comme celui des fractions n'est pas encore dégagé et amené à la forme qui deviendra classique. Notons en passant quelques équations intéressantes $x^4 + 2x^2 = 1$ (fol. 46b) qui a pour racine $x = \sqrt{\sqrt{2} - 1}$

83. Pour l'exacte correspondance entre la méthode d'Euclide et la solution algébrique de l'équation voir T. L. Heath, *The Thirteen Books...*, vol. II, p. 266.

4° – L'équation (1) est remplacée par un système à 2 inconnues

$$\frac{10-x}{x} = y \qquad (6)$$

$$\text{et} \quad \frac{x}{10-x} = 4\frac{1}{4} - y \qquad (7)$$

$$x = 42\frac{1}{2} - \left(4\frac{1}{4}\right) x - 10y + xy \qquad (7')$$

De (6) on tire $xy = 10 - x$

lequel utilisé dans (7') donne

$$y = 5\frac{1}{4} - \frac{5x}{8}$$

enfin y est reporté dans (6).

5° – Cependant l'équation (1) ne fait que déguiser un vieux problème babylonien et à cet égard la somme $4\frac{1}{4}$ est très suggestive. Il s'agit de trouver deux nombres inverses de somme connue.[82] D'où la 5e méthode :

$$u + v = 4\frac{1}{4}$$

$$u\,v = 1$$

$$\text{puis } u\left(4\frac{1}{4} - u\right) = 1 \qquad \text{etc.}$$

Nous avons parlé du courant d'algèbre géométrique qui concurrence l'algèbre numérique et dont s'est détourné al-Kh. Ce courant est nettement dessiné chez Abū K. L'exemple suivant va nous montrer le mécanisme de cette algèbre. Il s'agit de quatre problèmes de partage qu'Abū K. présente sous la forme attrayante de sommes a et b d'argent à partager entre x et $x + c$ hommes. la différence des parts individuelles est d. Il en résulte les équations suivantes:

$$1° / \quad \frac{a}{x} - \frac{a}{x+c} = d \text{ (fol. 29a)} \qquad \text{cas } a = b$$

$$2° / \quad \frac{a}{x} - \frac{b}{x+c} = d \text{ (fol. 29b)} \qquad a < b$$

$$3° / \quad \frac{b}{x+c} - \frac{a}{x} = d \text{ (fol. 30b)} \qquad a < b$$

$$4° / \quad \frac{a}{x} - \frac{b}{x+c} = d \text{ (fol. 31b)} \qquad a > b$$

82. Voir O. Neugebauer and A. Sachs, op.cit., p. 130.

plus d'une solution. Abū K. en donne cinq :

1° - Soient x et $10 - x$ les deux parties. Donc

$$\frac{x}{10-x} + \frac{10-x}{x} = 4\frac{1}{4} \quad (1)$$

$$x^2 + (10-x)^2 = 4\frac{1}{4} \cdot (10-x) \quad (2) \text{ etc.}$$

Al-Kh. donne cette solution sans justifier la transformation de (1) en (2).

2° - La 2e méthode très utilisée par les Babyloniens et Diophante, consiste à appeler les deux parties $5 \pm x$, d'où l'équation. : $\frac{5+x}{5-x} + \frac{5-x}{5+x} = 4\frac{1}{4}$.

Cette méthode a l'avantage d'éliminer le terme en x.

Entre la 2e et 3e solution s'insère la démonstration, par segments, de règles particulières :

$$\frac{a}{b} = \frac{a\,a}{b\,a} \quad (3)$$

$$\frac{a}{b} + \frac{b}{a} = \frac{a^2+b^2}{a\,b} \quad (4)$$

utilisées dans la 1ère solution, et

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{b}{a} = 1 \quad (5)$$

qui servira plus loin. C'est la règle (5) qu'al Kh. a maintenue à la suite de sa solution, sans doute pour une raison didactique. Ajoutons qu'Abū K. n'ignore pas les règles générales des fractions $\frac{a}{b} \cdot c = \frac{a\,c}{b}$ (fol. 54 r) et $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{a\,c}{b\,d}$ (fol. 64b) qu'il utilisa ailleurs et qui sont certainement connues dès le début de l'Islam. D'autre part, on ne peut pas dire que sa démonstration de (3), (4), (5) soit heureuse. Non seulement elle porte sur des nombres entiers mais aussi la démonstration de la règle-clé (3) admet, sans la nommer explicitement, la proposition (VII, 17) des *Eléments* : $\frac{a}{b} = \frac{am}{bm}$.

3° - L'équation (1) est transformée en

$$\frac{x^2}{10-x} + 10 - x = \left(4\,\frac{1}{4}\right) x$$

puis $$\frac{x^2}{10-x} = \left(5\,\frac{1}{4}\right) x - 10$$

$$x^2 = (10-x)\left[\left(5\,\frac{1}{4}\right) x - 10\right] \text{ etc.}$$

Bibliographie

Cet ouvrage largement attesté par Ibn al-Nadīm,[74] al-Sinjārī,[75] Ibn Khaldūn[76] et bien d'autres, a été mis à profit par al-Karajī,[77] al-Samaw'al,[78] puis plus tard par Léonard de Pise.[79] Il en existe, en particulier, le manuscrit Qara Mustafa 379, Istanbul, auquel nous référerons. Martin Levey a publié une version hébraïque de la première moitié du livre, faite par M. Finzi (vers 1460), et sa traduction anglaise. Le lecteur voudra bien y trouver une étude intéressante sur Abū K. et toute la bibliographie souhaitée.[79]

L'algèbre d'Abū K. se présente comme le miroir des connaissances algébriques de son temps. Tous les courants qui se sont étalés à l'époque d'al-Kh. et dans les décades suivantes viennent s'y refléter, et, dans sa préface, l'auteur ne manque pas de dire le soin qu'il a pris de dépouiller les écrits antérieurs. Ce caractère est souligné par l'épithète *al-Shāmil* (exhaustif) et *al-Kāmil* (complet) que les usagers décerneront à son livre.[80] En maints endroits de l'ouvrage une méthode sera qualifiée de "courante chez les arithméticiens" révélant ainsi une large tradition; ou, au contraire, de "rare". Si l'on se rappelle qu'al-Kh. était en vie en 232 H., on voit que bien des matériaux recueillis par Abū K. étaient connus du vivant d'al-Kh., sinon plus tôt. Abū K. reprend avec respect l'oeuvre d'al-Kh. en incorpore la théorie à son ouvrage, en la complétant et en démontrant systématiquement les règles, parfois de plusieurs manières. Mais la variété de questions qu'il va étaler dans son oeuvre est exceptionnelle.

Un premier exemple va nous fournir une idée de l'extraordinaire richesse de l'ouvrage: "Diviser 10 en 2 parties telles qu'en les divisant l'une par l'autre on ait pour somme de leurs quotients $s = 4\frac{1}{4}$". Al-Kh. a traité le même exercice avec $s = 2\frac{1}{6}$ (fols. 25b – 28a).[81]

Ce type de problème, très ancien, a sans doute reçu au cours des âges

74. *Fihrist*, p. 406.

75. Al-Sinjārī, *Irshād al-qāṣid...*, (Beyrouth, 1322 H.), p. 125.

76. Ibn Khaldūn, *al-Muqaddima*, (Caire, sans date), p. 484.

77. Al-Karajī emprunte un grand nombre d'énoncés à Abū K. Citons par ex., dans *al-Fakhrī*, (Caire ms. V, 212). II (22;23;28;29,34;39;40) III (12;13;14;15;17;20), IV (17;18;19;21;22;23; 28;36;37;38;39) dont les équivalents sont chez Abū K. ff. (79a; 79b; 83b; 85a; 41b; 43a; 44a), ff. (28b; 36b; 37a; 41b) ff. (48a; 48b; 56a; 56b; 57a; 89a; 94a; 94b; 95a). Il en existe d'autres qui ne diffèrent que par un changement de constante.

78. Voir *al-Bāhir en algèbre...*, éd. Ahmad et Rashed, (Damas, 1972), pp. 40-41,57,116,230.

79. Voir Martin Levey, *The Algebra of Abū Kāmil..*, (London, 1966), Appendix, pp. 217-220. Jacques Sesiano, "Les méthodes d'analyse indéterminée chez Abū Kāmil", *Centaurus*, 21 (1977), 89-105.

80. A. Anbouba, op.cit. pp. 9-13.

81. Problème cité par Martin Levey, op. cit., pp. 14-15. Mais al-Kh. ne donne que la solution n° 1.

ticularités de langage, Sinān résout les équations dont les termes sont ax^{n+2p}, bx^{n+p}, cx^n; et il donne une double nomenclature des puissances de l'inconnue : l'une , traditionnaliste, s'arrête comme celle de Diophante à x^6 mais présente des singularités comme : *madād* pour x^5 (pas de relation entre les acceptions de *madād* dans le langage courant et celle qu'il a ici) et carré-cube pour x^6.[68] La 2e nomenclature, intéressante en principe, attache malheureusement à tout x^n le rang $n + 1$. Sous la pression de besoins didactiques, bien des algèbres ont dû voir le jour dans les centres que séparaient souvent des distances considérables. De ces algèbres, Ibn al-Nadīm ne nous a conservé que quelques rares noms.[69]

Pendant ce temps, la diffusion des *Eléments* d'Euclide allait bon train, et l'algèbre est gagnée par son influence. Thābit b. Qurra, de Ḥarrān (211-288 H., 827-892), établit les formules des équations normales par les propositions (II 5, 6) des *Eléments*.[70] Al-Māhānī, astronome, qui observa à Baghdad en 223 H. (838), calcule les racines carrées des apotomes par une méthode uniforme empruntée au livre X des *Eléments*.[71] L'une des questions le conduit à $x(\sqrt{54}-x) = 7\frac{1}{2}$, qui lui donne $54x^2 = x^4 + 15x^2 + 56\frac{1}{4}$.

De là $39x^2 = x^4 + 56\frac{1}{4}$ et $x^2 = 1\frac{1}{2}$.[72]

On voit que du vivant d'al-Khwārizmī l'algèbre déborde largement les limites de son ouvrage.

Abū Kāmil Shujāᶜ ibn Aslam = Abū K.

Nous arrivons maintenant à une figure de premier plan, l'égyptien Abū Kāmil Shujāᶜ ibn Aslam, ingénieur des constructions navales. Il vivait au Caire, sous le cruel Aḥmad b. Ṭūlūn qui gouverna l'Egypte de 254 H. jusqu'à sa mort en 270 H.[73] Dans ce qui va suivre, nous allons examiner son ouvrage fondamental d'algèbre.

68. Il y a coïncidence entre la désignation de x^6 ici et chez les Indiens mais la rencontre s'arrête là. Voir Colebrooke, op. cit., p.10, note 3; J. Tropfke. op. cit., vol.2, (Berlin, 1933), p. 11. Sinān donne le seul exemple arabe, encore que peu probant, que nous connaissions d'un exposant formé par la multiplication de facteurs. Il peut être intéressant de comparer cela avec la nomenclature d'Anatolius: P. Tannery, *Psellus sur Diophante*, Mémoires Scientifiques, tome IV (Paris, 1920), pp. 277-282.

69. Dont une algèbre très prisée par les Byzantins, du juif Sahl ibn Bishr, astrologue qui vécut à Khurasan: *al-Fihrist*, p.397.

70. *Qawl li Abī l-Ḥasan Thābit b. Qurra fī taṣḥīḥ masā'il al-jabr bi-l-barāhīn al-handasiyya*, Aya Sofya, ms. 2457, 3, ff. 39a-41b.

71. *Tafsīr al-maqāla al-ᶜashira min kitāb Uqlidis lil-Māhānī*, Paris ms. 2457,39, ff. 180b-187a. On doit à Sanad b. ᶜAlī un traité aujourd'hui perdu sur le livre X des Eléments: *al-Munfaṣilāt wa'l-mutawassiṭāt* (les apotomes et les médiales) *Fihrist*, p.397.

72. Al-Māhānī, op. cit., fol. 183a, b.

73. Voir A. Anbouba, "Un algébriste arabe, Abū Kāmil...", *Horizons Techniques du Moyen-Orient*, n° 2 (1963), pp. 6-15.

dans le centre cosmopolite et commercial de Baṣra.[62] La diffusion des mathématiques va s'y intensifier ; et nous possédons pour une époque voisine de 175 H. le témoignage d'un esprit doué d'une curiosité insatiable, l'écrivain al-Jāḥiẓ qui voyait circuler de main en main une profusion de livres sur toutes sortes de connaissances : arithmétique, logique, médecine, géométrie, musique; de métiers : agriculture, commerce, teinturerie, vitrerie, parfumerie... ; d'appareils : astrolabes, balances, instruments de mesure du temps.[63] Sans doute un climat semblable règne-t-il dans d'autres centres, mais les documents qui nous restent s'intéressent surtout à la capitale du califat et à l'aire restreinte de civilisation qui l'entoure.

C'est dans cette atmosphère qu'al-Kh. compose son livre où pour la première fois l'algèbre apparaît détachée de l'arithmétique en discipline indépendante. Mais cette science est sollicitée par diverses tendances. Al-Kh. fait un choix. Avec une rare vigueur de jugement, il ferme la porte à l'algèbre géométrique qui, par des considérations particulières liées au bonheur de l'intuition, conduit aux propositions II, 5, 6 des Eléments ou d'autres analogues, et il opte pour les méthodes générales de l'algèbre numérique qui, grâce à un algorithme fixe, met dans la main de l'apprenti algébriste une véritable "machine à penser".[64] Dans l'ombre des raisons mathématiques qui ont fixé son choix, on peut entrevoir les préoccupations d'un auteur qui veut mettre la science à portée de la masse.

II. Contemporains et successeurs d'al-Khwārizmī

Les trois coups sont donnés. Un bon nombre d'écrits algébriques vont paraître, dont il ne reste presque rien. Dans le seul chapitre qui nous soit conservé de son algèbre, ᶜAbd al-Ḥamīd b. Wāsiᶜ b. Turk, un Turc de Khuttal, région voisine de Khwārizm, donne les démonstrations des équations normales par les mêmes procédés qu'al-Khwārizmī, mais d'une manière plus complète et dans une phrase devenue très souple.[65] Sinān b. Fatḥ appartient à la ville de Ḥarrān[66] au nord de la Mésopotamie, un centre séculaire important de culture grecque, en relation avec l'Université d'Alexandrie. Dans un mémoire conservé au Caire[67] qui accuse des archaïsmes et des par-

62. Il est bon de rappeler que le calcul indien a été mentionné dès les premiers temps de l'Islam par Severus Sebokht, en 42 H. (662). Il devait être d'un usage courant dans les colonies indiennes du Moyen Orient. Voir G. Sarton, *Introd. Hist. Sc.*, vol. I (Baltimore, 1953), p. 493.

63. Al-Ḥājirī, op. cit., pp. 150 et suiv.

64. Le mot est d'Egmont Colerus, *De Pythagore à Hilbert* (Paris, 1947), p. 98.

65. Carullah ms. 1505, ff. 2a- 5a. Publié avec trad. anglaise et turque, et une étude développée, en relation avec les origines de l'algèbre arabe, par Aydin Sayili, *Logical Necessities...*, *Türk Tarih Kur. Yay.*, VII Ser. N°41 (Ankara, 1962), 176 pp.

66. Ibn al-Nadīm, *al-Fihrist*, p. 406.

67. Sinān b. al-Fatḥ, *Kitāb fīhi al-kaᶜb wal-māl wa'l-aᶜdād al-mutanāsiba*, Caire, ms. math. 260, ff. 95a- 104a.

partie algébrique du livre indien dont la traduction fut d'ailleurs longue et difficile.[53] Il est bon de rappeler ici dans quel contexte historique se développe le mouvement scientifique arabe. Les conquêtes arabes débutèrent en 12 H. (734) et s'étendirent en quelques années jusqu'aux frontières de l'Inde ; elles s'accompagnèrent assez vite d'un vaste mouvement de conversion à l'Islam surtout parmi les Iraniens, et de l'adoption, par les convertis, de la langue arabe.[54]

La ville de Baṣra bâtie par les Arabes en 17 H. (639) est, un demi-siècle plus tard, un centre commercial et intellectuel très important mais dont le cachet a cédé devant le cosmopolitisme et où se confronteront les cultures persane, indienne, syriaque et grecque.[55] En 55 H. le nombre de combattants y est de 70,000 Arabes pour 90,000 convertis; en 64 H ces chiffres ont passé à 80,000 et 140,000 respectivement.[56]

Vers la fin du 1er siècle H. c'est le Khurāsān, héritier des cultures grecque, indienne et persane qui se convertit massivement et les centres intellectuels de Merw, Merwarūdh, Herāt, Balkh, Bukhārā, Samarqand deviendront bilingues.[57] A Baṣra toujours, le fameux al-Khalīl (96 – 170) ou (86 – 160)? systématiseur de premier ordre, s'inspirant semble-t-il des notions de grammaire et de logique connues dans les milieux pehlevis asseoit les fondements de la grammaire;[58] de même, pense-t-on, prenant modèle sur la métrique indienne il crée la métrique arabe.[59] Auteur du premier dictionnaire aussi, il se proposait probablement de composer la première arithmétique quand la mort le surprit.[60] Il nous reste de lui une attestation sur l'existence de son temps d'un calcul, *Ḥisāb al-Barjān*,[61] dont un objet était l'élévation au carré (?) et l'extraction de la racine carrée. Quelles qu'aient été l'origine et l'identité de ce *Ḥisāb*, on peut dire que vers le début du 2eme siècle H. (VIIIe) et probablement avant, de nombreux procédés de calcul coexistaient

53. Al-Bīrūnī, *Taḥqīq mā lil-Hind...* (Hyderabad, 1958), pp. 351, 356, 360, 397.

54. J. Wellhausen, *Das arabische Reich und sein Sturz*, trad. arabe (Damas, 1956) p. 60. Ṣāleḥ Aḥmad al-ᶜAli, *Al-Tanẓīmāt al-ijtimāᶜiyya wal-iqtiṣādiyya fil-Baṣra fil-qarn al-'awual al-hijrī* (Beyrouth, 1969) p. 41. Voir aussi Balādhurī, *Futūḥ al-Buldān*, éd. Munajjid, vol. 2 (Caire, 1957) nos 931, 928, 932, 934.

55. N. Ziadé, *Al-Ḥisba wal-Muḥtasib fil-Islām* (Beyrouth, 1962), pp. 17-19,21; Ṭāh al-Hajiri, *Al-Jāḥiz* (Caire, 1962) pp. 38, 113. Voir aussi J. Wellhausen, op. cit. p. 225.

56. J. Wellhausen, op. cit., pp. 319, 107.

57. J. Wellhausen, op. cit., pp. 237, 348, 253, 193, 358.

58. H. Corbin, *Histoire de la philosophie islamique* (Paris, 1964), p. 201.

59. Al-Bīrūnī, op. cit., p. 115.

60. Ṭāsh Kopru Zadeh, *Miftāḥ al-Saᶜāda...*, vol. 1, (Hyderabad, 1328 H.) pp. 94-96, 128.

61. Sans vouloir discuter ici l'origine du mot *Barjan* disons qu'il existe des raisons de croire qu'il dérive de l'indien. Ce mot est cité en particulier par Ibn Manẓūr, *lisān al-ᶜArab*, 2 (Beyrouth, 1955), act. *Burj*.

les timides considérations de nombres irrationnels, le fait que sur trois démonstrations par segments deux interviennent à propos de tels nombres (pp. 32, 33), tout cela évoque l'image de la géométrie grecque. Mais somme toute l'influence d'Euclide reste superficielle et on pourrait supprimer ces démonstrations qui semblent surajoutées, sans porter atteinte au tronc.

A côté de l'influence précédente on relève des traces à peine sensibles *d'algèbre géométrique* et d'enseignements divers.[51] Dans un problème de partage qui mènerait à une équation de la forme $\frac{a}{x} - \frac{a}{x+b} = d$ (p.51) al-Kh. contrairement à sa méthode habituelle, *énonce, sans explication aucune, une règle générale* qui résout le problème pour toutes valeurs de a et d. Cette règle $\frac{dx(x+b)}{b} = a$ (2) ne se justifie pas par les transformations de calcul habituelles à al-Kh. et qu'il n'indique pas d'ailleurs, ici. Elle trouvera son explication par *l'algèbre géométrique*, grâce à Abū Kāmil qui a recueilli pour ce problème de partage cinq solutions différentes.

Ainsi al-Kh. nous révèle des méthodes existant à son époque qu'il ne veut pas incorporer à son ouvrage et à qui il emprunte un résultat en passant. Ce fait est confirmé par sa citation insolite de la règle $\frac{a}{b} \cdot \frac{b}{a} = 1$ (p. 41, l.13) qui n'a pas de raison d'être dans sa solution mais dans une autre du même problème rapportée par Abū Kāmil. De même, alors que ce dernier démontre une formule indépendante et lourde pour le calcul de x^2,[52] al-Kh., plus simplement, déduit x^2 de la valeur trouvée pour x; mais, fait troublant qui a peut-être son explication dans une manière antique de poser les problèmes, al-Kh. calcule x^2 même dans $ax = b$ (p. 18).

Nous avons dit précédemment l'emprunt fait aux Indiens de deux valeurs de π.[52bis] On voit à quel point les diverses influences se sont mêlées à des époques et dans des conditions qui nous restent cachées.

Conclusion

Il est certain que les premières notions d'algèbre sont apparues chez les Arabes bien avant l'arrivée de la mission indienne qui vers 154 H. apporte une Siddhanta à la cour d'al-Manṣūr. Elles devaient être connues sous le nom générique de *Ḥisāb* (calcul, arithmétique) et ont pu rendre inutile la

51. Comme le bref chapitre des transactions, pp.53-4.

52. Kara Mustafa, ms.379, (ff. 6a, b, 9b-10a, 11b-12a).

52bis. Evidemment des emprunts ont été faits aux Indiens dans d'autres branches des mathématiques. Voir E. S. Kennedy and W. R. Transue, "A medieval Iterative Algorism", *American Math. Monthly* (vol. 63, no. 2, Feb. 1956). Signalons aussi dans al-Samaw'al, *Kashf ʿUwār...*, Leyde or. 98, un chapitre sur l'interpolation ff. 25b - 32a où deux méthodes indiennes sont indiquées dont une de Brahmagupta.

qu'elle appartient à un courant mathématique didactique qui a nourri antérieurement l'oeuvre de Diophante. Aux points de ressemblance déjà signalés entre les deux auteurs, ajoutons que le titre même d'al-Kh.: *al-Jabr wal-muqābala* désigne deux opérations dont l'importance est soulignée dans l'introduction de *l'Arithmétique*[46] et que les deux auteurs se rejoignent dans *le titre* qu'ils donnent à leurs livres comme dans leur emploi de *nombres abstraits* et de *solutions démontrées*, ce qui, de l'avis des historiens, donne à l'oeuvre de Diophante une signification toute nouvelle dans le cours des mathématiques grecques.[47]

Le courant principal où puise l'oeuvre d'al-Kh. est d'origine babylonienne: résolution systématique des questions par les méthodes numériques. Cependant au cours des âges la nécessité des démonstrations s'est imposée, probablement au contact de la science grecque. A cet égard la démonstration de $x^2 + 21 = 10x$, chez al-Kh., (pp. 23–25) rappelle la construction utilisée dans (II, 6) des *Eléments* d'Euclide, de même que la 2eme solution de $x^2 + 10x = 39$ (p. 23) a pu prendre comme modèle la figure de (II, 4).[48] Quelques C. Q. F. D qui ponctuent la fin des démonstrations, les lettres mêmes utilisées dans les figures,[49] l'emploi de *saṭḥ murabbaᶜ* (carré) à côté de *murabbaᶜa* qui semble être l'épithète féminin du mot *arḍ*(terre) d'ordinaire sous-entendu,[50]

46. Trad. Paul Ver Eecke, p.8. Voir G. J. Toomer, "al-Khwārizmī", in *DSB* pour la signification des mots *jabr* et *muqābala* et George A. Saliba, "The meaning of *al-jabr wa'l-muqābalah*", *Centaurus*, 17 (1973), 189-204. Cependant nous considérons que *muqābala*, chez al-Kh. ne signifie pas la suppression des termes semblables des deux membres de l'équation, mais la résolution de l'équation par un ensemble d'opérations dont la 1ère est la suppression des termes semblables.

Les exemples: p.44, l.14; p.45, l.10; p.48, ll.14,2; p.53, l.3; p.49, l.4, sont très significatifs. Dans les exemples p.37, l.16; p.40, l.4; p.49, l.18; p.62, l.18, le mot *qābil* est explicité par toute la phrase qui le suit et non par la première proposition; remarquer l'emploi de la conjonction *fa*, qui lie plus impérativement les propositions de la phrase. Pour la suppression des termes semblables, remarquer l'emploi de *alqā* p.37, ll.1,16; p.39, l.13; p.40, l.6; p.44, l.9; p.46, ll.11,15; p.47, l.2; p.48, l.10; p.51, l.6; p.53, l.4; p.63, ll.1, 2.

Un cas fait exception, p.29, l.14, mais la phrase manque de cohérence et ne concerne pas une équation. Quelques lignes plus loin dans un exemple analogue: p.20, l.5, al-Kh. n'utilise plus le mot *qābil* et Abū Kāmil qui cite le 1er exemple n'emploie pas le mot *qābil*. (*al-Jabr wal-muqābala*, Kara Mustafa, ms. 379, ff. 15b, 16a). Pour al-Karajī le mot *qābil* a le sens de résolution rapporté plus haut. D'autre part, il faut admettre chez les meilleurs auteurs des négligences de style où le couple *jabara wa qābala* vient comme machinalement. Al-Karajī écrit, par ex., *Jabarta wa alqayta wa qābalta*, dans $2\frac{1}{2}x^2 + 7\frac{1}{2}x = 325$; *Fakhrī*, Caire ms. V, 212, f. 34b, l.17.

47. J. Klein, *Greek Mathematical Thought and the Origin of Algebra* (London, 1966), p. 128.

48. Voir T. L. Heath, *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, vol. I, 2e ed. (Dover Publications, N. Y., 1956), pp. 386, 379.

49. Le fait, étudié par M. Cantor, méritait de l'être, bien qu'une critique en ait été faite par S. Gandz, in "The Sources...", op. cit., pp. 267-8.

50. La forme féminine pour triangle, carré (*muthallatha, murabbaᶜa*) et celle *mudawwara* pour cercle prévalent de loin. Le substantif féminin *arḍ* (terre) est quelquefois explicité: p.59, ll.9,12; p.65, ll.11,13. Les écrits qui procèdent de la géométrie grecque utilisent les termes *muthallath, murabbaᶜ* et *dāʾira*.

à l'est. Les propositions d'algèbre géométrique des Eléments d'Euclide dont la nature et l'objet sont si éloignés de l'idéal mathématique grec et des objectifs du livre prennent alors leur véritable signification d'apports étrangers. De même se trouvent éclairée l'étrange physionomie d'Héron d'Alexandrie et de Diophante.[39] L'algèbre d'al-Kh ne serait alors qu'une résurgence de ce vieux courant babylonien, dont *l'évolution et la transmission au cours des siècles restent cependant très obscures.*

Parlant des tablettes mathématiques trouvées à Suse en 1936, Marguerite Rutten souligne "l'intimité constante, universelle de l'Elam, (et plus tard de la Perse) avec la Babylonie" et le rayonnement ultérieur de la science babylonienne sur le monde, consécutif aux conquêtes d'Alexandre.[40] La survivance des traditions babyloniennes apparaît nettement dans la résolution des équations du second degré[41] et elle est confirmée dans d'autres domaines: par exemple, en astronomie.[42] Relevons que E. S. Kennedy a signalé l'emploi par les Arabes d'une méthode babylonienne de calcul de l'ascension oblique, qui est *qualifiée de méthode babylonienne par les Arabes eux-mêmes.*[43] E. M. Bruins a trouvé dans une tablette de Suse, la valeur $\pi = 3\frac{1}{8}$ or vers l'an 300 H. (912) elle est utilisée, pas trop loin de Suse, par un ingénieur d'Ispahan.[44] De même nous retrouvons chez les Arabes, attribuée aux *Persans*, la formule donnant pour l'aire d'un quadrilatère de côtés a, b, c, d $\frac{a+c}{2} \cdot \frac{b+d}{2}$ utilisée par les Babyloniens.[45] Il existe donc un bon ensemble de survivances babyloniennes. Revenant à l'algèbre d'al-Kh. nous dirons

39. B. L. Van der Waerden, op. cit., pp. 118-126, 198-200, 56, 57, 89,. O. Neugebauer, op. cit., pp. 145-150.

40. M. Rutten, *La Science des Chaldéens*, Col. Q. S. J. (Paris, 1960), p. 105.

41. Rappelons l'emploi de l'expression: moitié de x pour la moitié du coefficient (note 17). D'autre part, pour résoudre une équation du 2e degré où le coefficient a de x^2 diffère de 1, les Babyloniens multiplient en général l'équation par a, alors qu'al-Kh. divise par a. Cette différence de méthode pourrait s'expliquer par les difficultés soulevées chez les Babyloniens par la division, lesquelles disparaissent avec l'emploi des fractions chez al-Kh. et ses prédécesseurs. Voir F. Thureau-Dangin, op.cit., pp.XXII, XXIII (note). Voir aussi une sommation babylonienne chez Abū Kāmil (note 114, plus bas). Pour une étude poussée et plus technique voir S. Gandz, "The Origin..." (cité en note 37).

42. E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Trans. Amer. Philo. Soc.*, Vol. 46, part 2 (Philadelphia, 1956), pp. 169-173. O. Neugebauer, *The Exact Sciences...*, pp. 175-6.

43. E. S. Kennedy, op.cit.,172. Al-Bīrūnī, *Rasā'il al-Bīrūnī*, 2, p. 138. Al-Bīrūnī, *The Exhaustive Treatise on Shadows* (Aleppo, 1976), vol. 1, p. 186; vol. 2, p. 114.

44. M. Rutten, op. cit., p. 116 et O. Neugebauer, op. cit., p. 47. L'ingénieur-géomètre M. b. Lurra mesura sur le terrain l'enceinte extérieure de la ville ronde d'Ispahan et trouva 6000 coudées il en déduisit le diamètre 1920 puis la surface (Ibn Rusta, *al-Aᶜlāq al-Nafīsa*, *Bibl. geog. arab.*, éd. de Goeje (Leide, 1892), p. 160).

45. Abū Manṣūr al-Baghdādī m. 429 H. (1037) in *Kitāb al-Misāha*, Laleli ms. 2708, 2, fol. 3b attribue donc cette formule aux Persans. Nous la trouvons chez les Babyloniens : voir O. Neugebauer and A. Sachs, *Math. Cun. Texts*, pp. 46-7, 44; J. Oppert, *Mémoires divers relatifs à l'archéologie assyrienne*, 1er fasc. (Paris, 1886), pp. 17,18. Mais elle se trouve aussi chez les Indiens (Brahmagupta), voir Colebrooke op. cit. 295; chez les Romains voir M. Chasles, *Aperçu historique...*, (Paris, 1889), p. 429.

Diophante, celle-ci réfléchit Héron d'Alexandrie (2eme moitié du 2eme siècle) avec une netteté saisissante.[33]

Dans la 3eme partie nous signalerons un seul problème,[34] résolu par un système linéaire de deux équations à deux inconnues ce qui élargit le champ de connaissances de l'époque. Dès le début de la solution les deux inconnues sont distinguées *shay*ᵓ (chose x) et *ba*ᶜ*d shay*ᵓ (partie de chose, y) et conserveront leur entité au cours de la démonstration. Celle-ci mène à $y = \frac{1}{2}x - 30$, puis y est remplacée par sa valeur dans la 2eme équation au cours même de sa formation. Ce n'est qu'en apparence que d'autres problèmes ont plusieurs inconnues; en réalité, celles-ci (sauf une) sont traitées comme des connues.[35]

Sources d'al-Kh.

Une des raisons de l'intérêt porté par les historiens à la première algèbre est qu'elle représente une science fraîchement acquise et qui, pense-t-on, laisse voir plus facilement ses origines. Dès le début du XIXeme siècle, les discussions opposent les tenants d'une ascendance grecque aux partisans de l'origine indienne et n'aboutissent pas à une conclusion probante.[36] Ce n'est que vers 1930, avec le déchiffrement plus large des tablettes babyloniennes que les origines de l'algèbre arabe (et de la géométrie grecque) commencent à recevoir un éclairement plus satisfaisant et l'on doit ici, rendre hommage à la mémoire de Solomon Gandz pour la contribution considérable qu'il a apportée à cette question.[37] Quelque vingt siècles avant J. C. les Babyloniens possèdent une arithmétique et une algèbre remarquablement avancées pour l'époque, et des connaissances pratiques de géométrie (dont le théorème de Pythagore).[38] Au cours des siècles ce courant mathématique s'étend en un immense delta dont les bras atteignent la Grèce et l'Egypte à l'ouest, et l'Inde

33. O. Neugebauer remarque que des sections entières des écrits géométriques de Héron d'Alexandrie ont passé dans le livre d'al-Kh., *The Exact Sciences in Antiquity* (Providence, 1957), pp. 146, 179.

34. al-Kh., p. 104.

35. Dans une traduction libre de cette partie de l'algèbre, S. Gandz introduit plusieurs inconnues pour rendre certains textes plus accessibles. Nous en prévenons le lecteur. S. Gandz, "The Algebra of Inheritance...", *Osiris*, 5 (1938) pp. 319-391.

36. P. Cossali, Origine, *Trasporto in Italia*, ... vol. 1 (Parme, 1797), p. 216. H. T. Colebrooke, *Algebra with Arithmetic...* (London, 1817; réimp. Walluf bei Wiesbaden, 1973), Introd., pp. 79-80. L. Rodet, "L'algèbre d'Alkhârizmî", *Jour. Asiatique*, 7 (1878), 5-98.

37. Principalement, S. Gandz, "The sources of al-Khuwârizmî's Algebra", *Osiris*, 1 (1936), 263-277. S. Gandz, "The origin and development of the quadratic equations in Babylonian, Greek, and early Arabic Algebra", *Osiris* 3 (1938) 405-557.

38. Voir B. L. Van der Waerden, *Science Awakening*, I (Groningen, 3e éd.), pp. 62-81. O. Neugebauer, *The Exact Sciences...*, pp. 29-52. R. Caratini, R. Labat, *La Mésopotamie* (les mathématiques), dans *Histoire générale des sciences*, vol. I, (Paris, 1957), pp. 103-132.

un nombre soustractif est soustractif... L'énoncé d'al-Kh.: *illā shayʾ fī illā shayʾ māl zāʾid* (moins x par moins x (égale) x^2 additif) va contre la grammaire et la logique mais il est didactiquement commode, *et on ne doit pasy voir la moindre idée de nombre négatif.*[28]

La théorie est suivie de 39 exercices d'application dont un lot de 12 se présente sous la forme : Diviser 10 en 2 parties liées par certaines relations.[29] Une expression commode mais inexacte de ces énoncés serait: $x+y=10$ avec $xy=a, x^2 \pm y^2 = b$ etc. En fait, *jamais les problèmes ne seront traduits par un système de 2 équations mais toujours par une équation à une inconnue.* Nous aurons $x(10-x)=a, x^2 \pm (10-x)^2 = b$ ... *Ainsi fait également Diophante* qui résout au moyen d'une inconnue des problèmes à plusieurs inconnues.

2eme et 3eme partie

Malgré l'intérêt de la 2eme partie nous nous contentons d'y signaler deux valeurs approchées de π : $\sqrt{10}$ et 62832 : 20 000 *expressément attribuées aux Indiens*; un passage à la limite (aire du cercle); le calcul de la hauteur dans le triangle de côtés 13, 14, 15, et du côté du carré inscrit au triangle de côtés 10, 10, 12 : deux exercices résolus algébriquement.[30] Dans l'ensemble, cette partie se présente comme un précis d'arpenteur, genre qui connaîtra chez les Arabes une littérature abondante[31] et qui, sans doute, possède une ascendance très lointaine.[32] Si la première partie rappelle par certains points

28. Parlant de cette règle des signes chez Diophante, J. Klein dit qu'il est difficile de lui dénier une origine non grecque. J. Klein, *Greek Mathematical Thought and the Origin of Algebra* (London, 1966), p. 127 et note 143, p.244.

29. Cette forme d'énoncés est familière à Diophante aussi I (1, 2, 3, 5, 6), II (14, 15). La tablette babylonienne T. A. 24194 contient 247 énoncés que l'on pourrait à la rigueur présenter ainsi: Décomposer 10 en deux facteurs liés par une relation linéaire donnée ; O. Neugebauer and A. Sachs, *Mathematical Cuneiform Texts* (New-Haven, Conn. 1945) pp. 107-119.

30. Al-Kh., éd. Caire, p.56, lignes 1-10; pp. 62, 65.

31. Citons d'abord les chapitres sur al-Misāḥa contenus dans 1°) *al-Manāzil* d'al-Būzjānī, 2°) *al-Kāfī* d'al-Karajī, 3°) *Miftāḥ al-Ḥisāb* d'al-Kāshī déjà vus, 4°) les commentaires d'al-Shaqqāq m. 511 H. (1117) et d'al-Shahrazūrī m. 550 H. (1155) sur al-Kāfī, Istanbul, Seray ms. 3135, 2 et Yeni Cami, n°801. 5°) *al-Ḥāwī* ..., anonyme, Paris, ms. 2462, écrit peu après 511 H. On doit des traités sur al-Misāḥa à Abū Birza (époque d'al-Kh.), Abū Kāmil (*Fihrist*, éd. Caire, pp. 405, 406); al-Baghdādī m. 429 H. (1047), Laleli, ms. 2708, 2, ff. 1-19; al-Isfazārī m. av. 515 H. (1121), Laleli, ms. 2708, 2, ff. 20a-23b, etc.

32. Voir les nombreux problèmes relatifs à la mesure et aux partages de terrains, au creusement de canaux, au cubage des murs, etc., chez les Babyloniens: O. Neugebauer and A. Sachs, op. cit.; F. Thureau-Dangin, op. cit.; T. L. Heath, *A Manual of Greek Mathematics* (Oxford, 1971) pp. 418-431 (sur Héron d'Alexandrie). S. Gandz a voulu voir dans la partie *al-Misāḥa* une copie d'une oeuvre hébraïque Mishnat ha-Middot, composée selon lui vers 150 ap. J. C. S. Gandz, *The Mishnat ha-Middot*, (Berlin, 1932), pp. 4-12. Sur cette question très contestée, voir G. J. Toomer, al-Khwārizmī, in *DSB*.

au-dessus des algèbres que les savants décadents Ibn al-Hā'im, (753 ou 756-815 H.; 1352 ou 1355 – 1412) al-Māridīnī (826 – 907 H. ? 1423 – 1501 ?)[21] écriront quelques siècles plus tard. Mais quel genre de démonstration apporte al-Kh.? L'appareil de calcul reçu en héritage semble trop rudimentaire pour fournir une solution algébrique, absente également chez son successeur immédiat le remarquable Abū Kāmil (vers 265 H). Cette solution fera son apparition vers 402 H dans l'oeuvre d'al-Karajī[22] *qui l'attribue expressément à Diophante* et il faut supposer qu'elle a appartenu à la partie perdue de l'*Arithmétique*.[23] Nous ne qualifierons pas les preuves d'al-Kh. de géométriques: lui-même n'emploie pas ce terme. Utilisant son propre langage nous dirons plutôt *preuves par figures*. Il est possible que de son temps déjà le mot *preuves géométriques* soit réservé à l'usage des Eléments d'Euclide. La chose apparaît assez nettement chez Abū Kāmil. La géométrie et l'algèbre étant deux disciplines distinctes, donnant lieu à des enseignements distincts, les lecteurs d'al-Kh. ne sont pas censés connaître Euclide. Cet aspect didactique ne doit jamais être oublié dans l'étude des mathématiques arabes.[24] A cette époque d'ailleurs le calife al-Ma'mūn faisait de grands efforts pour diffuser l'enseignement d'Euclide.[25] La méthode utilisée par al-Kh. dans ses démonstrations est l'égalité des aires, qui donne une bonne représentation des équations du 2e degré.

La résolution des six équations normales est suivie de règles élémentaires de calcul, sans démonstration d'ordinaire: addition, soustraction, multiplication d'expressions très simples comme $(10 \pm x)^2$ et les règles[26] $\sqrt{a}\sqrt{b} = \sqrt{ab}$, $\sqrt{a} : \sqrt{b} = \sqrt{a:b}$, $a\sqrt{b} = \sqrt{a^2 b}$. C'est là qu'on trouve la fameuse règle des signes, citée déjà par Diophante:[27] le produit de deux nombres soustractifs est un nombre additif, le produit d'un nombre additif par

21. A. al-ᶜAzzaoui, *Tārīkh ᶜilm al-falak fil-ᶜIrāq* (Bagdad, 1958), p. 188.

22. Al-Karajī, al-Fakhrī (ms. Caire 7829), ff. 22a, 24a.

23. La publication par Roshdi Rashed de la traduction arabe de quatre livres de l'Arithmétique de Diophante remet en question le problème tant débattu du texte authentique de Diophante. Roshdi Rashed, "Les travaux perdus de Diophante", *Revue d'Histoire des Sciences*, 27 (1974), 97-122; 28 1975), 3-30.

24. Pour cette raison, un livre de "calcul arabe" ne portera pas de chiffres indiens et ses méthodes opératoires différeront de celles du "calcul indien". Voir par ex., *al-Manāzil* d'al-Būzjānī (note 8 plus haut).

25. Sur l'importance attribuée par al-Ma'mūn à une connaissance intégrale des *Eléments* voir al-Qifṭī, *Ikhbār al-ᶜUlamā'* (Caire, 1326 H.) pp. 287-8. Les contemporains du calife appelèrent même *al-shakl al-ma'mūnī* (proposition d'al-Ma'mūn) le théorème de l'égalité des angles à la base d'un triangle isocèle: le calife en aurait fait un motif vestimentaire. Voir Tahānawī, *Kashshāf Iṣṭilāḥāt al-Funūn*, vol. 3 (Beyrouth, réimp. 1966), p. 785. Disons par la même occasion que le théorème: un côté d'un triangle est inférieur à la somme des deux autres, s'appelle *al-shakl al-ḥimārī* (théo. des ânes), ibid.

26. al-Kh. (éd. Caire), pp. 27-32.

27. Diophante, *les six livres arithmétiques...*, trad. Paul Ver Eecke (Paris, réim. 1959), p. 7.

Europe, où on la trouve chez Léonard de Pise (1202), Chuquet (1484), Cardan (1545) etc.[16] Voici la résolution de (5) en traduction presque littérale: "Quant aux carrés qui, augmentés de nombres, égalent des choses, un exemple en est: $x^2 + 21 = 10x$ qui signifie: quel est le carré qui augmenté de 21 unités donne dix fois la racine de ce carré? La méthode consiste à prendre la moitié (du coefficient)[17] des choses soit 5, et à la multiplier par elle-même soit 25; enlève du résultat les 21 qui accompagnent le carré, il reste 4 ; prends-en la racine soit 2; ôte cela de la moitié (du coefficient) des choses, 5, il reste 3; telle est la racine du carré et le carré égale 9. Ou à ton gré, ajoute la racine 2 à la moitié (du coefficient) des choses, il vient 7; telle est la racine du carré et le carré est 49.[18] On reconnaît là notre formule classique de résolution des équations du 2eme degré appliquée à $x^2 - bx + c = 0$ soit $x = \frac{b}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - c}$. Le texte montre à l'évidence qu'al-Kh. donne une ***règle générale*** dont l'énoncé et l'intelligence sont rendus plus simples par l'exemple numérique. Al-Kh. ajoute que l'équation (5) est impossible si $\left(\frac{b}{2}\right)^2 < c$, et admet pour racine $\frac{b}{2}$ si $\left(\frac{b}{2}\right)^2 = c$. De même reconnaît-il l'existence d'une seule racine pour les équations (4) et (6).[19] D'un point de vue historique cette solution présente une ressemblance frappante avec les solutions babyloniennes dont le lecteur voudra bien trouver un exemple dans la note.[20]

Les formules sont suivies de leur démonstration. Ce fait est remarquable. Il est à l'honneur de l'auteur et de son époque et met l'oeuvre d'al-Kh. bien

16. J. Tropfke, *Geschichte der Elementar-Mathematik*, III (Berlin, 1937) pp. 79-95.

17. Cette manière de s'exprimer: la moitié des choses au lieu de la moitié du coefficient est très courante et ne gêne pas un lecteur arabe: c'est un produit du terroir puisqu'on la trouve employée chez les Babyloniens. Voir F. Thureau-Dangin, *Textes mathématiques babyloniens* (Leiden, 1938) p. 2, note 1.

18. éd. Caire, p. 20.

19. ibid. pp. 20-21.

20. Nous donnons ci-après la traduction de la tablette babylonienne BM 13901, prob. 7, d'après Roger Caratini. Nous conservons la seule notation décimale des nombres au lieu de la notation sexagésimale originelle. Il s'agit du calcul du côté d'un carré qui conduit à $11x^2 + 7x = 6{,}25$. Le scribe dit: "Multiplie 11 par 6,25 : 68,75. Prends la moitié de 7 : 3,5. Multiplie 3,5 par lui-même : 12,25. Ajoute 12,25 à 68,75 : 81. La racine de 81 est 9; ôte 3,5 que tu as multiplié de 9 : 5,5. L'inverse de 11 n'est pas dans les tables. Par quoi faut-il multiplier 11 pour avoir 5,5? par 0,5. 0,5 est le côté de mon carré". (Pour diviser 5,5 par 11 suivant la méthode habituelle le scribe devrait multiplier 5,5 par l'inverse de 11. Or celui-ci n'est pas un nombre exact). *Histoire générale des sciences*, sous la direction de René Taton, Vol. I. *La Science antique et médiévale* (Paris, 1957), René Labat et Roger Caratini, *La Mésopotamie*, pp. 113-4. La tablette BM 13901 appartient à l'ancien âge babylonien, époque de Hammurapi. Voir F. Thureau-Dangin, (op. cité dans note 17), pp. IX, 1-10 où l'on trouvera la traduction des 24 problèmes de la tablette.

tance presque religieuse pour un Arabe.[12] Les nombres considérés sont arithmétiques, entiers, fractionnaires ou irrationnels. Al-Kh. n'a pas connaissance des nombres positifs ou négatifs et ne tient pas zéro pour un nombre.[13] Ces positions seront tenues par les successeurs d'al-Kh. dans la période que nous étudions et même après.

Essentiellement l'algèbre est une branche de l'arithmétique dont elle se propose de résoudre les problèmes grâce aux notions d'inconnue et d'équation.[14] Eventuellement elle résoudra aussi les problèmes métriques de géométrie. Aussi al-Kh. donne-t-il: (a) les *formules* de résolution des équations (du 1er et 2eme degré). Nous employons le mot formule à dessein. (b) les règles élémentaires de calcul pour mettre les équations sous "leurs formes normales". Fournissons plus de détails:

Al-Kh. considère trois sortes de quantités: l'inconnue, nommée *jadhr* (racine) ou *shay*ᵓ (chose), son carré *(māl* ou *murabba*ᶜ*)* et le nombre constant (ᶜ*adad*). De la combinaison de ces trois quantités naissent les "six équations normales" énoncées dans cet ordre:

$$ax^2 = bx \quad (1)$$

$$ax^2 = c \quad (2)$$

$$bx = c \quad (3)$$

$$ax^2 + bx = c \quad (4)$$

$$ax^2 + c = bx \quad (5)$$

$$bx + c = ax^2 \quad (6),$$

où a, b, c, sont des nombres arithmétiques non nuls.[15]

Cette classification patronnée par al-Kh. vivra toujours chez les Arabes, en quelque sorte imposée par l'absence des nombres négatifs et passera en

12. Par ex., *sab*ᶜ (sept) aura douze terminaisons différentes suivant le cas et le genre: *sab*ᶜ*un*, *sab*ᶜ*u*, *sab*ᶜ*atun*, *sab*ᶜ*atu*,... Des difficultés de graphie surgissent aussi quand des lettres (*b*, *l*,..) doivent être liées au nombre, ces lettres ayant des formes différentes suivant leur place dans le mot. Pour ces raisons et aussi parce que le calcul indien est une discipline indépendante, pas nécessairement connue des lecteurs, les chiffres indiens ne sont pas utilisés par al-Kh. ni par ses successeurs immédiats. Il faut des raisons impératives d'économie pour qu'ils apparaissent parfois, comme dans les tableaux ou sur les figures où, d'ailleurs, les chiffres n'appartiennent pas à des phrases construites.

13. Ainsi $x^2 = ax$ possède une seule racine $x = a$.

14. D'autres branches sont: *al-ḥisāb al-maftūḥ* (calcul ouvert = sans inconnue); *ḥisāb al-khaṭa'ayn* (méthode des deux erreurs) ... Voir D.E. Smith, *History of Mathematics*, vol II (Boston, 1953), pp. 437-9.

15. Al-Kh., *al-jabr wal-muqābala*, (éd. Caire, 1939) pp. 17-21.

prend guère pour la 3e. La disparité des trois parties et leur disproportion peuvent soulever la question de savoir si leur fusion en un seul ouvrage n'est pas le fait d'un copiste. La réponse est négative et cette formule de compendium sera toujours sollicitée par une vaste catégorie de lecteurs: *al-Manāzil fi l-Ḥisāb* (les sections en arithmétique) d'al-Būzjānī écrit vers 368 H. (978), *al-Kāfī* (le suffisant) d'al-Karajī écrit vers 403 H. (1012), *Miftāḥ al-Ḥisāb* (la clé de l'arithmétique) d'al-Kāshī écrit après 818 H. (1415)[8] en sont des exemples parmi bien d'autres. Nous avons par ailleurs, sur l'unicité de l'ouvrage d'al-Kh., deux témoignages d'auteurs anciens : al-Ḥubūbī 4e s. H. (Xe) et al-Bīrūnī.[9] Citant, l'un le calcul de π (de la 2e partie *al-Misāḥa)*, l'autre un problème de testament (de la troisième partie) ils les attribuent expressément au livre d'algèbre d'al-Kh.

Suivant une pratique courante à l'époque, al-Kh. ne donne pas de titre à son ouvrage.[10] Les usagers lui donneront un nom, en général, d'après la matière annoncée dans les premières pages.[11]

L'algèbre proprement dite (Iere partie)

Au lecteur qui croirait feuillleter un des nos manuels actuels, évitons quelques méprises. L'algèbre d'al-Kh. ne contient ni symbole ni abréviation pour désigner les inconnues ou les opérations. Elle est entièrement parlée et les nombres mêmes y sont écrits en toutes lettres ce qui en assure une énonciation déclinée conforme aux règles de la grammaire, question d'une impor-

8. A. Hochheim a publié une trad. allemande d'*al-Kāfī*, *Kâfî fil Ḥisâb, Abu Bekr M. b. Al-Husein Al-Karkhi*, (Halle, 1870-80). A. S. Saidan a publié le texte arabe d'*al-Manāzil* avec des extraits d'*al-Kāfī* (Amman, 1971). *Miftāḥ* a été imprimé à Téhéran en 1306 H. (1889), et au Caire en 1967 par Demerdash et Sheikh; voir aussi p. 36 de l'édition du Caire. Citons aussi la toute récente édition de Nader al-Nabulsi (Damas, 1977) et l'édition avec trad. russe de A. P. Youschkevitch, B. A. Rosenfeld et V. S. Segal, *Klyuch arifmetiki ...* (Moskva: Gosudarstvennoe Izdatel'stvo, 1956).

9. Al-Ḥubūbī, *al-Istiqṣā' fil-jabr wal-muqābala*, Bodl. ms. Selden Supenus 22, ff. 1-52a; voir ff. 27b et 51a; al-Bīrūnī, voir ici note 5. A la suite de *Kitāb al-kaᶜb wal-māl wal-aᶜdād al-mutanāsiba* de Sinān b. al-Fatḥ (3e s. H., Xe) commentateur d'al-Kh. (Caire, ms. math. 260, 95a-104a), il existe deux feuillets appartenant probablement au même traité et où une question d'*al-Misāḥa d'al-Kh.* est rapportée à son algèbre (f. 104b).

10. Cette pratique nous vaudra dans l'ouvrage bibliographique *al-Fihrist* d'Ibn al-Nadīm rédigé en 377 H. (988) un nombre impressionnant de titres uniformes qui ne se distinguent que par le nom de l'auteur comme: grammaire de ... éd. du Caire (sans date), pp. 135, 136, 58-60. Le successeur d'al-Kh., Abū Kāmil, n'ayant pas titré son algèbre, celle-ci reçut des usagers diverses appellations: *Kitāb al-jabr wal-muqābala*, *Kitāb al-Shāmil*, *Kitāb al-Kāmil* ... ce qui jeta le trouble chez les historiens et fit croire à l'existence de plusieurs algèbres.

11. Cependant le copiste du ms. de Berlin l'appellera *Kitāb al-Misāḥa wal-Waṣāyā*, d'après les parties 2 et 3.

le livre d'al-Kh. dont la traduction marque, suivant le mot de George Sarton, le début de l'algèbre européenne.[4]

Une étude attentive de cet ouvrage est indispensable à qui veut comprendre le développement ultérieur de l'algèbre arabe.

Bibliographie

Le plus anciennement connu des mss. du livre d'al-Kh. est le Bodl. Oxford, ms. Huntington 214, copié au Caire en 743 H. (1342). Edité par Rosen à Londres en 1831. avec traduction anglaise, il a été réédité par Musharrafa et Aḥmad au Caire en 1939 et réimprimé depuis, plus d'une fois. Signalons parmi d'autres manuscrits existants le *Kitāb fil-Misāḥa wal-Waṣāyā* (classé anonyme), Berlin no. 5955,6 / fol. 60r – 95v. Le chapitre final *al-dawr* manque. Il n'existe pas d'édition satisfaisante du livre et les études historiques basées sur les éditions citées s'en ressentent. Signalons quelques corrections en nous référant à l'édition du Caire (1939, ou 1968):

1) Page 56, ligne 1, remplacer *al-handasa* (géométrie) par *al-hind* (l'Inde) d'après la leçon du ms. de Berlin, et le témoignage d'al-Bīrūnī).[5]
Ces deux mots s'écrivent en arabe *hndst et hnd*. La leçon *hndst* rend d'ailleurs la phrase incohérente.

2) Supprimer le problème insolite à deux inconnues sur le blé et l'orge qui aura passé d'une annotation de lecteur dans le texte, p. 43. Ce problème n'existe ni dans le ms. de Berlin ni dans la traduction latine publiée par Libri.[6] Signalons aussi que les excercices 27 et 29 (éd. Caire pp. 51, 52) répètent les exercices 8 et 26 (pp. 44, 50). (Les exercices ne portent pas de numéros d'ordre, ni dans les mss. ni dans l'éd. du Caire).

Analyse de l'ouvrage

Le livre d'al-Kh. contient en réalité trois traités :

Le 1er porte sur *l'algèbre* proprement dite; le 2eme sur *al-Misāḥa* (mesure des surfaces et des volumes, pratiquement l'art de l'arpenteur); le 3eme sur les problèmes de *testaments* suivant la loi coranique et intéresse les Musulmans. On sait que les deux traductions latines du livre d'al-Kh. faites au XIIeme siècle[7] ont ignoré les parties 2e et 3e de l'ouvrage, ce qui ne sur-

4. G. Sarton, *Introduction to the History of Science* (Baltimore, 1937, réimp. 1953), vol. 2, part 1, p. 176.

5. Al-Bīrūnī, *Taḥdīd Nihāyāt al-Amākin ...*, éd. al-Ṭanjī (Ankara, 1962), p. 218; voir aussi l'édition de P. Bulgakov (Cairo: *Majalla maᶜhad al-makhṭūṭāt al-ᶜarabiya*, 1962).

6. G. Libri, *Histoire des Sciences mathématiques en Italie* (Paris , 1838; réimp. Hildesheim, 1967), pp. 253-297.

7. L. C. Karpinski, *Robert of Chester's Latin Translation of the Algebra of al-Khowarizmi* (New-York, 1915); et probablement, trad. de Gérard de Crémone, publiée par G. Libri, *op. cit.*, *note* 6.

L'algèbre arabe aux IX^e et X^e siècles. Aperçu général

ADEL ANBOUBA*

Acquisition de l'Algèbre par les Arabes et Premiers Développements.

Nous nous proposons dans les pages suivantes de donner un aperçu de l'algèbre arabe durant les 3eme et 4eme siècles hégiriens (IXeme et Xeme), période d'acquisition et de premier développement de cette science. Les lecteurs pourront compléter leur information grâce aux articles sur les algébristes arabes parus dans le *Dictionary of Scientific Biography* (= *DSB*, New York: Scribners, 1970-76), que cette étude essaie, dans la mesure possible, de ne pas doubler. Les lecteurs consulteront aussi avec profit les pages 34-61 du livre de A.P. Youschkevitch, *Les Mathématiques Arabes* (Paris, 1976).

1. Le premier algébriste arabe : al-Khwārizmī (= al-Kh.)

Pour les spectateurs lointains que nous sommes, l'histoire de l'algèbre chez les Arabes s'ouvre sur un coup de théâtre. Vers 204 H. (820), Muḥammad b. Mūsā al-Khwārizmī (c-à-d. originaire de Khwārizm, ancienne province orientale de l'Iran), mort après 232 H. (847),[1] publie une initiation à l'algèbre en une vingtaine de feuillets:[2] *Kitāb al-jabr wal-muqābala*, un petit chef-d'oeuvre dont l'influence sera considérable. Nettement dessiné et rédigé avec concision, il joint à sa valeur mathématique de solides qualités didactiques. Il sera accueilli avec respect par les mathématiciens et restera en usage pendant des siècles, donnant lieu à de nombreux commentaires dont celui du brillant mathématicien Abū'l-Wafā' al-Būzjānī (328-387 H., 940-997).[3] Plus tard, malgré le progrès réalisé par la science, l'Europe s'initiera à l'algèbre dans

* Institut Moderne du Liban, Fanar – Jdaïdet, Beyrouth, Liban. Cet article a été écrit en décembre 1975 sur la proposition du Prof. A. I. Sabra que nous voudrions remercier ici ainsi que les Prof. Roshdi Rashed et E. S. Kennedy pour toute l'aide qu'ils nous ont apportée dans notre documentation et pour leur amical encouragement.

1. Cf. G. J. Toomer, 'al-Khwārizmī', *DSB*, et *Enciclopedia Italiana*, vol. II (Roma, 1929), art. 'Algebra'. Nous pensons qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter de l'appellation insolite trouvée chez al-Ṭabarī: "M. b. Mūsā al-Khwārizmī al-Majūsī al-Quṭrabullī", qui fait d'al-Kh. un mazdéen (al-Majūsī), de Quṭrabull. Elle contredit toutes les dénominations données à notre auteur par al-Ṭabarī lui-même et les autres historiens, et s'explique par une erreur de copiste qui aura omis la lettre *w* (et) après le mot "al-Khwārizmī"; de sorte qu'al-Majūsī al-Quṭrabullī désigne un second astrologue.

2. L'algèbre occupe la première partie de l'ouvrage seulement.

3. Ibn al-Nadīm, *al-Fihrist* (Caire, sans date), pp. 404, 406, 408; Ibn Khaldūn, *al-Muqaddima* (Caire, sans date) p. 484.

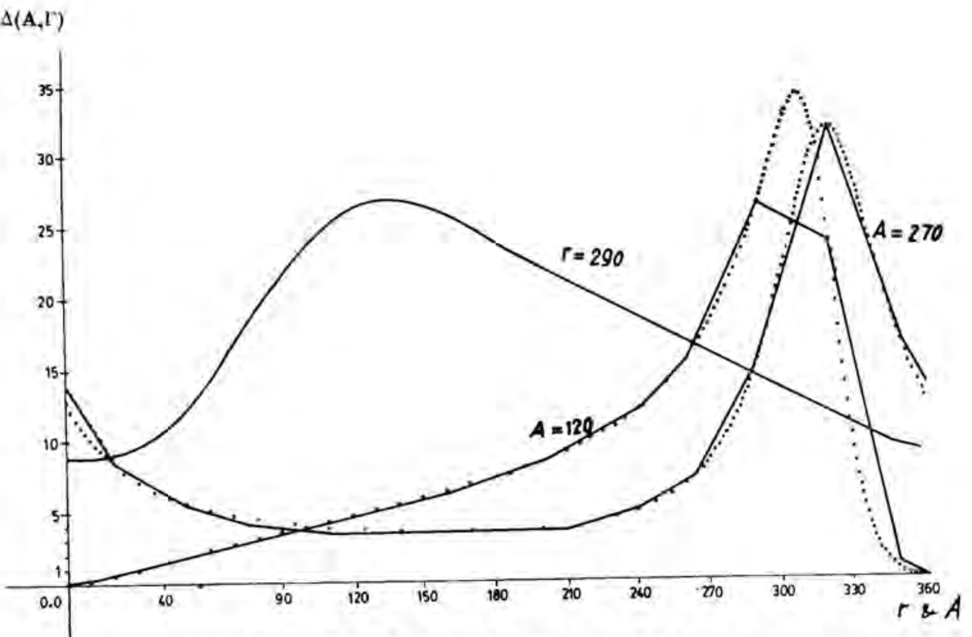
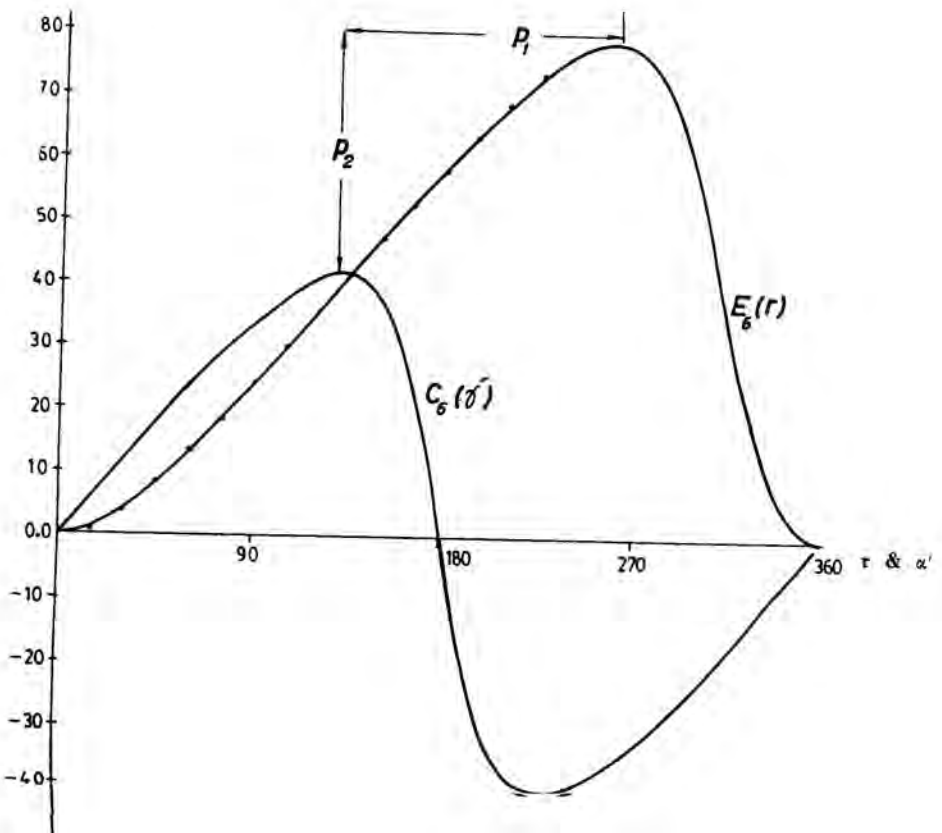


Fig. 3. Cross-sections of the double-argument *'ikhtilāf* table of Mars.
The dotted curves are the computed values; connected lines are of values taken from the text.


80
70
60
50
40
30
20
10
0.0
-10
-20
-30
-40
90
180
270
360
τ & α'
P_1
P_2
$E_6(\tau)$
$C_6(\gamma')$

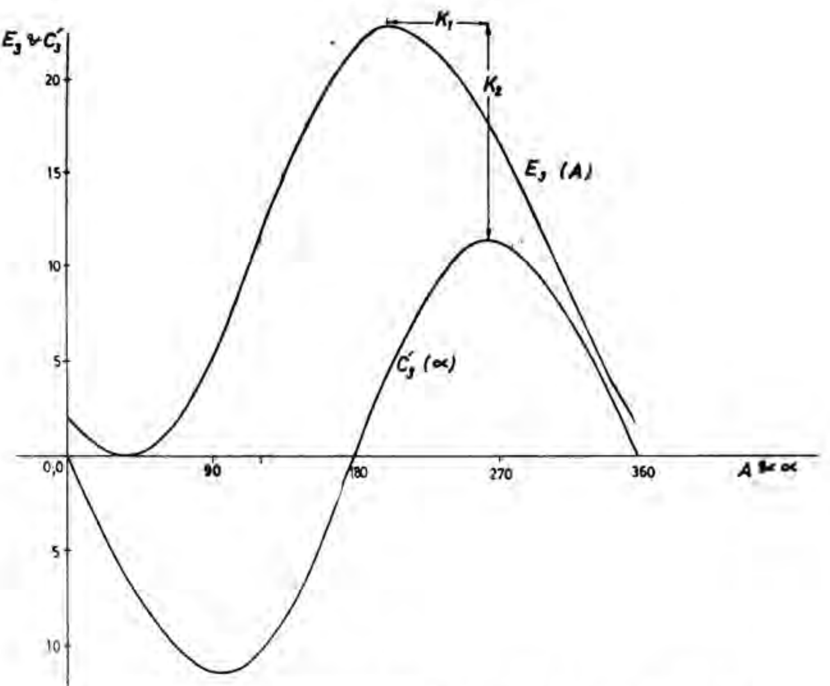


Fig. 1. $E(A)$ of Cyriacus compared to $C'_3(\alpha)$ of the *Handy Tables* for the planet Mars.

We further conclude that in this *zīj* we have a simplification process that involves a conceptual modification, be it of the Ptolemaic models or the Ptolemaic tables, that is of a high level of sophistication and at such a late date in the fifteenth century, traditionally considered a dark age in Islamic science. The motivation for that can be seen in one of two ways: (1) either a response to the challenge of simplicity of use which is not evident in pre-Islamic and early Islamic tables, or, more probably, (2) the attempt to reach a wider range of practitioners.

Center as well, and the results obtained matched very well those given by Cyriacus at values of $\Gamma = 20, 50, 80,...,350°$, and $A = 30, 60, 90,...,360°$ with a variation less than 0;30°, but varying, sometimes considerably, at other points. A quick look at the sections of $\Delta(A,\Gamma)$ plotted as Figure 3 reveals the reason immediately. Cyriacus did not compute Δ for all values of A and Γ, which would be over 5,000 values if taken at intervals of 4°. He selected a few values for Γ, computed them for all the tabulated values of A, and then interpolated linearly for the values in between. Since A is tabulated for ninety-two values, and Cyriacus seems to have selected around twelve values for Γ, he presumably computed the whole equation $\Delta(A,\Gamma)$ for about a thousand values only, and interpolated for the rest. This technique is especially bad for Mars, due to its large eccentricity, but it yields much more precise results for the other planets.

Conclusion

The techniques used by Cyriacus in simplifying the computations of the planetary positions used the same principles applied to the lunar tables.[11]

If the longitude of any planet were to be found according to any Ptolemaic-type table by calculating γ in the equation

$$\lambda = \lambda_a + \alpha + c'_3(\alpha) + c_6(\gamma') + c_8(\alpha') \cdot \begin{cases} c_5(\gamma'), & c_8 \leqslant 0 , \\ c_7(\gamma'), & c_8 > 0 , \end{cases}$$

where the functions c_3 , c_5 , c_6 , c_7 , and c_8 take on positive and negative values, then the same longitude can be found by adjusting all the Ptolemaic functions so that the reader, or the user of the *zīj*, will need to operate only with addition. Thus:

$$\lambda = \lambda_a + A + E_3(A) + E_6(\Gamma) + \Delta(A,\Gamma)$$

where A, and Γ are defined as above and E_3, E_6 and Δ are described in expressions (2), (3) and (4). If we substitute these expressions for their counterparts on the right-hand side of the above equation we obtain for Mars

$$\begin{aligned} \lambda = \lambda_a + \alpha - 59;45 &+ (c'_3(\alpha) + 11:25) \\ &+ (E(\Phi) + 39:21) \\ &+ (c_6(\gamma') - E_6(\Phi) + c_8(\alpha') \cdot \begin{Bmatrix} c_5(\gamma') \\ c_7(\gamma') \end{Bmatrix} + 9:0). \end{aligned}$$

cancellation, substitution, and rearrangement reduces this expression to the Ptolemaic one displayed at the head of this paragraph.

11. *Ibid.*

Īlkhānī values for c_5, c_6, c_8 one could compute the maximum equation of Cyriacus thus:

$$\begin{aligned} E(\Phi)_{max} &= c_6(\gamma')_{max} - c_8(k_1) \cdot c_5(\gamma')_{max} \\ &= 42;12 - 0;30 \times 5;38 \\ &= 39;23^\circ \end{aligned}$$

which agrees reasonably well with 39;21°, the maximum equation extracted from the tables of Cyriacus. Here again the two-minute variation may have arisen from a variety of factors, one of them being the use of a different *zīj*.

The 'Ikhtilāf Table $\Delta(A, \Gamma)$ *(fol. 44v-50r)*

This table is a double-argument table similar to the one devoted to the moon.[9] It is entered vertically with the argument of the anomaly Γ and horizontally with the *markaz* A. The subdivisions of A and Γ vary with the rate of change of the surface $\Delta(A,\Gamma)$ and are at times tabulated for every degree while at others they are tabulated for jumps of 2°, 3°, 4°, 5° or even 6°.

Analogous to the *'ikhtilāf* table of the moon,[10] this one is also computed for the minor variations in longitude that are due to the distance of the epicycle from the observer. Cyriacus was able to compute the values of $\Delta(A,\Gamma)$ at big jumps of A and Γ because he had already computed the major part of the total equation $E_6(\Gamma)$ to a precision involving subdivisions in minutes.

This *'ikhtilāf* table was also designed, like the other tables, to be always positive. In modern symbols, it is

$$(4) \qquad \Delta(A.\Gamma) = c_6(\gamma') - E_6(\Phi) + c_8(\alpha') \cdot \begin{Bmatrix} c_5(\gamma') \\ c_7(\gamma') \end{Bmatrix} + 9{:}0^\circ$$

where A, Γ are the modified *markaz* and anomaly respectively, so that

$$A = \alpha + k_1, \ \Gamma = \gamma + p_1, \ \gamma' = \gamma + c'_3(\alpha), \ \alpha' = \alpha + c'_3(\alpha),$$
$$\Phi = \Gamma \pm c'_3(\alpha) \text{ for all planets, and}$$
$$k_1 = -59;45, \ p_1 = -219;59 \text{ for Mars.}$$

Moreover all functions c_5, c_7 and c_8 are computed as in the *Handy Tables*, but at a distance R' from the observer, as noted above, instead of R as in the *Handy Tables*.

This double-argument table was re-computed at the Harvard Computer

9. Cf. "Lunar Tables...", *JHAS*, *op. cit.*
10. *Ibid.*

by using a set of tabulated functions such as the *Handy Tables*, with the further adjustment introduced to compensate for the adjusted argument γ' by defining a new variable Φ, as the adjusted value of Γ. Hence

$$\Phi = \Gamma + c'_3(k_1)$$

Therefore the table of the second equation of Cyriacus can now be written as

$$E_6(\Gamma) = E_6(\Phi) + 39;21, \quad \text{or}$$

(3) $$E_6(\Gamma) = (c_6(\gamma') - c_8(k_1) \cdot c_5(\gamma')) + 39;21.$$

This same relationship, with a different value of the constant, holds true for the second equation of the other planets, a further confirmation of its validity. Moreover, this re-calculation of c_6 at distance k_1 from the apogee allowed Cyriacus to compensate for $\Gamma = \gamma + p_1$, for now the horizontal displacement of $c_6(\gamma')$ compensates for the epoch value of Γ, which was less than γ. In addition, the recomputed curve begins at 0°, which was probably done for the sake of elegance.

Once the allowance for the variation of R to R' was made, the maximum equations as extracted from these tables turned out to be the same as those of Ptolemy for all the planets under study here, with the exception of Mars; for that equation was found to be 42;12, the same as that of the *Īlkhānī Zīj* (Leiden Or. 75 fol. 62r) and that of Chrysococces studied by D. Pingree.[7] This last fact is a further confirmation that the commentary of Chrysococces was based on the *Īlkhānī Zīj*.[8] On the other hand the epicycle radius assumed in the *Īlkhānī Zīj* must be $40;21^p$ and not the Ptolemaic $39;30^p$ for $R = 60^p$.

A computer program was written to reproduce the tables of Mars with the parameter $r = 40;21^p$, and the computed results are the ones plotted as E_6 in Figure 2. The variation between these results and the tabulated values never exceeded one degree, except in this case of Mars and for a small range, between 302° and 333°, where the variation reached as high as 1;41° at two points. Such a variation does not in any way affect the analysis for (1), it is not encountered with any other planet, and (2) it could have arisen from the fact that the computer program was solving the equation *de novo*, while Cyriacus may have been using some rounded tabulated values. Moreover the size of 1;41 in comparison with the maximum values reached in the table, 78;42, is quite small.

As noted earlier, Cyriacus may have been using several *zījes*, the *Īlkhānī* being one of them, for the computation of the several functions. Using the

7. D. Pingree, "Gregory Chioniades and Palaeologan Astronomy", *Dumbarton Oaks Papers*, 18, (1964), 135-160, esp. 150.
8. *Ibid.*

The Second Equation of Mars $E_6(\Gamma)$ *(fol. 42v-44r)*

The tables for this equation occupy four full pages of the manuscript and the recomputed values for this function are plotted as E_6 in Figure 2. We note that, as in the case of E_3, the curve of E_6 is always positive, and that it has been displaced horizontally and vertically by p_1 and p_2 respectively in relation to c_6.

Table 3 gives the values of p_1 and p_2 for the four planets under consideration.

TABLE 3

Planet	p_1	p_2	max E_6	max c_6 *Handy Tables*
Saturn	(– 90) 270°	6	5;57	6;13
Jupiter	(–100) 260	10;37	10;36	11;3
Mars	(–140) 220	39;21	39;21	41;10
Venus	(–135) 225	45;8	45;8	45;59

We note from Table 3 that

$$p_2 \geqslant \max E_6 ,$$

and at the same time E_6 is systematically less than c_6 for all planets.

At first glance it looked as if Cyriacus were using a set of maximum equations different from that of Ptolemy. But upon closer investigation it turned out that E_6 was computed by Cyriacus not when the epicycle was at mean distance R, as with Ptolemy, but when the epicycle was at a distance k_1 from the apogee. Since at such positions the epicycle looks smaller to the observer on earth, the maximum equation E_6 would then be necessarily smaller than c_6.

Now, to compute E_6 at k_1 from the apogee Cyriacus could have followed one of two methods: either compute from scratch, as was done at the Harvard Computer Center, and calculate

$$E_6 = \text{arc tan}\left(\frac{r \sin \gamma'}{R' + r \cos \gamma'}\right) ,$$

where r is the Ptolemaic radius of the epicycle, except for Mars, γ' is the adjusted argument, and R' is the distance of the epicycle from the observer when it is at k_1 from the apogee (i.e., *markaz* $= k_1$).

Or Cyriacus probably used a simpler method which would solve for E_6 from

$$E_6(\Phi) = c_6(\gamma') - c_8(k_1) \cdot c_5(\gamma')$$

$\Gamma = \gamma - 219;59\ (\approx 220^0)$, where γ is the anomaly computed from the *Shāmil*. In general,

$\Gamma = \gamma + p_1$, with p_1 varying with the different planets.

We conclude then that Cyriacus has deliberately adjusted the values for A and the anomaly. We will see in what follows the reason for this change.

The First Equation of Mars $E_3(A)$ (Fol. 41v-42r)

The tables for this equation occupy two pages and are so designed that they give one value, to minutes, for various subdivisions of the argument A. The smallest interval is $0;10^o$ when the function varies very fast ($90^o \leqslant A \leqslant 120^o$) and $0;12^o$ for $120^o \leqslant A \leqslant 150^o$ and $0;15^o$ or $0;30^o$, at various other intervals of A.

The title across the two pages reads: "The first equation of Mars, taken with the center (*markaz*) and added to it to obtain the adjusted center, from the *zīj durr al-muntakhab* (the Chosen Pearl)".

The table is indeed always positive and is plotted as E_3 in Figure 1. In relation to $c'_3(\alpha)$, the equivalent table in the *Handy Tables*, that of Cyriacus can be written as:

(2) $$E_3(A) = c'_3(\alpha) + 11;25^o. \text{ Or in general}$$
$$E_3(A) = c'_3(\alpha) + k_2,$$

with k_2 varying according to the maximum equation of the center for each planet. The equation for Mars was solved for integer values of the domain $0^0 \leqslant A \leqslant 360^0$ at the Harvard Computer Center.[6] The results were found to vary from the text of Cyriacus by less than $0;5^o$. Table 2 below gives the values of k_1 and k_2 as extracted from this *zīj*.

TABLE 2

Planet	k_1	k_2	max. eq. Handy Tables
Saturn	14	7	6;31
Jupiter	18	5;35	5;15
Mars	60	11;25	11;25
Venus	49	2;30	2;24

We note from Table 2 that the values for k_2 are either equal to or greater than the maximum equations given in the *Handy Tables*, thus guaranteeing a positive value for E_3 for all values of A.

6. The author wishes to thank the Center for Middle Eastern Studies at Harvard University for the grant and computer time that were used in the preparation of this study.

al-Shāmil, Paris B. N. Arabe 2528.[5] We reproduce in Table 1 the values extracted from these *zījes*, with two others for the sake of comparison.

TABLE 1

Relative positions of planetary apogees

R = Apogee of planet – Apogee of the sun

Zīj	*R Mars*
Shāmil	46;54°
Athīrī	46;54
Cyriacus	46;54
Ḥabash	41;50
Khwārizmī	50;29

There is no doubt that the first three *zījes* derive from one tradition. They probably originated with Abū al-Wafāʾ al-Būzjānī (*circa* A.D. 997), since they all claim to have based their mean motion tables on that of Būzjānī. The longitude of the apogee of Mars as reported by Cyriacus for the year 850 Y. is 4^s 19;25,37°. The value computed from the Athīrī *zīj* for the same year is 4^s 19;25, 36,49°, which, when rounded to seconds, agrees perfectly with that of Cyriacus.

With such comparisons we can tell with certainty that Cyriacus did not change the relative positions of the apogees, and the other two members of the family can be used to check the values given by Cyriacus. A similar check was made for the mean motions, and the values reported by Cyriacus were found to coincide with those of Athīrī and the *Shāmil*, at least to the fourth sexagesimal place.

Therefore the other two *zījes* can also be used to control the mean motions reported by Cyriacus, as well as the epoch values given for the year 850 Y. The next test revealed what seemed to be a discrepancy, which turned out to be part of the technique used by Cyriacus to simplify (*taqrīb*) his *zīj*. Cyriacus reports for the *markaz* (A) of Mars for the epoch the value of 5^s 4;7,21°, while the value computed from the *Shāmil* gives for the same epoch 7^s 3;52° which gives a discrepancy of 59;44,39° ≈ 60°. Therefore we can surmise that what Cyriacus calls A is actually related to the real *markaz*, α, of the *Shāmil* by the following relation:

$A = \alpha - 60°$. Or in general,

$A = \alpha + k_1$, with k_1 different for each planet.

A similar check for the anomaly gave the following result:

5. E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Trans. Amer. Phil. Soc.*, (1956), 123-177, Nos. 29 & 56.

of E_6 for Mars. They read: "The second equation of Mars, taken (i.e. entered) with the anomaly and corrected with the [*ikhtilāf*] (Δ) by addition to yield an adjusted second equation. This adjusted second equation is then added to the adjusted center (*markaz*) which gives an adjusted apogee (*sic.*). When the result is added to the apogee of Mars there comes out the true position. The procedure is the same for the other planets".

In modern symbols, the true longitude of any planet is

$$\lambda = \lambda_a + A + E_3 + E_6 + \Delta , \quad (1)$$

where the only arithmetical operation is that of addition, and all the tables are entered directly with either the modified "center" (Arabic *markaz*, A) itself or the modified anomaly (*khāṣṣah*, Γ), defined below. Longitude is denoted by λ; a subscript a indicates the apogee.

In what follows, we will describe in detail the construction of the set of ables devoted to Mars, for the tables of the other planets are constructed according to the same scheme.

We assume that the reader is acquainted with Ptolemaic planetary models and the structure of the *Handy Tables*.[4] Stated briefly, the *Handy Tables* give the longitude of a planet as a result of combining algebraically the values of several functions tabulated for single arguments. One has to perform several arithmetical operations, each usually involving a linear interpolation. In symbols:

$$\lambda = \lambda_a + \alpha + c'_3(\alpha) + c_6(\gamma') + c_8(\alpha') \cdot \begin{cases} c_5(\gamma'), & c_8 \le 0 , \\ c_7(\gamma'), & c_8 > 0 , \end{cases}$$

where $\gamma' = \gamma + c'_3(\alpha)$ and $\alpha' = \alpha + c'_3(\alpha)$.

Here α is the "center", the mean epicyclic displacement from the apogee, and γ is the mean anomalistic argument. Both are linear functions of time.

The Apogee (λ_a) *and Epoch Positions of Mars from the Tables of Cyriacus* (*fol.* 40*v*-41r).

The epoch position of Mars' apogee is tabulated together with those of the other planets on fol. 15v. A separate computation of the relative positions of the planetary apogees to that of the sun has revealed a family of *zījes*, all having the same relative positions of planetary apogees. The other two members of the family to which the Cyriacus *zīj* belongs are (1) a *zīj* composed by Athīr al-Dīn al-Abharī (*circa* A.D. 1240) of Mosul; one copy of which is kept at the Chester Beatty Library as Ms 4076, and (2) a *zīj* erroneously ascribed to Būzjānī called

4. A description of the planetary models is found in Appendix I of O. Neugebauer, *The Exact Sciences in Antiquity* (2nd ed., Providence, 1957; also available in Dover paperback). For a description of the *Handy Tables* and their use see O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (*HAMA*) (Springer Verlag, NY, 1976), pp. 969-1026, esp. 1002-1004.

the utmost simplicity for the user; more often than not they require for the determination of a planet's position only:

a) the finding of a few numbers in a table, and

b) the addition of these numbers.

It seems then that this type of astronomical work was not written for any one individual patron, and in all probability was intended for the practising astronomer, or perhaps an astrologer whose competence did not go much beyond elementary arithmetic.

Source

The *zīj* under study is that of Cyriacus (*circa* A.D. 1480), kept at the Bodleian Library as Laud Or. 253.[2] In a separate study this author has analyzed the lunar tables contained in this *zij* (fol. 23v-28r).[3]

The tables studied in this paper occupy fol. 29v-56r and are arranged in four sets, one for each superior planet and one for Venus. Each set contains the following tables: (1) A table of mean motions starting with the epoch time 1 Farvardin 850 Yazdigird (= A.D. 16 Nov. 1480) and gives the mean motion per hour, day, month, single and collective years (for a span of twenty-five), and extending as late as 1575 Y (= A.D. 18 May 2205); (2) a table for the first equation of the planet, the equation of the center hereafter referred to as E_5, and usually occupying two pages of the manuscript; (3) a table for the second equation, that of the epicycle, referred to as E_6 and usually occupying two pages as well; (4) a table called the *ikhtilāf* (variation), referred to as $\triangle$, usually a very large table filling several pages of the manuscript.

The range of the arguments used to enter these tables varies from one table to the other depending on the variation of the function tabulated. In the case of E_6 of Mars, for example, which has a maximum equation of 39;21° (all sexagesimal numbers will be thus represented, using the semicolon to separate integer and fractional digits), a tabular value is given for each 0;20° of the argument where the function varies slowly and for each 0;15°, 0;10°, or even 0;4° where it changes quickly. In contrast, E_6 of Saturn is tabulated for 0;12°, 0;15°, 0;20°, and 0;30° with the fine divisions where the function varies quickly and the large ones when it varies slowly.

The instructions for the use of these tables are given in the introduction, fol. 9r, with a worked example, and are further summarized in various places of the *zij*, for example across the top of the two pages fol. 42v-43r containing part

2. The author wishes to thank the Keeper of Oriental Books at the Bodleian Library for the microfilm used in this study.

3. Cf. G. Saliba, "The Double-Argument Lunar Tables of Cyriacus", *Journal for the History of Astronomy*, 7 (1976), 41-46.

The Planetary Tables of Cyriacus

George Saliba*

Introduction

The phenomenon of improving and simplifying computational techniques in medieval Islamic astronomical handbooks has been the subject of several studies in recent years.[1] With the exception of one, the papers published thus far have dealt with the tables of the two luminaries, the sun and the moon, due to the fact that these have independent models and tables within the Ptolemaic system, and hence lend themselves to separate treatment.

This paper, however, deals with tables for the planets Saturn, Jupiter, Mars, and Venus, omitting discussion of the independent and relatively more complex model of Mercury.

Before proceeding with the technical description and analysis of these tables, it may be of interest to make a few general observations in connection with the category of handbooks which contains these tables.

1. The general tendency so far has been to present the tables as examples of medieval computation in an attempt to exhibit the immensity of the work performed by the medieval computers, usually involving tens of thousands of lengthy operations.

2. Generally these handbooks are called *muḥkam*, or *maḥlūl*, or some other adjective implying that the book is a reworked version of another manual, usually a currently popular *zīj*. We find, for example, more *maḥlūlāt* of the *zījes* of Ibn al-Shāṭir and Ulugh Bey than of Battānī or Ḥabash or other earlier productions.

One gets the impression that they are attempts at making the latest *zīj* available to a wider clientele, a group that would find it difficult to use the original *zīj*.

3. The majority of these *maḥlūlāt* have no dedication or mention of a patron, as is customary with the more usual works on astronomy.

4. In essence, they alter only the table format of the more 'canonical' *zījes*, and as such present no new theory. Their composition invariably involves more work for the author, hence an avid and prolific calculator, but they are of

* Department of Near Eastern Languages and Literatures, Faculty of Arts and Sciences, New York University, Washington Square, New York City 10003, U. S. A.

1. A list of all recent papers dealing with computational techniques and the simplification of *zījes* is given in G. Saliba, "Computational Techniques in a Set of Late Medieval Astronomical Tables", *Journal for the History of Arabic Science(JHAS)*, 1 (1977), 24-32. Add to it the paper of E. S. Kennedy "The Astronomical Tables of Ibn al-Aᶜlam", *ibid.*

البوماهن ومرجو

واما المركب من بابه وهو الذي يسميه السلان عند التخلص
وهو الفولاد ونبله هو آله مخصوص به ويسمى بنضات مرجهه النخل
فانها طويله يستديره الاسافل على هيئة بواطنها ومنها نطبع السيوف
الهنديه وغيرها ∴ وحال الفولاد في تركيبه على قسمين اما
ان يذاب ماء البوطقه من النرماهن ومابيه ذوبا سوا تتحد
به فلا يشتبهن احدهما الاخر ويستصلح للمبارد واشباهها ومنه
يسوى الى الوهم ان الشابرقان من هذا النوع لصحته طبيعيه
يحمل لها السقى واما ان يلقى ذوب ماء البودقه فلا يحمل
الامراح بينهما بل يكاد راحرادها مرى كل جوهر منها على
حدة عيانا ويسمى فرندا ويتنافسون في الوصول الى جمعه
والحضرة ويدعون صفتها ∴ قال امرؤ القيس ∴
مؤسدا عضبا مضاربه في متنه كمدبة النمل ∴

∴ وقال ابن المعتز ∴
من كف مستبه الفرند كانه بقيه غيم رق دون سماء ∴
∴ وقال ايضا ∴
وسط اسمر يكفه ذكر عضب كان متنه ∴
∴ صاح الحديدان صيقله لت الفرند عليه اذ نقشا ∴

Pl. 8: al-Bīrūnī, Ms Topkapi 2047, P. 366

الى الافاق من البلدان ويستعملونه الناس فيما يحتاجون اليه من منافع
الانسان ومعاينتنا اصحاب الفولاد منهم يأخذون قضبان الحديد ويجعلونها
في مسابك لهم من نابت [illegible] يقصدونه في معامل الفولاد [illegible] يكبون عليه
الاكوار ويطيلون عليها النفخ بالنار حتى يصيرونه كالماء الجرار ويطا عموده
بالزجاج وبالزنجار والقلقطار حتى يظهر النور في النار ويتخلص من كثير
من سواده ويبقى بها تمكث مدة الليل والنهار ولا يزالون يرقبونه
في دورانه بالملاعق حتى يتبين لهم صلاحه ليقضي منه مصالحهم
فيصبونه من مجاري حتى يخرج كأنه الماء الجاري فيجمدونه كالقضبان
او في حفر من طين محفورة كالهواطق الكبار ويخرجون منه الفولاد
المصفى كبيوض النعام ويعملون منه السيوف والخوذ واسنة
الرماح وسائر العدد وبالجملة اعلم ان الفولاد يصنع من الحديد ٥
واصلب ومن اجل هذا صار في الحمى من الماء يشرب ولو انهم اعادوا
على الفولاد السبك بهذا العمل [illegible] طريق للتصفية ٥
والتلبين لظهر لهم جوهر في بياض لونه لو كرروا عليه العمل مرارا عيفه
وسلكوا به ما لا يعرفونه من لوازم التلبين لظهر لهم بياضه كالفضة
البيضاء على التعيين ولكن قد حجبهم الله عن ذلك الاستعداد
وجعله لاهل الحكمة الشريفة للصناعة مفتاحا جليلا لبلوغ المراد
وحيث قررنا لك هذا التقرير بالبرهان فنعود للطريق التعاليم في
تلبينه وتعديله كما بدا جوهرا ابيض محكما مستولا بالحكمة في اعمال
الميزان ان شاء الله تعالى وهو بالله المستعان فصل اعلم يا اخي
ان مادة الرصاص الاسرب ومادة الحديد واحدة في البرد
واليبس وانما الاسرب على فجاجته لم ينعقد على استحكام واما الحديد

Pl. 7: Ms Chester Beatty 4121, fol. 2r

بسم الله الرحمن الرحيم وصلى الله على النبي

فصل اعلم ان الحديد منسوب للمريخ وقد جعل الله تعالى فيه
القوة والبأس الشديد وقد سلط عليه الماء القراح فيزيل عنه قوته
ويفسد رونقه ويصديه ويضعفه ويذهب شوكته ولا يستطيع ان
يمانعه ولا يدافعه وكذلك كل ما يخالطه ويقاربه من الحوامض
والاملاح والقوابض فتفسده وتنقله الى الفساد بعد الصلاح وهذا
شان القدرة الالهية وتصريف الامر الجليل في تسليط البعوضة الضعيفة
الحقيرة على الحيوان الكبير المعروف بالفيل واعلم ان الماء القراح لا يؤثر
شيئا في الرصاص الاسرب ولا في القصدير وانما يؤثر في الحديد صاحب
البأس الشديد ومع ذلك فان في تليين الحديد وازالة صلابته
وحدة شعرته وتقليل قوته في ماء الحكمة آية من آيات الله تعالى وقدرته
وفي تحقيق علم ذلك كل سر مفيد وكل خير مديد ومن اعظم الاسباب
في تليينه استخراج خلاصته بسر التدبير واستخراج خالصه من اوساخه
بتدبير معلوم وليس بالعسير وسنذكر لك في ذلك من مضمون
الحكمة ما نصل به ان شاء الله تعالى الى عزيز النعمة وبالله التوفيق فصل
اعلم ان اصحابك ايها الاخ هم الذين يسبكون الحديد في المسابك المعروفة
برسمه بعد ان يستخرجونه من معدنه ترابا اصفر يخالطه عروق الحديد
التي لا تكاد ان تظهر فيجعلونه في المسابك المعدة لاذابته ويركبون
عليها المنافخ القوية من ساير جهاتها بعد ان يلتون تلك الاتربة
الحديدية بشيء يسير من الزيت والقلي ويوقدون عليه بالجمر من الاحطاب
وينفخون عليه حتى يجدونه قد ذاب وتخلص جسمه وجسده من ذلك
التراب ثم يستقطرونه من الخاشن كالمصافي في تلك الاكوار فيتخلص
تلك الحديد المذاب ويصيرونه قضبانا من ذلك التراب ويحلونه

Pl. 6: al-Jildakī, Ms Chester Beatty 4121, fol. 1v

مدمومه تعرف بالقالع لذلك فی السیـف
ذکی الجواهر موضع اسود کالقطعه الخالیه
عن نقش اذا قلع اضر بالنصل فلهذا يترک
واذا کان نافذا من متن الی متن کان شؤارهم
يتشائمون الا انهم يفصلونه فی تصفی السيف
فان کان نحو طرفيه کان شومه علی الخصم وان
کان نحو المقبضه عاد الشوم علی صاحبه ولمر
بدين علی الحداد الدمشقی کتاب فی وصف
السيوف التی اشتملت رسالة الکندی علی
اوصافها اشد العمل بنصاب الفولاد بصنعه
الکور وعمل البوائق ورسومها وصفة اطباقها
ثم امر ان يجعل فی بوطقه خمسه ارطال من نعال
الدواب ومسامیرها المعموله من البرهاهن ومن
کل واحد من الروسختج والمرقشيثا المهنيه
وزن عشره دراهم ويطين البوادق وتودع الکور

Pl. 5: al-Bīrūnī, Ms Casiri 935, fol. 261r

ومما ذكره الحوراني الرياشي ... وانه يجي الرقيقا
الدهاني في المغنيسيا الحبشيه دون غيرها ويقص الواحد منه
الكوز ويلاقيها ويسحق عليها بالماء في الهاون كل مثقال جزء من
الازمدوب ويدور ويقاعد له صورًا فيها اهليلج ويشورها
ويلح الجمر واصداف اللولو بالسويه بجرسه في كل صرة اربعة
عشر في كل بوطقة ولحلة ثم سح عليها ساعة نفخًا شديدا
بلا رحمة ثم يترك حتى تبرد ويخرج البيضات عن البواطق
وحدثني من كان بارض السند انه نظر الى حداد كان
يعمل السيوف فاملها فكان جعله هاتيرا هن كان
يذر عليه دواء مدقوقًا انجا لونه يضرب الى الحمرة ثم يلقه ويلحمه
بالتحريق ثم يخرجه ويطوله بالطرق ويعيد الذر والعمل مرارا
قال وسالته عما هو فنظر الى نظر المستهزئ فتفرست فيه
انه دوص يخرجه بالرماهر طرقا وتجربتا دائما بالبيضات
في مراة بالادابه او انه ما ذكر الدمشقي في مثله فيه نفال
في جوهر السيف انه يستحيل من نوع الى نوع ولذلك يحمد فيه

Pl. 4: Ms Topkapi 2047, P. 372

٢٧١

وهو معول فيه

وذو النون المصري وتحلي الورد [illegible]

ومعول [illegible]

وذو النون [illegible] وعلي بن [illegible] الخزاف [illegible]

وكان ذو الفقار لسيف [illegible] النبي صلى الله عليه وسلم

واصطفاه لنفسه [illegible] وكل ما عدا هذه الانواع [illegible] والدر والورد

[illegible] وكذلك [illegible] ويبين [illegible] وينقشه [illegible]

يعرف بالعالي [illegible] الشيوخ [illegible] الجواهر [illegible] بالنصر

[illegible] اذا [illegible] اللحم [illegible] الى

[illegible] السيف [illegible]

[illegible] الشر

على صاحبه [illegible]

السوق الى [illegible] رسالة الكندي على الحسان) [illegible]

[illegible] الصقور [illegible] الحطا

[illegible] العواب

Pl. 3: al-Bīrūnī, Ms Topkapi 2047, P. 371

Pl. 2: Ms Ayasofia 4832, fol. 170v

بسم الله الرحمن الرحيم وما توفيقي إلا بالله العظيم

رسالة يعقوب بن إسحاق الكندي إلى بعض إخوانه في السيوف

[illegible]

Pl. 1: al-Kindī, Ms Ayasofia 4832, fol. 170r

Smith's *A History of Metallography* (Chicago: The University of Chicago Press, 1960). Curiously enough, Smith makes no mention of the work of Eilhard Wiedemann, who in Beiträge *XXIII* and *XXV* of *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte* (Hildesheim – New York: Georg Olms Verlag, 1970) gives in German translation numerous passages from the Arabic material.

The famous travel account, *Riḥlat Ibn Baṭṭūṭa* (Beirut, Ṣādir, 1964), contains a remark by the author (p. 62) to the effect that when he stopped over in Beirut in 1355, iron was being exported from there to Egypt:

ثم سرنا الى مدينة بيروت .... ويجلب منها الى ديار مصر الفواكه والحديد

Da'ūd Ibn ᶜUmar al-Anṭākī (d. 1599) in his *Tadhkira* (Cairo, Ṣubyḥ edition, p. 111) defines iron and describes the manufacture of steel from soft (female) iron in crucibles. He states that iron originates from *Shām* (i. e. greater Syria), Persia, and Venice:

ويتولد بالشام وفارس والبندقية

In the eighteenth century (between 1792 and 1798), the German traveller, U. I. Seetzen, in his *Reisen* (Berlin, 1854), Bd, I, pp. 145, 188-191, reported the ferrous industry in the Lebanese mountains as still flourishing. Operations involving mining, smelting, and the fabrication of steel implements were in full swing.

In the nineteenth century, W. M. Thomson, who lived in Syria, refers in his book *The Land and the Book* (London, 1886) to iron in the Lebanese mountains and to iron ore mining and smelting, which operations were still going on in about 1834.

In 1921, I. M. Toll wrote a paper on the *Mineral Resources of Syria* (*Engineering and Mining Journal*, vol. 112, 1921, p. 846) with a map showing the iron ore deposits. He describes the quality of iron ores and the locations of iron ore mining which was still going on in some localities. He states, however, that smelting of iron came to an end in about 1870 due to scarcity of wood and fuel and the low price of imported iron.

9. *Concluding Remarks*

The selections presented above represent only a small portion of the Arabic sources bearing on the history of steel technology. Even so, they raise the question of how it came to be generally accepted that the role of Damascus was that of a commercial distribution center only.

The answer seems to be somewhat as follows. As the industrial revolution got underway early in the nineteenth century, European steel makers sought to emulate the quality of Damascus blades and that of the "wootz" steel then being imported into Britain from India. It was natural that their investigations should focus upon regions where the techniques were then known to be actively practised, especially India. Thus, Syria and other Islamic lands came to be ignored. The literature on the subject of Damask steel is considerable. The interested reader will find much of it referred to in Cyril S.

Translation:

> *Fūlādh* (steel) in its composition is of two types. Either all that is in the crucible, *nirmāhan* and its water, is melted equally so that they become united in the mixing operation and no component can be differentiated or seen independently, and such steel is suitable for files and similar tools (and one may imagine that *shāburqān* is of such type and of a natural quality suited to hardening); or the degree of melting of the contents of the crucible varies, and thus the intermixing between both components is not complete, and the two components are *shifted* (يتجاوز), and thus each of their two colours can be seen by the naked eye and it is called *firind*.

Al-Bīrūnī gives his definition of the two components of steel (which give rise to the *firind*) at the very beginning of the chapter on iron and he states:

ثم ينقسم النرماهن ... إلى ضربين أحدهما هو والآخر ماؤه السائل منه وقت الإذابة والتخليص من الحجارة ويسمى دوصاً وبالفارسية استه وبنواحي زابلستان رو لسرعة خروجه وسبقه الحديد في الجريان . وهو صلب أبيض يضرب إلى الفضية .

Translation:

> *Nirmāhan* is divided ... into two types. One is (*nirmāhan*) itself, and the other is its water which flows from it when it is melted and extracted from stones, and it is called *dōṣ*; in Persian it is called *astah*, and in the area of Zābilstān, *rō*, because of its speed of flow and because it overtakes iron when it is flowing. It is solid, white, and tends to be silvery.

8. *Iron Mines in the Lebanon and Anti-Lebanon Ranges*

The Geographer, Shams al-Dīn Abū ᶜAbd Allāh Muḥammad ibn abī Bakr al-Bannā al-Bashshārī al-Muqaddasī (d. c. 1000), in *Aḥsan al-taqāsīm fī maᶜrifat al-aqālīm* (Leiden: Brill, 1906; repr. Baghdad, Muthanna), p. 184, states that there were iron mines in the mountains of Beirut. Thus, when speaking about *Iqlīm al-Shām* (i. e. Syria) he states:

وبه معدن الحديد في جبال بيروت

In like manner, Abū ᶜAbd Allāh Muḥammad ibn ᶜAlī al-Idrīsī (d. c. 1160) in *Nuzhat al-Mushtāq fī Ikhtirāq al-Āfāq* (see Eilhard Wiedemann, *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte,* vol. 1, p. 740) reports that iron ore in large quantities was being mined in the vicinity of Beirut and transported to all parts of Syria.

From al-Kindī's treatise, we learn that the "Damask" pattern or *Firind* (الفرند) or *Jawhar* (الجوهر) is found in all manufactured steels. According to al-Kindī, swords made from natural steels (*Shāburqān*) have no pattern or "*firind*". When speaking about the firind of swords made from natural steel, al-Kindī states:

وهذه السيوف لا فرند لها في طرح ولا غيره وحديدها كله لون واحد

Translation:

These swords show no firind when treated with *ṭarḥ* or when treated otherwise, and all their iron is one colour.

On the other hand, all swords made from manufactured steel show the "*firind*" in various degrees. Al-Kindī describes the "*firind*" of all types of manufactured steels. Thus, he discusses the *firind* of "modern" or "native" steels (المولدة) which include the native steel of Damascus. Thus, he says about the *firind* of Damascus swords:

وحديدها شبيه بالبيض إلاّ أنه مختلف الجوهر

Translation:

Its steel is similar to white steel – *al bīḍ* – but with a different *jawhar*.

Al-Kindi gives us a detailed description of the "*firind*" or pattern of all types of manufactured steels and of swords produced in various localities in Islamic lands, and of Indian steels and swords.

Al-Bīrūnī in his above mentioned book (*al-Jamāhir*) gives a very interesting interpretation of the cause behind the formation of the *firind* or pattern in steels. It is due, in his opinion, to the incomplete mixing of two components of steel in the crucible: soft iron (*nirmāhan*) and its water (*dōṣ*):

وأما المركب من النرماهن ومن مائه وهو الذي يسبقه إلى السيلان عند التخليص فهو الفولاذ ...

Translation:

As to (iron) which is made from *nirmāhan* and its water which flows before it when it gets rid (of its earth), it is called *fūlādh* (steel).

Then he states:

وحال الفولاذ في تركيبه على قسمين إما أن يذاب ما في البوطقة من النرماهن ومائه ذوباً سواء يتحدان به فلا يستبين أحدهما من الآخر ويستصلح للبارد وأمثالها – ومنه يسبق الى الوهم أن الشابرقان من هذا النوع وبصنعة طبيعية تقبل لها السقي – وإما أن يخلف ذوب ما في البوطقة فلا يكمل الامتزاج بينهما بل يتجاوز اجزاؤهما فيرى كل جزء من لونيهما على حدة عيانا ويسمى فرندا .

1954) by Abī al-Qāsim ᶜAlī ibn al-Ḥasan, known as Ibn ᶜAsākir (d. 1177), mentions (vol. 2, p. 58) the sites of iron foundries in Damascus.

6. *Distinction between Indian and Damascus Steels in Arabic Literature*

Zain al-Dīn al-Dimashqī al-Jaubarī (d. 1232) wrote his book *al-Mukhtār fī Kashf al-Asrār* (A Selective Book on Revealing Secrets, printed Damascus, 1302 H) as a guidebook on how to discover cheating methods adopted by various trades and crafts. Chapter eight is on "revealing secrets of people of war and war equipment". The following passage occurs (p. 61):

ولهم صفة سيف قاطع : يؤخذ فولاذ هندي أو دمشقي فيعمل منه سيف قوي الوسط رقيق الجوانب متساويا لا يكون موضع أقوى من موضع ثم يسقى من ذلك الماء المتقدم ذكره سابقاً فانه لا يقف قدامه شيء....

Translation:

> They have a prescription for a (good) cutting sword: Indian steel or *Damascus steel* is taken and a sword is made of these steels which is strong (thick) in the middle and thin at the edges, with an evenness such that no place is stronger (thicker) than the other. Then, if it is heat-treated with the above-metioned water, nothing can oppose it . . . .

The passage below shows that the term "Damascus steel" was current among Syrians during the fourteenth century. The quotation is from Ḍiā' al-Dīn Muḥammad b. Muḥammad b. Aḥmad al-Qurashī, known as Ibn al-Uhkuwwa, (d. 1329) in *Maᶜālim al-qurba fī aḥkām al-ḥisba*, ed. Reuben Levy (Cambridge, 1938; repr. Baghdad: Muthanna), p. 224:

يُعرّف عليهم رجلاً ثقةً أميناً من أهل صناعتهم يمنعهم أن يخلطوا الأبر الفولاذية مع الارمهان لأنها إذا سنت جاز أن تختلط بالفولاذ الدمشقي بل يكون كل صنف منها على حدته ويحلف الصناع على ذلك .

Translation:

> An honest and trustworthy (individual) from among them (the artificers) is chosen (as inspector). He prevents (them) from mixing steel needles with (those made of) soft iron (*armahān* = Pers. *narmahān*, see Section 3 above), for, when sharpened, they may be taken for (those of) *Damascus steel.*

7. *The Firind or the "Damask" Pattern on Blades*

All Islamic swords that were made from what we call now "Damascus steel" showed the peculiar pattern that was referred to in Arabic literature as *firind* or "*jawhar*". The processes of producing steels in crucibles were practised in Islamic lands mostly from native iron ores. These processes were described by al-Bīrūnī, al-Ṭarsūsī, and several other writers.

are sure of its suitability, and its lamp emits light. Thereupon, they pour it out through channels so that it comes out like running water. Then, they allow it to solidify in the shape of bars or in holes made of clay fashioned like large crucibles. They take out of them refined steel in the shape of ostrich eggs, and they make swords from it and helmets, lanceheads, and all tools.

Remarks

The various ingredients named in the description above deserve intensive investigation and comparison with analogous substances used in similar ancient and modern operations. Pending such study, it seems safe to state that the first process Jildakī describes is the production of pig iron, and the second that of cast steel from pig iron.

5. *Iron Foundries in Damascus in the Twelfth and Thirteenth Centuries*

Reference to iron foundries in Damascus in medieval times can be found in Arabic literature. Thus, in the book *Ṣubḥī al-aʿshā* (Cairo: Ministry of Culture) by al-Qalqashandī (d. 1418), when discussing government departments in Damascus during the *Ayyūbid* dynasty (1171–1250), the following statement occurs (part 4, p. 188):

ومنها ... شدود صغار متعددة ... كشد المسابك من الحديد والنحاس والزجاج وغير ذلك .

Translation:

Of these are several small military departments (*shudūd*) ..... such as the department of foundries (*shadd al-masābik*) for iron, copper, glass, and others.

Then, (on p. 190), al-Qalqashandī speaks about departments of the civil service in Damascus and states:

(ومنها) نظر المسابك ومتوليه يكون رفيقاً لشاد المسابك المتقدم ذكره في أرباب السيوف .

Translation:

Of these is the department of foundries (*naẓar al-masābik*) and the executive in charge of this department is the counterpart of the officer in charge of the military department of foundries (*shadd al-masābik*) who was mentioned above when dealing with military officers (men of swords).

The *Tārikh Madīnat Dimashq* (Damascus: Arab Academy of Science,

عليها المنافخ القوية من ساير جهاتها بعد أن يلتون تلك الأتربة الحديدية بشيء يسير من الزيت والقلى ويوقدون عليه بالجمر والأحطاب وينفخون عليه حتّى يجدونه قد ذاب وتخلص جسمه وجسده من ذلك التراب ثم يستقطرونه من أنخاش كالمصافي في تلك الأكوار فيتخلص تلك الحديد المذاب ويصيرونه قضباناً من ذلك التراب ويحملونه الى الآفاق والبلدان ويستعملونه الناس فيما يحتاجون إليه من منافع الانسان .

وأما أصحاب الفولاذ فانهم ياخذون قضبان الحديد ويجعلونها في مسابك لهم مناسبة لما يقصدونه من معامل الفولاذ ويركبون عليه الأكوار ويطيلون عليه النفخ بالنار حتّى يصيرونه كالماء الخرار ويطاعمونه بالزجاج وبالزيت والقلى حتّى يظهر منه النور في النار ويتخلص من كثير من سواده بقوة السبك مدى الليل والنهار ولا يزالون يرتقبونه في دورانه بالعلامات حتّى يتبين لهم صلاحه ويضيء منه مصباحه فيصبونه من مجاري حتّى يخرج كأنه الماء الجاري فيجمدونه كالقضبان أو في حفر من طين مخدوم كالبواطق الكبار ويخرجون منه الفولاذ المصفى كبيوض النعام ويصنعون منها السيوف والخوذ وأسنة الرماح وساير العدد.

Translation:

Chapter: Learn, brother, that it is your comrades who found (from founding: *yaskubūn)* iron in foundries (especially) made for that purpose after they have extracted it (the ore) from its mine as yellow earth intermingled with barely visible veins of iron. They place it in founding furnaces designed for smelting it. They install powerful bellows on all sides of them after having kneaded *(yaluttūn)* a little oil and alkali[1] into the ore. Then fire is applied to it (the ore), together with cinders (الجمر) and wood. They blow upon it until it is molten, and its entire substance *(jismuhu wa jasaduhu)* is rid of that earth. Next, they cause it to drop through holes like (those of) strainers, (made in) the furnaces (أكوار) so that the molten iron is separated, and is made into bars from that soil. Then they transport it to far lands and countries. People use it for making utilitarian things of which they have need.

As for the steel workers, they take the iron bars and put them into founding-ovens (مسابك) which they have, suited to their objectives, in the steel works. They install firing equipment *(akwār)* into them (the ovens) and blow fire upon it (the iron) for a long while until it becomes like gurgling water. They nourish it with glass, oil, and alkali until light appears from it in the fire and it is purified of much of its blackness by intensive founding, night and day. They keep watching while it whirls for indications until they

1. See Onions, ed. *The Oxford Dictionary of English Etymology*, p. 25, calcined ashes of Salsola and Salicornia.

يجعل في كل بوطقة خمسة أرطال من نعال الدواب ومساميرها المعموله من النرماهن ومن كل واحد من الروسختج
والمرقشيثا الذهباني والمغنيسيا الهشة وزن عشرة دراهم ويطين البواطق وتودع الكور وتملأ فحماً وينفخ عليها
بالمنافخ الرومية كل منفاخ برجلين إلى أن تذوب وتدور وقد أعد له صرراً فيها اهليلج وقشر رمان وملح
العجين وأصداف اللولو بالسوية مجرشة في كل صرة أربعين درهماً يلقى في كل بوطقة واحدة ثم ينفخ عليها
ساعة نفخاً شديداً بلا رحمة ثم تترك حتى تبرد وتخرج البيضات عن البواطق .

Translation:

Mazyad b. ᶜAlī, the Damascene blacksmith, (wrote) a book describing swords, specifications of which were included in al-Kindī's treatise. He commenced by dealing with the steel composition and the construction of the furnace (*kūr*) as well as with the construction and design of crucibles, the description of (the varieties) of clay, and how to distinguish between them. Then he instructed that in each crucible five *raṭls* of horseshoes should be placed, and their nails, which are made of *narmāhan* (*Pers.* soft iron), as well as a weight of ten *dirhams* each of *rūsukhtaj* (روسختج); golden marcasite stone, (المرقشيثا الذهباني), and brittle magnesia. The crucibles are plastered with clay and placed inside the furnace *(kūr)*. They are filled with charcoal and they (the crucibles) are blown upon with *rūmī* bellows, each having two operators, until it (the iron) melts and whirls. Bundles (صرر) are added containing *ihlīlaj* (myrobalan), pomegranate rinds, salt (used in) dough, and oyster shells (أصداف اللؤلؤ, *aṣdāf al-lū'lū'*, lit. pearl shells), in equal portions, and crushed, each bundle weighing forty *dirhams*. One (bundle) is thrown into each crucible; then it (the crucible) is blown upon violently for an hour. Next, they (the crucibles) are left to cool, and the eggs are taken from the crucibles.

4. *al-Jildakī (commenting on Jābir ibn Ḥayyān) Discusses Cast Iron and Cast Stee*

It was found that Ms. no. 4121 of the Chester Beatty Library, which is listed as *Kiṭāb al-Ḥadīd* (The Book of Iron) of Jābir ibn Ḥayyān, is most probably a commentary of al-Jildakī (fl. c. 1339–42) on Jabir's book. The following text from this Ms. is of great significance for the history of metallurgy:

فصل : اعلم أن اصحابك أيها الأخ هم الذين يسبكون الحديد في المسابك المعمولة برسمه بعد أن يستخرجونه
من معدنه تراباً أصفر يخالطه عروق الحديد التي لا تكاد أن تظهر فيجعلونه في المسابك المعدة لإذابته ويركبون

and the *Persian* (الفارسية), the steel of which is brought from Sarandīb but forged in Persia. A special kind of these (last) Persian swords is the *Khasrawāniyah* (الخسروانية). White or *al-bīḍ* swords are divided into two types: one type are *Kūfic* swords, which were forged in Kūfa in the early days of Kūfa, and these are called (also) *Zaydiya* (الزيدية); they were forged by a man called Zayd, and hence they were attributed to his name; the other type is the *Persian*.

Native or modern swords:

وأما المولدة فتنقسم خمسة أقسام . منها الخراسانية وهي ما عمل حديده وطبع بخراسان . ومنها البصرية وهي ما عمل حديده وطبع بالبصرة . ومنها الدمشقية وهي ما عمل حديده وطبع بدمشق قديماً. ومنها المصرية وهي ما طبع بمصر . وقد يطبع في مواضع غير هذه كالبغدادية والكوفية وغير ذلك من المواضع القليلة ولا تنسب اليها لقلتها .

فهذه جميع أصناف السيوف المذكورة من الحديد المعمول أعني الفولاذ .

Translation:

As for those modern or native swords (المولدة), they fall into five kinds. Of these are the *Khurasāniya*, the iron which is produced and forged in Khurāsān; the *Baṣriya*, the iron of which is produced and forged at Baṣra; the *Damascene*, the iron of which is produced and forged at Damascus; the *Egyptian*, which is forged in Egypt. Swords in this category may be forged in other places like those of Baghdad, of Kūfa, and a few other places. Swords are not attributed to such places because of their scarcity.

These are all the types of swords which are made from manufactured iron, I mean from steel.

3. *Al-Bīrūnī on Damascus Crucible Steel*

The next passage is from a book entitled *al-Jamāhir fī ma*ᶜ*rifat al-jawāhir* (A Compendium of Jewel Lore) written by the celebrated savant of Central Asia, Abū'l-Rayḥān al-Bīrūnī (973 – 1048). Two main manuscripts were consulted. The first is Ms. Topkapi 2047 from Istanbul, and the other is Ms. Casiri 905 from the Escorial. Similarly, the book printed in Ḥyderabād was also consulted (*Kitāb al-Jamāhir*, edited by E. Krenkow, Ḥyderabād, 1936/37).

< ولمزيد بن علي > (١) الحداد الدمشقي كتاب في وصف السيوف التي اشتملت رسالة الكندي على أوصافها . ابتدأ العمل بنصاب الفولاذ وصنعة الكور وعمل البواطق ورسومها وصنعة أطيانها وتعيينها ثم أمر أن

(1) Ḥyderabād edition : (ولم يدين), which is an error copied from. Ms. Casiri 905.

Translation:

The "antique" are divided into three kinds. The first and best in quality of all is the Yemenite; the second is the Qal^{c}y[1] (القلعي); and the third is the Indian.

Non-antique, non-modern swords:

وأما التي ليست بعتيقة ولا محدثة فتنقسم قسمين أحدهما المسمى عند الصياقلة غير مولد وهي سيوف تطبع باليمن من الحديد البيلماني والسرنديبي فيقال غير مولد البيلماني وغير مولد السرنديبي . . . . والقسم الآخر المسمى غير عتيق وهي البيلمانية والسرنديبية والبيض . والبيلمانية تنقسم أربعة أقسام منها البهانج وهي سيوف عراض . . . . . ومنها الرثوث . . . . ومنها الصغار . . . . ومنها ما طبع بتلمان . والسرنديبية تنقسم أربعة أقسام منها ما يقال له الني وهي ما طبع بسرنديب ، ومنها الخراسانية وهي ما حمل حديده من سرنديب وطبع بخراسان ، ومنها المنصورية وهي ما حمل حديده من سرنديب وطبع بالمنصورة ، ومنها الفارسية وهو ما حمل حديده من سرنديب وطبع بفارس سيما الخسروانية ..... والبيض تنقسم بقسمين منها الكوفية طبعت بالكوفة في أول زمن الكوفة وهي المسماة الزيدية طبعها رجل يقال له زيد فنسبت اليه ، ومنها الفارسية .

Translation:

Those which are non-antique, non-modern are divided into two divisions. The first division is called by sword-makers *non-modern* (or foreign), (غير مولدة). These swords are forged in Yemen from the steel of Baylamān[2] or the steel of Sarandīb (Ceylon). Thus, it is said: non-modern Baylamān swords, and non-modern Sarandīb swords . . . .

The second division is called *non-antique*. These are: Baylamān; Sarandīb; and *al-bīḍ* (white) swords. Baylamān swords are divided into four types: the *bahānij* (البهانج) which are wide swords . . ., the *ruthūth* (الرثوث) . . . , the "*small*" . . . . , and those which were forged in *Tilmān*. Sarandīb or Ceylon swords are divided into four types: al-*Nayy* (الني), which are forged in Sarandīb; the *Khurasāniya* (الخراسانية), the steel of which is brought from Sarandīb but forged in Khurasān; the *Manṣūriya* (المنصورية), the steel of which is brought from Sarandīb but forged in Manṣūra;

(1) This steel is referred to "Qal^{c}a", a place which is difficult to locate. Some sources of Arabic literature assume that it was in Arabia; other sources assume that it was in Syria; while others assume it was in North India, or in the Indian Ocean, and so on.

(2) Hammer-Purgstall (*op. cit.*) quotes this as Selmān (سلمان). According to Ms. A. S. 4832, this is more likely to be Baylamān (بيلمان). According to Yāqūt, *Mu^{c}jam al-Buldān*, it is either in Yemen or in North India (Yāqūt, Ṣāder Edition, Beirut, Vol. I, p. 534).

Three main qualities of steel:

وهذا الفولاذ ينقسم إلى ثلاثة أقسام الى العتيق والمحدث وإلى لا عتيق ولا محدث وقد يطبع من هذه جميعاً السيوف . فأنواع السيوف الفولاذية ثلاثة : عتيق ومحدث ولا عتيق ولا محدث .

Translation:

This steel is divided into three divisions: the antique (العتيق), the modern (المحدث), and the non-antique, non-modern. Swords may be forged from all these steels. Thus, there are three kinds of swords: the antique, the modern, and the non-antique, non-modern.

"Antique" means top quality steel:

ولم تذهب من عتقها إلى الزمان . . . . بل إنما تذهب من عتقها إلى الكرم كما يقال فرس عتيق يراد به كريم . فما لحقته خواص الكرم فهو عتيق في أي دهر طبع . والطرف الأبعد من العتيق هو ضده في المعنى أعني ما عدم خواص العتيق فلذلك سمي بضد اسمه أعني محدث وإن كان قد طبع قبل زمن عاد . وأما الآخذة بعض خواص العتيق وحارمة بعض خواصه فهي التي وجد فيها بعض خواص المحدث فسميت ايضاً باسم متوسط بين الاسمين فقيل ليس بعتيق ولا محدث وان كان متقادم الزمان أو حديثه . فاختص الصياقلة لها إسم لا عتيق في بعضها ولا محدث في بعضها .

Translation:

"Antique" is not related to time (or age) . . . . . but it indicates the noble or the generous qualities, as when it is said "an antique horse" meaning a noble horse (of good breed). That (sword) which has the noble qualities is "antique", no matter in which age it was forged. At the extreme end of the "antique" is its opposite in meaning, I mean that (sword) which is deprived of the qualities of the "antique". That is why it was given an opposite name, i. e. modern, even if was forged before the time of ʿĀd. Those (swords) which have some qualities of the "antique", but which are deprived of some of its qualities, are the swords which exhibit some of the qualities of the "modern". Therefore, these swords are given a name in the middle between both, and they are classified as non-antique, non-modern even if they are forged in ancient or modern times. Sword-makers called some of these swords "non-antique", and called some others "non-modern".

Three kinds of "antique" or quality swords:

فالعتيق ينقسم ثلاثة اقسام أولها وأجودها اليماني ثم ثانيها القلعي ثم ثالثها الهندي .

The passages below have been excerpted from this treatise:[1]

Natural and not-natural iron:

اعلم أن الحديد الذي تطبع منه السيوف ينقسم قسمين أولين : إلى المعدني والذي ليس بمعدني . والمعدني ينقسم قسمين : إلى الشابرقان وهو المذكر الصلب القابل للسقي بطباعه . وإلى النرماهن وهو المؤنث الرخو الذي ليس بقابل للسقي بطباعه . وقد يطبع من كل واحد من هذا الحديد مفرداً ومنهما معاً مركبين . فجميع أنواع السيوف المعدنية ثلاثة الشابرقانية والنرماهنية والمركبة منهما .

Translation:

Learn that iron from which swords are forged is divided into two primary or main divisions: natural (as mined) and not-natural (i. e. manufactured). Natural iron is divided into two divisions: *shābūrqān* (الشابورقان), and it is the male, hard iron which can be heat-treated (قابل للسقي) by its nature, and *narmāhin (narm-āhin)*, which is the female soft iron which cannot be heat-treated by its nature. [Swords] can be forged from either of these two kinds or from both combined. Thus, all kinds of swords made of natural iron fall into three kinds: *shāburqānī*, *narmahānī*, and those made of a combination of both.

Not-natural iron or steel:

فأما الحديد الذي ليس بمعدني فهو الفولاذ ومعناه المصفا . ويصنع من المعدني بأن يلقى عليه في السبك شيء يصفيه ويشد رخاوته حتى يصير متيناً لدناً يقبل السقي ويظهر فيه فرنده .

Translation:

Iron which is not natural is steel or *fūlādh* (الفولاذ). It means the refined or purified (المصفى). It is made of natural iron by adding to it while smelting some (ingredients) for purifying it, and for decreasing its softness, until it becomes strong, flexible, susceptible to heat treatment, and until its *firind* (فرند) appears.

(1) These passages are based mainly on Ms. Ayasofya 4832 fols. 170-172. See also:

ʿAbdul Raḥmān Zakī, *al-Suyūf wa Ajnāsuhā*, an edited Arabic text, *Faculty of Arts Journal*, vol. 14, part 2, Cairo, 1952.

Hammer – Purgstall, Baron de, "Sur les Lames des Orientaux", *Journal Asiatique*, *Ve Serie*, tome III, pp. 66 – 80, Paris, 1854.

Iron and Steel Technology in Medieval Arabic Sources

A. Y. AL-HASSAN*

1. *Introduction*

The main function of this paper is to make available to historians generally a selected number of passages in Arabic medieval literature (some of which were hitherto unpublished) which bear upon ferrous technology. There are other numerous sources which are not cited here. Thus, this paper is not exhaustive in this respect.

For each source, the Arabic text is presented, each followed by an English translation and such technical inferences as seem immediately available. Where it seems useful, facsimiles of the manuscript texts are presented.

Thus, Section 2 below quotes al-Kindī on the location of steel centers, and Section 3 gives al-Bīrūnī's description of Damascene crucible steel production. The following section from al-Jildakī describes what seems to be the production of pig iron and cast steel, and so on.

The review of sources concludes with Section 7. No attempt is made to draw general conclusions, except that the evidence adduced seems ample to demolish the very commonly held notion that Damascene steel was produced only or mainly from Indian wootz steel, or that Damascus was not a center for producing steel. Section 8 locates iron mines in the Damascus region, and documents the persistence of the ferrous industry there down to modern times.

2. *Al-Kindī on Sources and Centers of Production*

Among the extant works of Abū Yūsuf b. Isḥāq al-Kindī (fl. 850), "the philosopher of the Arabs", is "A Treatise (Addressed) to Some of His Brethren Concerning Swords" *(Risāla ilā baᶜḍ ikhwānihi fi'l-Suyūf)*. The treatise contains much useful technological information. But we shall be content in this paper to give al-Kindī's classification of the various kinds of iron and steel from which swords were being made.

* University of Aleppo, Aleppo, Syria.

This paper is based (with modifications) on an Arabic paper by the author, published in the *Proceedings of the Thirteenth Science Week*, Damascus, 1972.

21. F. Buchanan, *A Journey from Madras through the countries of Mysore, Canara and Calabar* (London, 1807).

22. B. Heyne, "A brief report of the manner used by the natives of the Northern Circars", *Oriental Repertory*, 2 (1808), 485.

23. J. M. Heath, "On Indian Iron and Steel", *Journal of the Royal Asiatic Society for Great Britain and Ireland*, 5 (1839), 390.

24. C. von Schwartz, "Ueber Eisen - und Stahlindustrie Ostindiens", *Stahl und Eisen*, 21 (1901), 209.

25. V. S. Sambasiva Iyer, *Iron Smelting in Mysore* (Madras, 1903), 6.

Bibliography

1. J. Piaskowski, "Damascus Steel - The Greatest Achievement of Early Metallurgy", *Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science*, 1976, Aleppo.

2. A. Y. al-Hassan, See Article in this issue of the *JHAS*.

3. J. Piaskowski, *O stali damascenskiej* (On Damascus Steel), (Wroclaw-Warszawa, 1974).

4. N. T. Bielajev, "Damast: seine Struktur und Eigenschaften", *Metallurgie*, 8 (1911), 669.

5. N. T. Bielajev, "Damascus Steel", *Journal of the Iron and Steel Institute*, 104 (1921), 181.

6. N. T. Bielajev, "O bulate i charaluge", *Recueil d'études dédiées à la mémoire de N. F. Kondakov*, (Praha, 1936), 155.

7. G. Pearson, "Experiments and observations to investigate the nature of a kind of steel, manufactured at Bombay and there called Wootz", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 85 (1795), 332.

8. D. Mushet, "Experiments on Wootz", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 95 (1804), 163.

9. M. Faraday, "An Analysis of Wootz or Indian Steel", *Royal Institution of Great Britain*, 7 (1819), 228.

10. H. de Luynes, *Mémoire sur la fabrication de l'acier fondu et damassé*, (Paris, 1844), 4.

11. T. H. Henry, "On the composition of wootz or Indian Steel", *London, Edinburgh and Dublin, Philosophical Magazine and Journal of Science*, 4 (1854), 42.

12. M. Bouis, "Etude sur le fer et les aciers", *Comptes Rendus*, 52 (1861), 1196.

13. B. Zschokke, "Du damassé et des lames de Damas", *Revue de Métallurgie, Mémoires*, 21 (1924), 635.

14. J. Piaskowski, "Dawna stal 'damascenska' (bulat) w swietle nowoczesnego metaloznawstwa" (Damascus steel in the light of modern metallography), *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki* 3 (1966), 241.

15. H. Maryon, "The Damascene Process", *Studies in Conservation*, 5 (1960), 52.

16. C. Panseri, "L'aciaio di Damasco nella leggenda e nella realta", *Armi Antiche*, (1962), 3.

17. J. Piaskowski, "Klasyfikacja struktury wtraceń żużla i jej zastosowanie dla określenia pochodzenia dawnych przedmiotów żelaznych" (Classification of the slag inclusions structure and its application for determining the origin of early iron objects). *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej*, 4 (1967), 61.

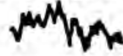
18. J. Barker, "Method of renewing the Goshare, or flowery grain of Persian swords commonly called Damascus blades", *Funkgruben des Orients*, 5 (1916), 46.

19. Massalski, "Izgotovlenie bulata po sposobu upotrebjajememu persjanam", *Gornyj Źurnal*, 1841, No. 11-12, 233.

20. J. Abbott, "Process of working the Damascus blade of Goojrat", *Journal of the Asiatic Society of Bengal*, 16 (1947, 417.

Fig. 30.

Distribution of Co in the edge of Blade 2.



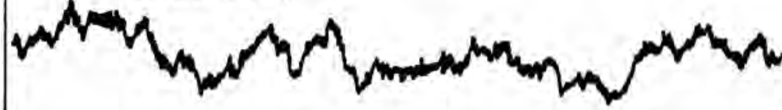










Fig. 29

Distribution of As in the back of Blade I near the nonmetallic inclusion.

Fig. 28.

Distribution of Ca in the back of Blade I near the non-metallic inclusion.

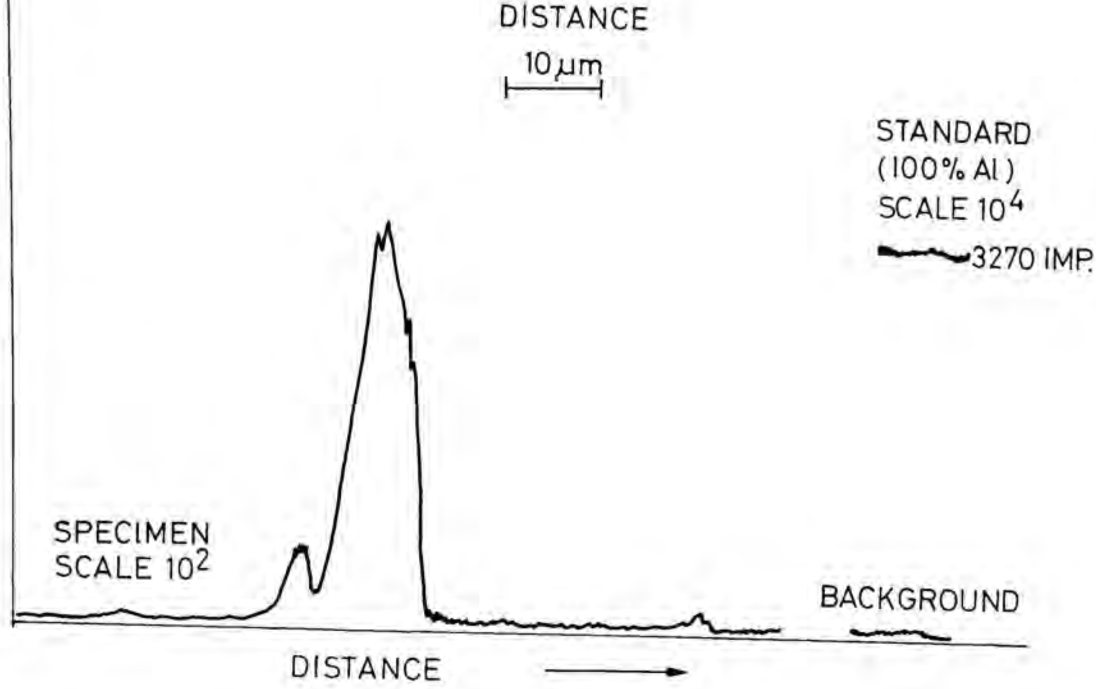
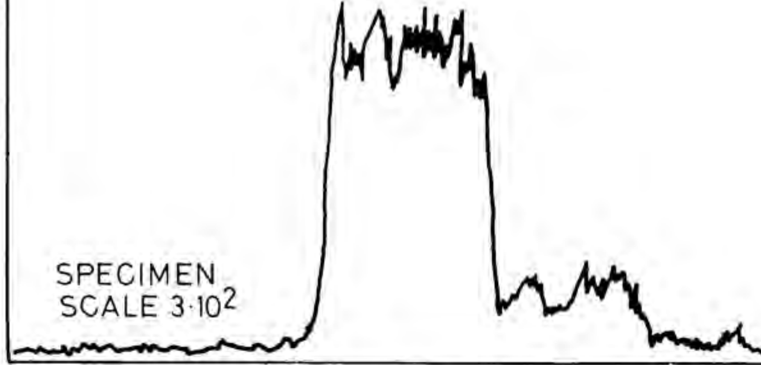


Fig. 27.

Distribution of Al in the back of Blade 1 near the non-metallic inclusion







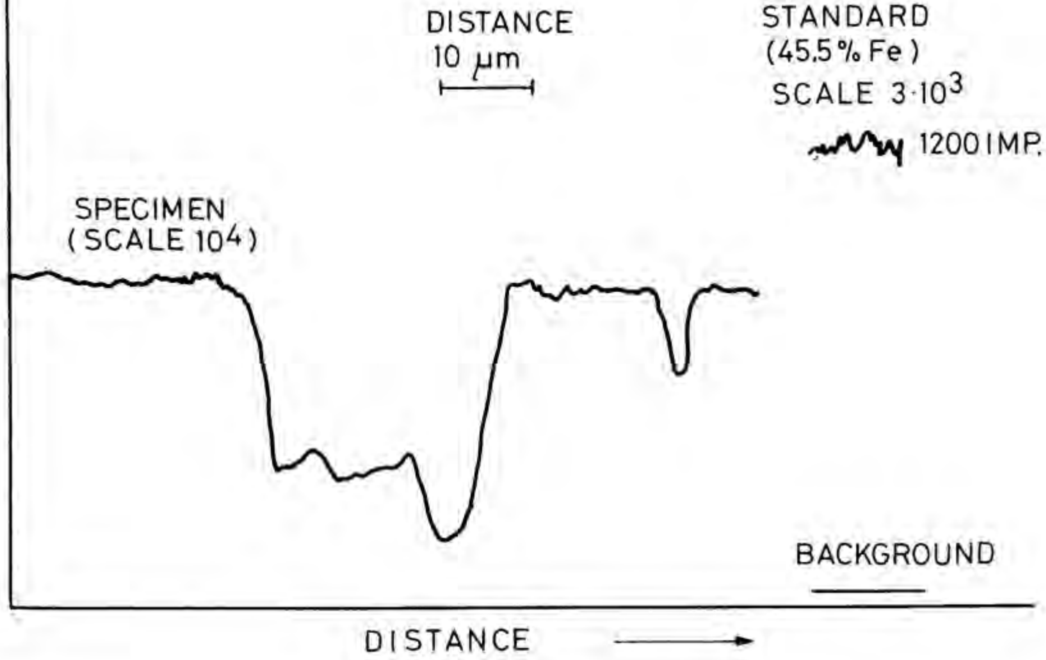


Fig. 26.

Distribution of Fe in the back of Blade 1 near the non-metallic inclusion.

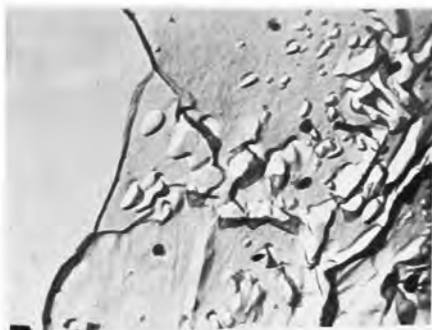


Fig. 24.

Structure of Blade 1 under the electron microscope. Replica sprinkled with Cr and C.

× 30 000.



Fig. 25.

Structure of Blade 2 under the electron microscope. Replica sprinkled with Cr and C.

× 10 000.

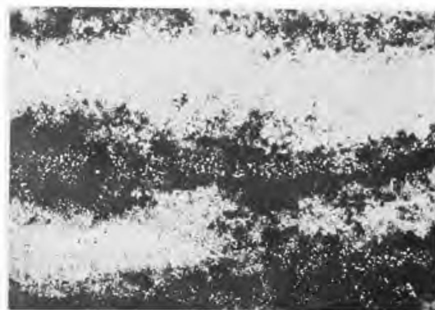


Fig. 21.

Distribution of phosphorus in Blade 2 Etching with Oberhoffer's reagent. × 100.

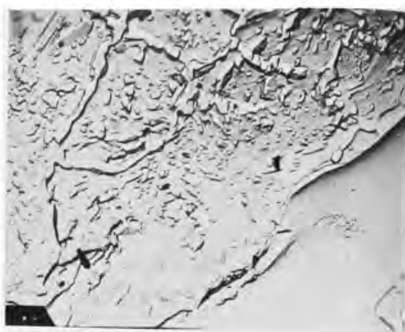


Fig. 22.

Structure of Blade 1 under the electron microscope. Replica sprinkled with Cr and C. × 15 000.

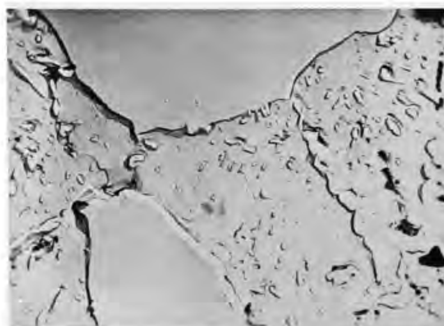


Fig. 23.

Structure of Blade 1 under the electron microscope. Replica sprinkled with Cr and C. × 15 000.



Fig. 18.

tructure of Blade 2 at the back part near the non-metallic inclusion. Nital etching. × 100.



Fig. 19.

Structure of Blade 2 at the back part near the non-metallic inclusion. Nital etching. × 500.



Fig. 20.

Distribution of phosphorus on the cross-section of Blade 1. Etching with Oberhoffer's reagent. × 8.

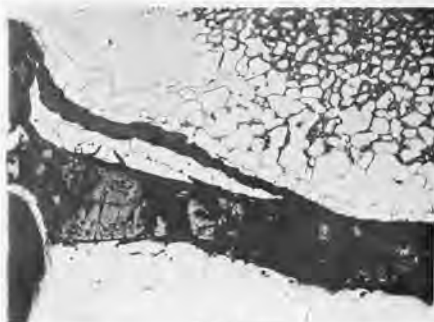


Fig. 12.
Structure of Blade 1 at the back near the non-metallic inclusion (as in Fig. 2). Nital etching. × 125.



Fig. 13.
Structure of Blade 1 at the back near the end of the non-metallic inclusion. Nital etching. × 125.



Fig. 14.
Distribution of phosphorus in Blade 1. Etching with Oberhoffer's reagent. × 125.

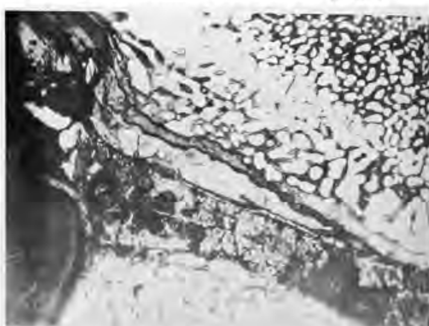


Fig. 15.
Distribution of phosphorus in the back part of Blade 1 near the non-metallic inclusion. Etching with Oberhoffer's reagent. × 125.

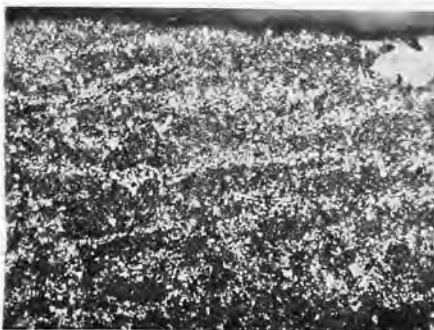


Fig. 16.
Structure of Blade 2 near the surface. Nital etching. × 100.

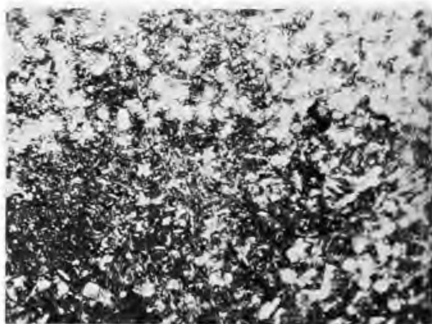


Fig. 17.
Structure of Blade 2 under large magnification. Nital etching. × 500.



Fig. 6.

Distribution of carbides in Blade 1. Nital etching. × 25.



Fig. 7.

Structure of Blade 1 Nital etching. × 100.

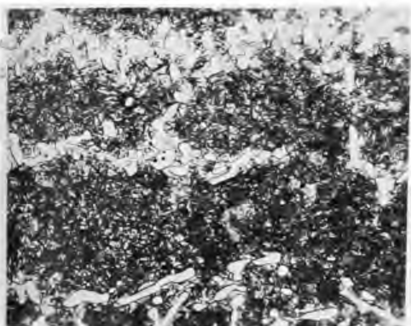


Fig. 8.

Structure of Blade 1 under large magnification.
Nital etching. × 500.

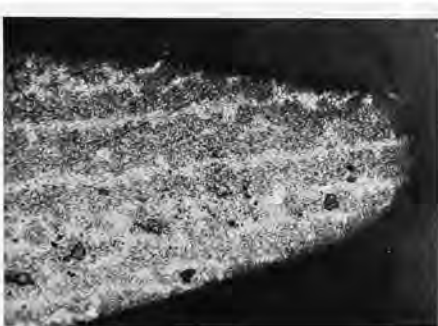


Fig. 9.

Structure of Blade 1 near the cutting edge.
Nital etching. × 100.

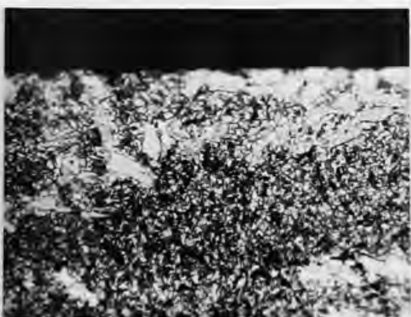


Fig. 10.

Structure of Blade 1 near the surface.
Nital etching. × 500.



Fig. 11.

Structure of Blade 1 near the slag inclusion under large magnification. Nital etching. × 500.

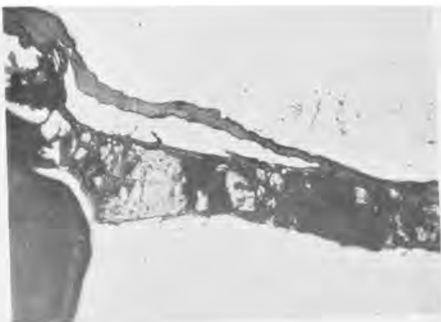


Fig. 3.

Slag inclusions in Blade 1. No etching. × 100.



Fig. 4.

Beginning of the large non-metallic inclusion near the back surface of Blade 1. No etching. × 125.



Fig. 5.

Structure of the back part of Blade 1. Nital etching. × 10.

Fig. 1.

Fragment of Blade 1 after surface etching.





Fig. 2.

Fragment of Blade 2 after surface etching.

Table 6

Results of the X-ray examinations of the blades and determination of the crystal structure constituents

Investigated blade	Number of the line	Brag's angle		Intensity	Interplaner spacing A°	Identified line of constituent	
		2θ	θ			Fe α	Fe_3C
1	1	44.2	22.1	traces	2.38		+
	2	47.5	23.75	traces	2.22		+
	3	50.5	25.25	traces	2.09		+
	4	52.4	26.20	10	2.02	+	
	5	54.0	27.00	traces	1.97		+
	6	58.0	29.00	traces	1.84		+
	7	65.0	32.50	traces	1.66		+
	8	70.0	35.00	traces	1.56		+
	9	75.0	37.50	traces	1.47		+
	10	78.0	39.00	5	1.42	+	
	11	101.0	50.50	7	1.16	+	
	12	125.0	62.50	4	1.01	+	
2	1	44.5	22.25	traces	2.36		+
	2	48.0	24.00	traces	2.20		+
	3	50.8	25.40	traces	2.08		+
	4	52.4	26.20	10	2.02	+	
	5	58.0	29.00	traces	1.84		+
	6	62.0	31.00	traces	1.73		+
	7	65.0	32.50	traces	1.66		+
	8	70.0	35.00	traces	1.56		+
	9	78.0	39.00	5	1.42	+	
	10	101.0	50.50	6	1.16	+	
	11	125.0	62.50	4	1.01	+	

Table 4
Results of microhardness measurements of structural components of investigated blades

Investigated blade	Part of the blade	Structural components	Microhardness Kg/mm²
1	Edge	sorbite cementite	430 *
	Middle part	sorbite cementite	416.5 1518
	Back	sorbite cementite ferrite	414 1506 227
2	Edge	sorbite cementite	408 *
	Middle part	sorbite cementite	406 *
	Back	sorbite cementite ferrite	406 * 201

* The small dimensions of the particles do not allow measurement.

Table 5
Results of Vickers hardness measurements of investigated blades

Investigated blade	Measurement No.	Vickers hardness Kg/mm²
1	1 2 3	348 348 348
	mean	348
2	1 2 3	366 366 366
	mean	366

Table 3

Results of quantitative and qualitative (spectrographic) analysis of investigated blades

Investigated blade	Content, %				Qualitative analysis*																
	Mn	P	Ni	Cu	Ag	Al	As	Ba	Ca	Co	Cr	Cu	Mg	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Ti	V	Zn
1	0.015	0.206	0.016	0.056		+					+	+		+	+				+	+	
2	0.14	0.05	0.008	0.041		+					+	+		+	+				+	+	

* Also Fe, Si, Mn, P, S which are always present in bloomery iron

Table 2

The results of the mechanical properties of the blades of Damascene steel (examinations of B. Zschokke)

Investigated blade	Measurement No.	Bending strength Kg/mm^2	Deflection mm	Bending work Kg m	Bending angle	Brinell Hardness Kg/mm^2
Sword 7	1	138	8.5	0.99	25°	228
	2	132	7.4	0.79	24°	215
	3	131	9.0	1.03	32°	205
	mean	134	8.3	0.94	27°	216
Sword 8	1	152	20.8	3.04	78°	247
	2	164	13.1	1.94	48°	229
	3	144	13.4	1.64	52°	223
	mean	153	15.8	2.21	49°	233
Sword 9	1	121	6.5	0.68	24°	202
	2	106	5.5	0.61	18°	173
	3	117	4.6	0.46	14°	204
	mean	115	5,5	0.55	19°	193
Sword 10	1	154.5	4.8	0.56	15°	262
	2	144.0	5.9	0.73	21°	238
	3	135.5	5.2	0.59	16°	245
	mean	145	5.3	0.63	17°	248

Table 1

Chemical composition of the blades of Damascene steel thus far investigated

Investigated blade	Content, %					Author
	C	Si	Mn	P	S	
Persian blade	1.49	0.005	0.08	0.10	0.05	N. T. Bielajev
Indian blade	1.60					«
Dagger 3	1.677	0.015	0.056	0.086	0.007	B. Zschokke
Dagger 5	1.575	0.011	0.030	1.004	0.018	«
Sword 7	1.874	0.049	0.005	0.127	0.013	«
Sword 8	0.596	0.119	0.150	0.252	0.032	«
Sword 9	1.342	0.062	0.019	0.182	0.008	«
Sword 10	1.726	0.062	0.028	0.172	0.020	«
Sword 1	1.67	0.027	traces	0.087	0.007*	C. Panseri
Sword 2	1.42	0.11	0.13	0.035	0.038	«

* Moreover, traces of Ni, Cr.

surface. They remained in the shrinkage cavity formed in the upper part of the steel ingot during its solidification. This was noted by J. Abbott and marked in the respective drawing [20].

The presence of a shrinkage cavity was unavoidable, and was the very reason why the steel ingots were forged in a special way so that the upper part of the ingot always formed the back of the sword. In this way, the shrinkage cavity had no adverse effect on the properties and appearance of the blade's surface. Hence the residuals from the shrinkage cavity are often visible at the backs of Damascene swords. They also remain in the structure in the form of non-metallic inclusions.

Examinations of Blades 1 and 2 yield important information on the technological process of manufacturing Damascene swords. They also provide some additional data on the structure and properties of these celebrated weapons.

although they seem to have been present in each case. Thus it has been observed that in the back parts of Damascene swords there appear quite often oblong, dark marks which are residuals of the inclusions gathered in the upper part of the steel ingots. J. Abbott [20], who observed the process of forging Damascene swords in Jullalabad, stated that the back of the sword was always formed of the upper part of the ingot.

Hence it can be assumed that the non-metallic inclusions which appeared in the back part of the blades were formed in the upper part of the steel ingot when it was melted in a crucible.

Undoubtedly, the same technique of forging the steel ingots was used in other territories including the Arabic countries of the Near East. Reference was made here to the observations of J. Abbott made in Jullalabad only because it has been so far the only publication where the process of forging steel ingots was described with full particulars.

For the same reason, in describing the process of smelting Damascene steel and the formation of the shrinkage cavity in the ingot , the author used detailed descriptions published by travellers in India and Persia in the 19th century, in spite of the fact that this grade of steel, as proved in this issue of the *Journal* by Prof. Dr. Ahmad Y. al-Hassan, was also smelted in Arabic countries, and in the countries of the Near East.

On the basis of the well-known treatise of Bīrūnī, it can be stated that the process of smelting Damascene steel was similar in those countries.

From the descriptions of travellers in India in the 19th century, it is learned that the surface of the iron objects placed in a crucible for melting was covered with pieces of wood and with leaves. According to F. Buchanan [21], these were branches of the Tayngada tree *(Cassia auriculata)* and the leaves of the *Ruginay* or *Ipomea.* B. Heyne [22] observed that, apart from dry branches of *Cassia auriculata* ("Tanged"), fresh branches of *Convolvulus laurifolius* ("Vonangada") were also placed in the crucible. This was confirmed by J. M. Heath [23], who added that sometimes the leaves of *Asclepias gigantea* were used instead of those of *Convolvulus laurifolius.* C. von Schwartz [24] states that the leaves of *Calotropis gigantea* were also used.

V. S. Sambasiva Iyer [25] observed that pieces of "Tangadichekke" wood were also placed in the crucible.

The effect of these types of additives has not yet been explained. Additional carburization of metal was assumed to be achieved in this way. However, metallographic examinations of Blades 1 and 2 lead to the supposition that the effect of organic matter was quite the opposite, and that its presence resulted in a local decarburization. The oxides, bloomery slag particles, and the like, which flowed out of the metal's interior, gathered near the ingot

Discussion of the Results Obtained

Both the blades examined were forged of the hard Damascene steel containing about 1.5% C. They differ to some extent in the content of phosphorus; in Blade 1 the content of this element was slightly higher (0.206% P) than in Blade 2 (0.05% P). The amounts of other elements, like manganese, nickel, and copper, are very low and have almost no effect on the metallic properties.

Both blades are characterized by a structure typical of the hard variety of Damascene steel, composed of strips of spheroidal cementite (Fe_3C) in a sorbitic matrix.

Strips of carbides are visible to the naked eye on the blades' surfaces and appear in the form of light-coloured bands typical of the "Damascus" pattern, whereas the dark background of this pattern forms a sorbitic matrix.

The structure of both blades is very uniform along the whole of the cross-section. The measurements of hardness showed identical values for each of the swords which, in turn, points to the fact that the blades were subjected to quenching and tempering, according to the descriptions by J. Barker [18] and Massalski [19], who travelled in the Near East.

In Blade 2 the strips of carbides (cementite) are thinner and the grains finer than in Blade 1. This gives a more sophisticated pattern on the surface of the blade (light strips are thinner).

A very interesting phenomenon is the presence of slag inclusions in Sword 1 (but not 2) typical of bloomery iron. Indeed, wrought iron used in the process of manufacturing Damascene steel was smelted in a bloomery process [29] which resulted in the presence of numerous slag inclusions, typical of this metal. However, when melting the rods of wrought iron in a crucible to obtain the steel ingots, the inclusions would flow out to the surface of the metal.

The presence of these inclusions in Blade 1 proves that either the metal, of which the blade was made, was not completely melted in a crucible, or the temperature of superheating over the melting point was too low to provide a movement of the slag inclusions towards the surface of the metal.

On the other hand, the metal used for Blade 2 was completely melted and sufficiently superheated. Therefore, the inclusions of the bloomery slag flowed out to the surface of the steel ingot.

What still merits an explanation is the presence of the large non-metallic inclusion which appeared at the back of both blades and was surrounded by a distinct zone of decarburization. Investigators who have previously examined Damascene swords have paid no attention to this type of inclusion,

No differences were observed in the position of the Fe α line which would indicate a change in the base lattice.

Chemical Analysis

The content of phosphorus in both swords was determined by means of a quantitative photometric chemical analysis, whereas that of nickel, manganese, and copper was determined by an atomic absorption analysis.

A spectrographic qualitative analysis was also carried out using the spectrograph ISP 22 and arc excitation between the two test pieces.

The results of the quantitative and qualitative chemical analyses of Blades 1 and 2 are given in Table 6. The elements revealed by the spectographic qualitative analysis are marked with "+".

X-ray Microanalysis

X-ray microanalysis was also carried out at two points of each of the examined blades, namely the edge and the back. The examinations were made using the electron microprobe analyser "Cameca", Type M846-DLC.

The observations showed that in the back part of Blade no. 1, exactly where the large non-metallic inclusion was present, there was a rapid decrease in Fe content in the metal (Fig. 26); at the same time, an increase in the content of Al and Ca was noted (Figs. 27 and 28 respectively) which means that the inclusion contains large amounts of these elements.

Analysis of the distribution of Cr, Cu, Mg, Mo, Ti, and probably also Co, gave a value (number of impulses) at the level of the background, and so, no presence of these elements was indicated. On the other hand, the results obtained for Mn and P were slightly above the background, which corresponds to the results of the quantitative chemical analysis.

A value above the background was also observed in the case of As, the content of this element in the non-metallic inclusion being lower (probably at the level of the background) (Fig. 29).

Similar results were obtained for the metal at the edge of Blade 1, except that no changes in the content of Fe, Al, Ca, etc., observed in the back part of the sword, were noticed here.

Analyses of Blade 2 made at the edge and back of the sword, but excluding the spot where the large non-metallic inclusion occurred, gave the number of impulses for Al, As, Cr, Mo, Ni, Si, Ti, V, at the level of the background. This means that no presence of these elements was observed. A value slightly above the background level was obtained for Mn and P, and probably also for Co (Fig. 30).

in the distribution of this element in a sorbitic matrix, which was further confirmed by the presence of light and dark strips in the specimen etched with Oberhoffer's reagent (Fig. 21).

Examination of the Structure under the Electron Microscope

The structure was also examined under the electron microscope Tesla BS613. Examinations were carried out using replicas shaded with Cr and then sprinkled with powdered carbon.

The structure of Blade 1 revealed under the electron microscope is shown in Figs. 22-24. Apart from large grains of cementite, the matrix included some small precipitations of carbides (cementite).

Similar structure was observed under the electron microscope in Blade 2 (Fig. 25).

The differences between the structural images of the two blades are probably caused by a greater refinement of carbides (and hence, also by a more sophisticated "Damascene" pattern) in Blade 2.

Determination of Microhardness of Structural Constituents and Hardness of Metal

Microhardness of structural constituents was determined for both blades. Tests were carried out using a Hanemann microhardness tester and loading of 50 g applied for 15 seconds. Each result is a mean of five measurements.

The results of the measurements of microhardness of the structural constituents in Blades 1 and 2 are given in Table 3.

In some cases, Vickers hardness was also measured, applying a loading of 30 kg for 15 seconds. Each result is a mean of two measurements.

The results of the measurements of Blades 1 and 2 are given in Table 4.

X-ray Diffraction Analysis

X-ray diffraction analysis of Blades 1 and 2 was made by means of a photographic method, using the apparatus VEM TUR M60. Filtered rays of a cobalt-anode tube were applied, together with a ϕ 114.8 mm photographic camera which made it possible to carry out the X-ray diffraction analysis on a solid specimen. The time of exposure on X-Ray Structuric Film Ceaverken (Sweden) was two hours.

The results of the measurements of the Brag's angle and the interplanar distance for particular spectral lines, obtained for both blades, are given in Table 5. On the basis of these examinations it was concluded that the structure is composed of iron Fe α (this spectrum is given by sorbite) and cementite Fe_3C (carbides).

Observations under large magnification revealed that carbide strips (cementite) are composed of spheroidal grains in a sorbitic matrix (Figs. 7 and 8).

This structure was also noticed in the edge part of Blade 1 (Fig. 9) and near the surface (Fig. 10). Light strips of the spheroidal cementite appear in the form of light bands and are visible with the naked eye on the surface of the sword.

The above described structure also appears in the immediate vicinity of the slag inclusions (Fig. 11). On the other hand, it is quite different near the large non-metallic inclusion observed in the edge part of Sword 1. In the immediate vicinity of this inclusion ferritic structure shows, and as the distance from the inclusion increases, the content of sorbite also increases. Only at a distance of about 0.3-0.5 mm do some carbides appear (Figs. 12 and 13). The changes in the structure point to the fact that near the large non-metallic inclusion in the back part of the blade some decarburization must have taken place, most obviously when the said inclusion was formed, which could occur only during the process of melting the metal.

To reveal the distribution of phosphorus in the metal, the specimen cut from Blade 1 was etched with Oberhoffer's reagent, which resulted in a darkening of the spots in the metal characterized by a lower content of phosphorus. As can be seen in Fig. 14, the sorbitic matrix contained less phosphorus, and the distribution of this element in the matrix was quite uniform.

An uneven distribution of phosphorus appeared in the ferritic matrix near the large non-metallic inclusion in the back part of Sword 1 (Fig. 15).

Similar structure was also encountered in Blade 2. On the whole of the blade cross-section, and also near the surface, there appear some strips of carbides in the sorbitic matrix (Figs. 16 and 17), the said carbides being much finer than in Blade 1.

Carbon content in the metal was similar to that in Blade 1 and, judging from the structure, its amount was determined as approximately 1.5% C.

In the back part of Blade 2 there was also a large non-metallic inclusion with surrounding decarburization zone and a ferritic structure. As the distance from the inclusion increases, some grains of sorbite appear (Fig. 18), followed by a purely sorbitic matrix (Fig. 19). At a distance of about 0.3 mm some precipitations of carbides (cementite) occur.

There are a few small inclusions of the slag in the metal similar to those encountered in ingot steel.

Figure 20 shows the distribution of phosphorus on the cross-section of Blade 2 after etching with Oberhoffer's reagent. It is quite uniform, although observations made under large magnification revealed some differences

bitic matrix. In one of the swords some precipitations of temper carbon were also present. Their formation is due to the decomposition of carbides during the process of soaking the sword.

Description of Two Fragments of the Examined Blades

Two fragments of the Damascene steel blades, obtained by the author in Damascus, were examined. These were the first blades examined from this territory. Other investigators, who carried out similar investigations, examined blades of unknown origin from West-European collections.

The fragment of Blade 1 is about 20 mm long, about 42 mm wide, the thickness of the back being about 4.2 mm. After polishing and etching for 25 minutes with a 4% alcohol solution of nitric acid (Nital), a pattern appeared on the surface of the blade (Fig. 1) which–according to the author's classification–should be defined as highly wavy, with whitish strips of medium thickness against a dark background.

Blade 2 was the tip of a sword about 82 mm long, about 10 mm wide, and with a thickness at the back part amounting to about 3.2 mm. After polishing and etching for 25 minutes with a 4% alcohol solution of nitric acid a pattern appeared on the surface of the blade (Fig. 2) which—according to the author's classification—should be defined as slightly wavy with whitish thin strips against a dark-grey background [3].

Examination of the Structure under the Metallographic Microscope

To determine the structure of Blades 1 and 2 metallographic examinations were carried out on the cross-section of the blades.

Examination of the specimen cut out of the unetched Blade 1 revealed the existence of numerous slag inclusions typical of bloomery iron. The inclusions were of an even black colour, Type A in the author's classification [17] (Fig. 3). Their length was about 0.04 mm.

In the back part of Blade 1 there is a large non-metallic inclusion (slag ?). It is about 3.5 mm long and of a more complex structure. The beginning of this inclusion near the very surface of the back of the sword is shown in Fig. 4.

The whole of this non-metallic inclusion can be seen in Fig. 5 which shows the back part of Blade 1 after Nital etching.

The structure of Blade 1 is very uniform, and composed of light-coloured carbide strips (cementite) against a dark background (Fig. 6).

Basing the estimate on the amount of cementite, it is possible to conclude that the approximate content of carbon in the steel is 1.5% C.

ting in various localities. Some ingots were produced in Islamic countries such as Syria and Iran from indigenous raw materials [2]. Others were made in India, and to these Indian ingots the term "wootz" came to be applied. The word is used with this meaning in this paper. During the nineteenth century many investigators directed their attention to the examination of Indian wootz steel, from which some Damascene swords were made. However, the first metallographic investigations of Damascene steel were carried out on Persian and Indian swords by the Russian metallurgist N. T. Bielajev [4, 5, 6]. He determined the chemical composition and structure of the metal. The examinations revealed that Damascene steel is a steel of high carbon content (See Table 1). In its structure iron carbides (cementite) in the form of spheroids are observed.

Much earlier, G. Pearson [7], D. Mushet [8], M. Faraday [9], and H. de Luynes [10], had attempted to examine some ingots made of the Indian steel (wootz). However, the technique of making chemical analyses was not sufficiently well developed to enable correct results.

The correct analysis of the Wootz was published by T. M. Henry [11], whereas M. Bouis [12] tried to determine the nitrogen content.

Metallographic examinations of two daggers and four sabres made of Damascene steel were published by B. Zschokke [13]. The results of the chemical analysis (Table 1) and metallographic examinations of the blades resembled those obtained by N. T. Bielajev.

Nevertheless, it should be stressed that in one of the blades (Sabre 5) the content of carbon was considerably lower, and the structure contained strips of ferrite and sorbite; there were no precipitations of carbides. Thus, it was the soft Damascene steel, one of the two possible types of this steel. The present author recognized these two types of Damascene steel, basing his decision on the equilibrium diagram for iron-carbon alloys [1, 14].

B. Zschokke [13] carried out measurements of the Brinell hardness and bending strength, using specimens of dimensions 6 × 35 × 75 mm, cut out of a blade. The results of the bending test and hardness measurements are given in Table 2.

H. Maryon [15] presented his observations on the structure of one Damascene dagger. The structure, typical of the hard variety of Damascene steel, included spheroidized precipitations of carbides (cementite) against a sorbitic background.

Further, two swords made of the hard Damascene steel were examined by C. Panseri [16]. He made a chemical analysis (Table 1), and examined the structure under the metallographic microscope (magnification 200-500 ×), and under the electron microscope (magnification 600 ×). The structure of these swords included strips of spheroidal cementite precipitations in a sor-

Metallographic Examination of Two Damascene Steel Blades

JERZY PIASKOWSKI*

Damascene steel is one of the greatest achievements of early metallurgy. The smelting and processing of this steel was highly complicated, as well as the process of revealing a typical pattern on the steel surface. Therefore, high skill was required of the artisans who smelted the metal and produced steel objects, especially swords [1]**.

For a long time, Damascene steel swords have been admired and desired by connoisseurs and collectors. They also aroused the interest of metallurgists, who commenced investigations aiming at a recognition and evaluation of the type of metal and the process of manufacture.

In spite of the fact that the examinations of Damascene steel swords were started long ago, the number of swords subjected to metallographic examination has been small, including up until now, only ten objects. To carry out these examinations it is necessary to cut out a specimen, and thus to damage the precious sword. Hence, only a few possessors of the weapons consent to such mutilations.

The author of this paper participated in the First International Symposium of the History of Arabic Science (Aleppo, 5-12th April, 1976) and thanks to help given by the General Director of the Museum of the Armed Forces, Col. Adnan al-Abrache, obtained a fragment each from two blades of Damascene steel. The first fragment was presented by the Damascene antique dealer ʿAbd al-Sattār Balʿūt, the second by Sulayman Kāka who, like his brother Mustapha Kāka, knows how to convert old damaged swords into small, gold-inlaid knives.

These two fragments of the blades were subjected to metallographic examination applying the methods used in modern laboratories. The results are described in this paper preceded by a short summary of previous studies of Damascene steel weapons.

Review of Previous Examinations of Damascene Steel

For centuries Damascene swords were forged from steel ingots origina-

* 30-427 Krakow, Ul-Zywiecka 40/12, Poland.

** Here and in the sequel, numbers enclosed in square brackets are references to items in the bibliography at the end of the paper.

Journal
for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS).

Annual subscription: surface mail, 25.00 L.S. or $6.00
registered air mail, 42.00 L.S. or $10.00

Single issue : surface mail, 15.00 L.S. or $4.00
registered air mail, 25.00 L.S. or $6.00

Printed in Syria
Aleppo University Press

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE

2
1
1978

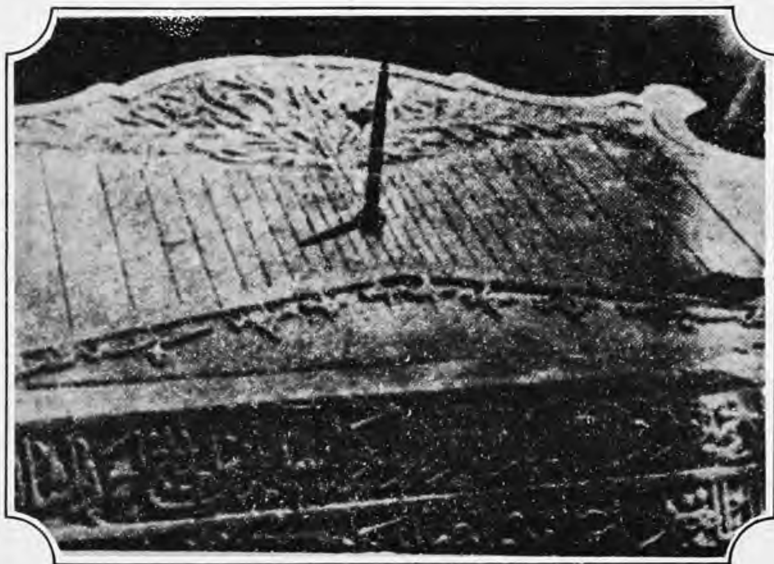


مجلة تاريخ العلوم العربية

Institute for the History of Arabic Science
University of Aleppo
Aleppo - Syria



مجلة تاريخ العلوم العربية



الثاني
الثاني
الثاني
١٩

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب ـ سورية



مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الثاني　　العدد الثاني　　تشرين الثاني ١٩٧٨

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

القسم الأجنبي

الابحـاث :



مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر مجلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العـربي مرتين كل عام (في فصلي الربيـع والخريف) • يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقـال الى :
معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

توجه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمـور الادارية الى العنوان نفسه • يرسل المبلغ المطلوب من خارج سورية بالـدولارات الامريكية بموجب شيـكات باسم **الجمعية السورية لتاريخ العلوم**

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول أو الثاني (١٩٧٧ ، ١٩٧٨)

بالبريد العادي المسجل :	٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أمريكية	
بالبريد الجوي المسجل :	٤٢ ليرة سورية أو ١٠ دولارات أمريكية	

المجلد الثالث (١٩٧٩)

بالبريد العادي المسجل :	كافة البلدان	١٠ دولارات أمريكية
بالبريد الجوي المسجل :	البلاد العربية والاوروبية	١٢ دولاراً أميركياً
	آسيا وأفريقيا	١٥ دولاراً أميركياً
	الولايات المتحدة ، كندا واستراليا	١٧ دولاراً أميركياً

مطبعة جامعة حلب

مقالة
في التطرق بالطب الى السعادة
لعلي بن رضوان

تحقيق
سلمان قطاية *

نقدم ولأول مرة النص الكامل لمخطوطة « مقالة في التطرق بالطب الى السعادة» لعلي بن رضوان . وهو النص الوحيد المحفوظ حتى اليوم في مكتبة حكيم علي أوغلو باشا تحت الرقم ٦٩١ (٣) - ف ٨٩٤ .

ولقد تفضل معهد المخطوطات العربية بالقاهرة مشكورا ، فأمدّنا بصورة عنها. والمقالة هذه على قصرها تتمتع ببعض الاهمية .

فهي : اولاً تساعدنا على تحديد زمن ولادة علي بن رضوان ، وبالتالي عمره ، فالمعلوم أن تحديد سنة ولادة العلماء القدامى عسير عادة .

وقد ورد في كتاب « عيون الانباء » لابن أبي اصيبعة (١) عن ابن رضوان نُبذ من سيرته الذاتية يقول فيها « . . . وكان يفضل عني الى وقتي هذا ، وهو آخر السنة التاسعة والخمسين . » ويقصد التاسعة والخمسين من عمره .

كما ذكر ماكس مايرهوف (٢)، خلال سرده القائمة الكاملة لمؤلفات ابن رضوان، أن ثمة ثلاثة مؤلفات ربما كانت كلها واحدة أو متشابهة وهي :

* كلية الطب - جامعة حلب .

١ - ابن ابي اصيبعة - عيون الانباء في طبقات الأطباء - طبعة بيروت - ١٩٦٥ . ص : ٥٦١ .

2. - M. Meyerhof, *The Medico-Philosophical Controversy between Ibn Butlan of Baghdad and Ibn Ridwan of Cairo*, Egyptian University - Faculty of Arts Publication No. 13, (Cairo 1937) pp. 41 - 49.

- سيرته المذكورة في كتاب عيون الانباء .
- ومقالة في التطرق بالطب الى السعادة .
- ومقالة في سبيل السعادة ، وهي السيرة التي اختارها لنفسه .

فاذا عدنا الى مقالة في التطرق ، رأينا ابن رضوان يقول « . . . وجدنا تاريـــخ الاسكندر الى وقتنا هذا هو سنة ست وثلاثين واربعماية للهجرة . . » .

فاذا اعتبرنا هذا التاريخ (اي عام ٤٣٦ هـ / ١٠٤٤ م) هو العام الذي بلغ فيه ابن رضوان سن الستين ، استطعنا القول أنه ولد عام ٣٧٦ هـ / ٩٨٦ م ، وتوفي عام ٤٥٣ هـ / ١٠٦١ م (حسب ابن ابي اصيبعة) أو ٤٦٠ هـ / ١٠٦٧ م (حسب القفطي) ، وأنه عاش بين الخمس وسبعين عاما والواحد والثمانين .

ونجد في المقالة نفسها معلومات تلقي بعض الضوء على مفهوم ابن رضوان عن التعليم الطبي الذي اهتّم به كثيراً وذكره في معظم مؤلفاته . بل كرّس له كتاباً بعنوان « النافع في كيفية تعليم صناعة الطب » [٣] .

ولا بد أن منشأ هذا الاهتمام هوممارسته للتعليم والتدريس في بيمارستانات مصر . والمعلوم أن ابن رضوان اشتهر بقوله بأنه يمكن تعلّم الطب بدون استاذ (كما فعل هو نفسه اذ لم يُعرف له شيخا تتلمذ على يديه) ، وانه انتُقد كثيراً بسبب ذلك [٤] .

ففي كتاب « النافع » يدعي بأن التعلّم عن الكتب لوحدها ممكن انما ضمن شروط خاصة فيقول « وهذه الطريق يقوم لمن لا يجد معلما جيدا مقام المعلم الجيد » كذلك فهو ليس بمقدور الا « ذوي القرائح الجيدة والطبائع الفائقة » .

وفي مقالة « التطرق » يعود فيؤكد هذه الفكرة فيقول « وليس يخلو المتعلم لها (أي صناعة الطب) من أمرين :

٣ – توجد نسختان: واحدة في دار الكتب المصرية بالقاهرة رقم : طب ٤٨٣ . والثانية في مكتبة تشستر بيتي في دبلن (رقم : ٤٠٢٦) .
٤ – ابن ابي اصيبعة – العيون – بيروت – ١٩٦٥ ص ص : ٥٦٣ – ٥٦٣ .

١ – اما أن يجد معلما فاضلا يفهم منه ما في كتب ابقراط فيسرع بذلك تعلمه كما أسرع تعليم جالينوس .

٢ – واما أن يُعدم المعلم الحاذق فيحتاج أن يتعلم لنفسه من كتب جالينوس فيطول زمان تعليمه .

ثم يشير الى أن القسم العملي من الطب لا يتم تعليمه الا : « بمعاينة هذه الاعمال بين يدي أفضل من تعلم عليه من اهلها » .

وهنا تبدو لنا أهمية مقالة « التطرق » لانها تقدم تفاصيل جديدة غير معروفة عنه ، وتجعل فكرته عن التعليم الطبي مقبولة الى حد ما . رغم اعتقادنا الجازم بأنه لا بد من معلم لكل من قسمي الطب : النظري والعملي .

ثم يكرس ابن رضوان الباب الثالث من المقالة لموضوع عنوان المقالة ، فيشرح مفهومه الفلسفي عن مهنة الطب .

وهو مفهوم مثالي مطلق فيقول « قال جالينوس في آخر المقالة الاولى من حيلة البرء : وينبغي لنا أن ننافس ونباهي الملائكة في فعل الخير » .

والفكرة هذه مشروحة بشكل مفصل في كتابه « في شرف الطب » . وهو مفهوم ديني مرتكز على أن الطب هو فعل الخير وواسطة لارضاء الله والفوز بالجنان ، ويعترف انه رغم ذلك فان الطب في ايامه (كما في كل زمان وعصر) لم يكن يخلو من الدجل والشعوذة .

ويبدو لنا أنه من الضروري التمييز بين من يختار مهنة الطب عن ايمان ديني عميق لا يريد منه سوى كسب مرضاة الله وهم الندرة . والغالبية التي لا ترى في الطب الا وسيلة لكسب المال والحياة الرغيدة . وهذا ما لم يره ابن رضوان ، أو رآه ولم يعترف به .

وينتقل ابن رضوان في مقالة «التطرق» الى تاريخ الطب قبل الاسلام . ونراه

لا يقدر أو يحترم الا ابقراط وجالينوس[٥] . وخاصة هذا الاخير . اذ يعتبر كتبه فوق كل نقد ، أو شك ، بل ينتقد بقسوة كل من يتعرّض لنقده (كالرازي مثلا) .

وتلك نقطة ضعف في مؤلفاته ، لأن الفكر العلمي يبحث دوما عن الحقيقة ، وهو في سبيل ذلك لا يتوانى عن مناقشة كل رأي بفكر علمي موضوعي .

٥ – شرح ابن رضوان ستة كتب لجالينوس هي . كتاب الصناعة الصغيرة – كتاب الاسطقسات – كتاب النبض الصغير – بعض كتاب المزاج – كتاب جالينوس الى اغلوقن – في التأني لشفاء الامراض – (ابن ابي اصيبعة – العيون – ص : ٥٦٦) .

بسم الله الرحمن الرحيم

مقالة علي بن رضوان في التطرق بالطب الى السعادة وهي ثلاثة ابواب :

الباب الاول — في كتب ابقراط .

الباب الثاني — في تعريف ابقراط .

الباب الثالث — في التطرق بالطب الى السعادة .

الباب الاول

في كتب ابقراط

قال علي بن رضوان : قد بيّنا في كتبنا (٦) ان ابقراط استكمل تعليم صناعة الطب وان جالينوس هذب تعليم ابقراط ، فصيّر صناعة الطب ميسّرة سهلة التناول على من زاولها من ذوي الطبائع الفايقة ، واما غير هاؤلاي فقد نهى ابقراط وجالينوس معاً عن تعليم هاؤلاي متى انتحلوها فهم فيها اطباء بالاسم لا اطباء بالفعل ، لتقصير طبائعهم عن ادراكها . ولذلك هم السبب في ذمّها . واوضحنا انه ينبغي ان يكون المتعلم لها طبيعة مواتية ، وذهن ذكي ، وحفظ جيد ، وحرص شديد ، واحتمال للتعب ، وحب للجميل .

وان يكون قبل تعلمها قد تأدّب بالآداب والتعاليم فقد ذكر جالينوس(٧) في مقالته في ترتيب قراءة كتبه : انه شرع في تعليم الطب بعد رياضة في التعاليم والآداب ، وقد بلغ في السن السنة السابعة عشر .

٦ — ربما كان يقصد كتاب : " النافع في كيفية تعليم صناعة الطب " بشكل خاص . وهو مخطوط غير مطبوع .

٧ — Galien ولد حوالي عام ١٣٠ م في برغاس في ميسيا وتوفي حوالي سنة ٢٠٠ م ويدعي البعض انه توفي عام ٢١٨ م . وهو من اكبر اطباء اليونان . وكتبه الستة عشر اشهر من ان تذكر .

وقال في غير هذه المقالة : انه وضع كتابا في الاسطقسات ، وهو ابن تسعة عشر سنة . وما كان يضع ذلك الا بعد استكماله تعليم صناعة الطب ، وذلك انه عرف في تفسيره كتاب طبيعة الانسان لبقراط ، وضعه بعد ان وقف على آراء ابقراط ، وفهم ما في كتبه بقراءته اياها على حذّاق المعلمين ، فحصل زمان تعلمه الطب ثلاث سنين فلذلك ينبغي (أن) يقتدى به في تعليم هذه الصناعة، فيتأدب اولا في الاداب، ويرتاض في التعاليم ، ثم يقرأ كتب ابقراط ، ويفهم معانيها . لم يكن احدا قبله هذبها تهذيبه .

فالحاصل من ذلك انه يمكن تعليم صناعة الطب في ثلاث سنين . وقد اشترط ابقراط في تعليمها شروطاً منها ما ذكرته اولا من حال طبعه للتعليم ، ومنها ان يكون حديث السن ، وهو من كان عمره ما بين سن البلوغ وبين خمس وعشرين سنة ، لان المزاج على هذا السن اعدل منه في سائر الاسنان ، وقوى النفس تابعه لمزاج البدن .

وليس يخلو المتعلم لها من احد امرين :

ـ اما ان يجد معلما فاضلا يفهم منه ما في كتب ابقراط فيسرع بذلك تعليمه كما اسرع تعليم جالينوس .

ـ واما ان يعدم المعلم الحاذق فيحتاج ان يتعلم لنفسه من كتب جالينوس فيطول زمان تعليمه متى استعمل في تعليمه قوانين المنطق .

ولأن صناعة الطب صناعة فاعلة لم يمكن تعليمها خلُوّاً من منازلة اعمالها الجزئية، كما بين ذلك ارسطوطاليس فيما بعد الطبيعة : ان كل صناعة فاعلة انما تحصل وتكمل بمعرفة قوانينها الكلية ، وبمنازلة أعمالها الجزئية .

فاذن : المتعلم لصناعة الطب ، مع قراءته كتب ابقراط ، يلزمه ضرورة ان ينازل بنفسه اعمالها الجزئية . وذلك يتم بمعاينة هذه الاعمال الجزئية بين يدى افضل من تعلم عليه من اهلها . وقد وضع جالينوس لكتبه التي هذب فيها تعليم بقراط ولخصه فهرست(٨) ولقرائتها ترتيبا . فالمتعلم يأخذ ذلك من جالينوس : واما كتب بقراط

٨ ـ كتب على الهامش : فكتبت الى رفيقي يحيى بن سعيد في ذلك فجاءني منه فهرستها .

فلم يقع لي فيما سلف لها فهرست، ذكر انه ترجمه من اليوناني الى العربي. فقرأته فوجدت الكتب غير مرتّبة ، ولم يتفق حصول جمعها عندي فأرتب قراءتها. وذلك انه يعوزني منها نحو اثنا عشر مقالة فرأيت ان أنسخ لي في هذا الموضع ما وصل الي من فهرستها على ١ ظ
هيئته . وهذا هو :

كتاب الناموس مقاله (٩)
كتاب الوصية مقالة
كتاب العهد مقالة
* كتاب الفصول سبع مقالات
* كتاب تقدمة المعرفة ثلاث مقالات
* كتاب قاطيطريون ثلاث مقالات
كتاب تقدمة الانذار مقالتان
كتاب تقدمة الانذار المنسوب الى اهل قـــو
كتاب الامراض ثلاث مقالات
كتاب تدبير الامراض الحادة و هو كتاب ماء الشعير ثلاث مقالات
* كتاب الغذاء اربع مقالات
كتاب التدبير ثلاث مقالات
كتاب استعمال الرطوبات
كتاب الادوية
كتاب الحقن
* كتاب ابيذيميا سبع مقالات
كتاب الاعظم في العلل
كتاب العلل الباطنة

٩ – لقد نسب الى ابقراط كتب كثيرة ويقول ابن ابي اصيبعة (العيون – ص ٥٣) " والذي انتهى الينا ذكره ووجدنا في كتب ابقراط الصحيحة يكون نحو ثلاثين كتابا . والذي يدرس من كتبه لمن يقرأ صناعة الطب ، اذا كان درسه على اصل صحيح وترتيب جيد ، اثنا عشر كتابا وهي المشهورة من كتبه " .
ولقد وضعت اشارة * الى جانب كل كتاب من هذه الكتب الاثني عشر ، ورد ذكره في قائمة علي بن رضوان

كتاب المرض الكاهني
كتاب الاسابيع مقالة
كتاب النفخ مقالة
* كتاب الاهوية والبلدان والمياه اربع مقالات
كتاب الطب القديم
كتاب الصناعة
كتاب البصر
* كتاب الاخلاط ثلاث مقالات
كتاب الورم
كتاب الجراحات القاتلة
كتاب خراجات الرأس
كتاب انتزاع البثور(١٠)
كتاب البواسير
كتاب النواصير
كتاب الكسر والرض
كتاب المفاصل
كتاب نهايات الامراض
* كتاب طبيعة الجنين ثلاث مقالات
* كتاب طبيعة الانسان ثلاث مقالات
كتاب المواضع التي في الانسان
كتاب المولودين لسبعة اشهر
كتاب المولودين لثمانية اشهر
كتاب المولودين لتسعة اشهر
كتاب حَبَل على حَبَل
* كتاب الكسر(١١)

١٠ – في الاصل : البثول .
١١ – في الاصل: السر . وفي قائمة ابن ابي اصيبعة ورد اسمه "كتاب الكسر والجبر . ويقول هذا (العيون – ص ٥٥) " ولابقراط ايضا من الكتب وبعضها منحول اليه . . "

كتاب تقطيع الجنين الميت
كتاب في الامراض
كتاب نبات الاسنان
كتاب العذارى
كتاب تدبير النساء
كتاب من يبول الدم
كتاب علل النسا
كتاب النساء اللواتي لا يحبلن
كتاب الجبر
كتاب السابع
كتاب البدع
١ كتاب اعتقاد اهل اثينا
فذلك خمس وخمسون كتاباً .

قال علي : وليس هي مرتّبة . ويمكن ان ترتّب ترتيبين : احديهما يليق باصحاب التجارب(١٢) وهي ان يبدأ بقراءة قاطيطرون ، وتفسيره حانوت الطبيب ، ثم نثني بعده كتاب الكسر والرض ، ثم كتاب الجبر ، ثم كتاب الخراجات ، ثم سائر الكتب العلمية على ترتيب ما ينبغي ان يقرأه شيئا بعد شيء .

فاذا فرغت الكتب العملية ، يبدأ بعدها بكتاب طبيعة الانسان . وترتيب القراءة فيها على ما ينبغي .

والترتيب الاخر يليق برأى اصحاب القياس : وهو ان يبدأ بقراءة كتاب طبيعة
٢ الانسان ثم يوالي القراءة على ما ذكرت ويحفظ ظاهر كتاب الفصول ، وكتاب تقدمة المعرفة فاذا فرغت كتب علم هذه الصناعة يبدىء بقراءة كتاب قاطيطرون وما بعده على حسب ما يوجبه العمل .

١٢ – Empiriques . والمعلوم انه كان ثمة ثلاث مدارس طبية يونانية :
اصحاب القياس Dogmatistes – الذين يعتمدون على الملاحظة والمنطق .
واصحاب الحيل Méthodistes الذين يعتمدون على مقارعة المرض باية طريقة كانت اشفائه واهمهم طاليس Thessalus ، واصحاب التجارب – الذين كانوا يعتمدون على نتائج التجربة العملية العلاجية .

الباب الثاني

في تعريـــــف ابـــــــقراط[١٣]

ويقال ان معنى هذا الاسم : ماسك الفرس .

قالوا : انه اتفق لرجل كان شديد القوة انه ضرب بيد الواحدة الى رأس او عنق فرس هايج ، وضرب بيد الاخرى الى اصل ذنبه ، فمسكه قائما لا يقدر يتحرك . فتعجب الناس من شدته وسموه بقراطيس اي ماسك الفرس واشتهر هذا الاسم في اليونانيين ، فضرب به المثل لكل من كان من الناس شديد القوة ، الى ان صار اليونانيين يسمون ابنأهم كما نحن نسمي ابنائنا اسد وصاعد نحو ذلك الى يومنا هذا .

والمشهور هذا الاسم مـــن علمـــاء اليونانيين خمسة رجال : احدهم ذكره ارسطوطاليس[١٤] في المقالة الاولى من السماع الطبيعي ، وفي غيرها اعاد ذكره على انه رجل مهندس ظن انه وجد مربع الدائرة . فان هذه المسألة مختلف فيها الى يومنا هذا بين المهندسين. والاربعة الباقون اطباء ذكرهم جالينوس في تفاسير كتب ابقراط فقال في مقالته في المولود لسبعة اشهر : لقد اختلف المفسّرون لكتب الفاضل ابقراط . منهم من قال : ان جميع هذه الكتب وضعها ابقراط واحد ، ومنهم من قال : انها ليست لواحد . وذلك ان القوم الذين كانوا يسمّون بهذا الاسم ، اعني ابقراط ، اربعة نفر يتلو بعضهم بعضا واولهم : بقراط ابن اغنوسيديقس والثاني : بقراط بن ايراقليدس ، والثالث : بقراط بن باساكوس[١٥] ، والرابع : بقراط ابو دراقن ولجميعهم كتب .

وقال في تفسيره المقالة الثانية من كتاب طبيعة الانسان : بقراط الكبير له ولدان احدهما تاسالس[١٦] ، ، والاخر دراقن . ولكل منهما ولد سماه بقراط .

قال علي : وعرف جالينوس ذلك في مواضع أخر من كتبه . وقال : ان تاستالس بن بقراط كان من المتقدمين في صناعة الطب . لكنه لم يخلف اباه بقراط في التعليم بمدينته .

١٣ – ويسمى ايضا بقراط ويلقب بالكبير والحكيم والفاضل والالهي وابي الطب توفي حوالي عام ٣٥٧ ق . م .
١٤ – ويكتب ايضا ارسطو فيلسوف يوناني شهير (٣٨٤ – ٣٢٢ ق . م) .
١٥ – لعلها – تاسالوس
١٦ – في الاصل – تاستالوس

لكن صَحِبَ ارسالاوس الملك والذي خلف بقراط في التعليم تلميذه فولوبس ، وذلك ان بقراط بن ايراقليدس كان له جماعة من التلاميذ وولداه تاسايس(١٧) ودراقن ، ولم يخلفه في التعليم سوى تلميذ فولوبس ، وذكر ان المقالة الثالثة من كتاب طبيعة الانسان التي هي حفظ الصحة لفولوبس(١٨) ، وان المقالة الثانية من كتاب ابيذيميا لتاسالس(١٩) وان قوما نسبوا كتاب المولودين لثمانية اشهر الى فولوبس . وبالجملة فليس ما وضعه هاؤلاي الرجال السبعة الاربعة المسمون ببقراط ، والثلاثة ثاسالس(٢٠) ودراقن الى بقراط بن اراقليدس لان هو الذي خرج له الاسم وكان افضل القوم ، وافضل جميع من كان في عصره ، ومن تقدمه ومن تأخر الى يومنا هذا من الاطباء .

فلذلك سمي بقراط الكبير وشاع اسمه في الدنيا في حياته ، وبعد وفاته الى ابد الابدين ، ما دام الناس موجودين . ولقد بلغ من امره في حياته ان ملك الفرس المسما بملك الملوك ارطحشئت (٢١) بذل (٢٢) له مائة قنطار ذهب ، والهبات العظيمة (٢٣) ، وحرائر فاخرة على ان يسير اليه ويخدمه بالطب فما فعل ولا اجابه . وبذل له اهل ابديرا (٢٤) عشر قناطير ذهب على علاج حكيمهم دمقراط(٢٥) لما ظنوا انه يغير عقله ، فرد المال ومن عليهم وسار اليه معهم ، فلما شاهد دمقراط علم انه صحيح ، وانه لما اشتغل بالعلم عن تدبير مدينتهم ظنوا انه قد تغير عقله ، فاعلمهم بقراط انه صحيح وانه آثر الانفراد والخلوة بالنظر والفلسفة والسكون عن تدبير المدينة . وانصرف عنهم الى مدينته قو . ولأبقراط اخبار كثيرة ، وعجايب جدا ، تدل على فضيلة عظيمة ، وشرف عظيم . وانا اثبت وضع بقراط في المعمورة ، ووضع مدن الحكما المشهورين بالحكمة الصحيحة ، فان بطلميوس(٢٦) صحح وضع هذه المدائن في كتابه في صورة المعمورة من الارض فمنها قو مدينة ابقراط : فطولها مد درجة ، وعرضها كـــر درجة . واما فرغاس مدينة

١٧ – في الاصل – تاستالس
١٨ – في الاصل – لولوبس
١٩ – في الاصل – لتاسالس
٢٠ – في الاصل – تاسالس
٢١ – في الاصل – اذ طحســت والاغلب انه ازدشير والافضل اردشير وجاء في العيون ان ابقراط كان في عهد " بهمن بن ازدشير "
٢٢ – في الاصل – ابذل
٢٣ – في الاصل – عظيمة .
٢٤ – جزيرة يونانية صغيرة اشتهر اهلها بخفة العقل .
٢٥ – اوديمقراطيس وهو فيلسوف تلميذ ارسطو وعاش في حدود عام ٤٥٩ ق . م .
٢٦ – ويسمى ايضا بطلماوس وبطليموس وابطليميوس وبطلميوس (٢٨٥ – ٢٤٦ ق . م .).

جالينوس : فطولها دله وعرضها مآر واما اثينا مدينة الحكماء ، وهي مدينة سقراط[٢٧] وافلاطون[٢٨] : فطولها يب م وعرضها لذك . فجميع هاؤلاي في الاقليم الرابع وفي النصف الغربي من المعمور قريب من منتهاه الى جهة المشرق المحاور لاشياء وذلك ان الحكمة نقلها من مصر بالس الملطي[٢٩] ، وفيثاغورس[٣٠] الى اليونانيين . لانهما سافرا الى مصر وتعلما من حكمائها وسارا الى اليونانيين فاظهرا ما تعلماه من اهل مصر ، لان مصر كانت في القديم دار الحكمة والعلم ، وهذه الحكاية يشهد بصحتها كتاب التوراة ، وقد كتبها فلاطن وارسطوطاليس في كتبهما ، ودونها فرفوريوس وغيره ممن عني يكتب تواريخ الحكماء من الفلاسفة والاطباء ، وذكر جالينوس في كتبه ان الطب اقتصر عليه اسقلبيوس[٣١] . واسقلبيوس مختلف فيه فطائفة زعمت انه ملك بعثه الله عز وجل فعلّم اهل هذا البحث صناعة الطب فسمي على عادة القدماء في تسمية المعلم اباً للمتعلم . وطائفة زعمت انه رجل اوحي اليه الطب واستخرج هو ايضا من تلقاء نفسه ، واليه تكسب الاطباء في سالف الدهر ، وذلك ان الطب كان اولا بجزيرة رودس[٣٢] اخـذه اهلها عن حكماء المصريين ثم انتقل الى اهل هـذا البيت بجزيرة قنيدس[٣٣] ، ثم انتقل الى جزيرة قو[٣٤] .

اما جزيرة رودس فطولها ع ر وعرضها لـو ، واما جزيرة قنيدس فطولها لويه وعرضها لو ، واما جزيرة قو فطولها ع مر وعرضها فيما سلف .

وكان الطب في هذا البيت يتعلمه الولد من ابيه وجده فقط ، ولا يمكن غريب تعليمه الى ان نشأ ابقراط بن ابراقليدس المشهور بالفضيلة ، فخاف على الطب ان يبيد ويفسد . فشرط شروطا انت تقف عليها من كتاب الناموس والوصية والعهد على المعلم

٢٧ – اسقراطيس فيلسوف يوناني حكم عليه الموت بالسم .
٢٨ – في الاصل – فلاطون . وهو الفيلسوف اليوناني المثالي (٤٤٧ – ٣٤٧ ق . م) .
٢٩ – بولس الاغنيطي او القوابلي – احد اطباء مدرسة الاسكندرية
٣٠ – Pythagore حكيم يوناني . زار مصر وبابل والشام . ويعزى اليه تقويم الحساب المعروف بجدول فيثاغورس في الضرب . توفي في جزيرة ساموس (حوالي عام ٢٠٠ ق . م) .
٣١ – يسمى ايضا اسفيلبيوس واسقليبيازيس .
٣٢ – Rodos ٣٣ – Cnidos ٣٤ – Cos

والمتعلم . فمن الزم نفسه تلك الشروط وكانت فيه ، اباحة التعليم ، كان من نسله او من غير نسله . وكان تلميذه فولوبس افضل تلاميذه ولم يزل الطب ينتقل من واحد الى واحد الى ان انتهائه الى جالينوس ، وليس هو من نسل اسقليبوس ، فزيف جالينوس (٣٥) الاقاويل الفاسدة وبهرج الاراء الكاذبة الردية وهذب صناعة الطب فيما وضعه من التفاسير لكتب ابقراط ، ومن كتبه وعرف في تفاسير وكتب ابقراط الاقاويل المدلسه عليه التي دلستها الناس السوء على انها يسيرة جدا بالقياس الى ما في هذه الاراء الصحيحة التي اخفي فيها ذلك التدليس ، فاذا كان كذلك لا فائدة محددة في كتب غير بقراط وجالينوس سوى الكتب التي نص عليها مثل كتاب ديسقوريدس(٣٦) في الادوية المفردة ، ومـــا سوى لا ينتفع به وضار لا محالة بالمتعلمين . اذ كان لا يمكن علاج مرض حتى يعرف اوقاته الكلية والجزئية فيعطى في كل واحد منها ما ينبغي ، وهذا لا يمكن الا ان يفهم كتاب الفصول ، وكتاب تقدمة المعرفة ، وكتاب البحران ، وحيلة البرء .

واذ قد ذكرنا مدائن الحكماء ، وانا نزيد في تعريف بقراط بمعرفة تاريخه وتاريخ كل واحد من الحكماء المشهورين بالفضيلة فاقول : ان جالينوس يقول في غير موضع من كتبه انه كان على عهد ادريانوس الملك وانه تخصص بخدمة انطونيس وهو الذي ملك بعد وفاة ادريانوس. وقد بلغني في ذلك حكاية حكاها في كتابه المعروف بالادوية (المقابلة) (٣٧) للأدواء نحو ثلثي المقالة الاولى بأن جالينوس اتى لما اتخذت الترياق لانطونيس الملك رأيت اواني عنده مملوه دار صيني(٣٨) بعضها خزن عـــلى عهد طراباويوس وبعضها على عهد ادريانوس ، ورأيت جميع اصناف الدار صيني التي جذبتها واحد يفضل كل منها على صاحبه في القوة والضعف والطعم والرائحة بحسب تقادمه في الزمان الاول من

٣٥ – نستغرب مثل هذه الصفات ان ينسبها علي بن رضوان الى جالينوس . لان علي مثل الرازي والكثيرين من الاطباء العرب يتحدثون عن بقراط ولكنهم لا يقرأون ويستشهدون الا بكتب جالينوس . ولقد فسر وشرح ابن رضوان ستة كتب لجالينوس . وخلال كل ما قرأناه من كتب ابن رضوان نجده تلميذا متحمسا جداً له .

٣٦ – ويسمى ايضا دياسقوريدوس ويلقب بصاحب النفس الزكية والسائح والحكيم الحشائشي والعين زربي عاش في القرن الاول والثاني بعد الميلاد . وله كتاب الحشائش الشهير .

٣٧ – غير مفهومة .

٣٨ – Cinnamomum Zeylanieum وهو نبات يشبه القرفه (انظر احياء التذكرة – رمزي مفتاح) – القاهرة ١٩٥٣ – ص : ٢٩٢ – وكتاب المفردات لابن البيطار (– بولاق – ص ٨٧) .

اصناف الدار صيني فاتخذت منه معجونا لمرقس الملك المسمى انطونيس فوجدت ذلك المعجون افضل من سائر المعجونات ، حتى ان الملك لما ذاقه لم يدعه مدة من الزمان ، كما يفعل سائر المعاجين الى ان يستحكم(٣٩) ، لكنه استعمله على المكان(٤٠) من غير ان تنزله شهرين . فلمـــا ورث الملك بعد فورمودس الذي لم يعن لا بالترياق ولا بالدار صيني ، ضاع ما كان معي من تلك الشجرة ، وكلما جلب من الدار صيني بعد اندرانوس حتى ان ملكنا سورس امر ان يتخذ له الترياق على ما كان يتخذ لانطونيس، فاضطررت ان اختار لعمله من الدار صيني ، فبينت من ذلك الترياق بيانا واضحا انه اضعف على انه، لم يكن مضى على الدار صيني ثلثون سنة كاملة .

قال عـــلي : وبطلميوس في كتاب المجسطي(٤١) انه رصد ثلاث كسوفات قمرية باسكندرية في عقر ادريانوس الملك ويقول في المقالة الثالثة : ورصدنا نحن ٣ و الاستواء الحريفي بغاية الاحتياط والتحرز من الخطأ في السنة الثالثة لانطونيس وهي سنة اربعماية وثلثة وستين من وفاة الاسكندر .

قال علي : فجالينوس إذاً معاصر بطلميوس ، وعدت الى جداول سني الملوك فوجدت بين وفاة الاسكندر وبين اول ملك انطونيس الذي اسمه مرقس اربع ماية وستين سنة ، فهذا تاريخ صحيح لا شبهة فيه ، وان ارسطوطاليس معاصر للاسكندر . وان فلاطن معلم ارسطوطاليس ، وان سقراط معلم فلاطن وجالينوس ، يقول بلفظه في اخر المقالة الاولى من تفسيره لكتاب طبيعة الانسان ، لما استشهد فلاطن الفيلسوف انه اخذ عن بقراط قال فلاطن: كان قريب العهد بتلامذة بقراط ، وفي جداول تاريخ الملوك ملك الفرس المعاصر لافلاطن كان المسمى ارسيس آخوس وبين هـــذا الملك وبين وفاة ارطخششت الذي كان معاصر بقراط ماية واربع سنين ، فبين اذن ان سقراط لقي (تلميذ) (٤٢) بقراط سمافولوبوس وتعلم منه ، ولذلك القى على فلاطن ما ذكره من كلام ابقراط في طبيعة الانسان واستحسن طريقة ، فسلكها في معرفة طبيعة النفس ، فاذن بين وفاة ارطخششت الذي كان بقراط معاصره ومن قبل الاسكندر له من السنين ماية

٣٩ – اي – حتى ينضج
٤٠ – اي – فورا .
٤١ – Almagest
٤٢ – في الاصل – تلاميذ .

واحدى وعشرون سنة الى ان توفي الاسكندر سنة ست عشر سنة ، فجمع ذلك ماية وسبعه وثلثون سنة ، واذا اضيف اليه ما بين رصد بطلميوس وبين وفاة الاسكندر كان ما بين بقراط وجالينوس من السنين خمس ماية وسبعة وثلثون سنة . واذا قابلنا ما استخرجنا من هذا الحساب ما ذكره يحيى النخوي في تاريخه وتفسيره كان للادوية المقابلة للادواء ، وجدنا يحيى النحوي[٤٣] يقول : مـــن زمن وفاة بقراط الى ظهور جالينوس ستماية وخمس وستون سنة وان بقراط عاش خمسة وسبعين سنة ، وجالينوس عاش سبعة وثمانون سنة منها صبيا ومتعلما سبع عشر سنة ، وعالما ومعلما سبعون سنة .

قال علي : فالخلف اذن بين التاريخين سبعة وسبعون سنة فان كان ابقراط توفي في عصر ارطخسست اربعة وعشرون سنة ولذلك ان كان ما ذكره يحيى هو الذي علمناه جالينوس صح قوله وان لم يكن كذلك فقد عرض له سهو في التاريخ اصح واوفق ، لانا اخذناه من قبل بطلميوس وبجدول تاريخ الملوك وليس في ذلك شبهة ولا شك وهو ان بين جالينوس ، وبين بقراط ستماية سنة فقط ، واذا حسبنا ما بيننا وبين كل واحد منهما وجدنا تاريخ الاسكندر الى وقتنا هذا ، وهو سنة ست وثلثين واربع للهجرة ، الف وثلثماية واثنين وستين سنة تامة زدنا عليها ماية وسبعة وعشرين سنة بين وفاة ارطخسست وبين وفاة الاسكندر فيكون ما بيننا وبين ابقراط الف واربعماية وتسعة وثمانون سنة ، واذا نقّصنا من تاريخ الاسكندر الاربعماية والثلاث والستين سنة ، كان بيننا وبين جالينوس تسع ماية سنة بعشرات سنين واحاد لان جالينوس يقول في كتابه في فهرست كتبه ان انطليوس اشخصه معه من بلده اليه وقد جاوز سبعة وثلثون سنة بمقدار قليل قد يمكن تصحيحه فقد تبين بما ذكرت ان منه هاؤلاي الحكماء .

فلنعود الان الى غرضنا في هذه المقالة وهو ان نبين كيفية التطرق بالطب الى السعادة .

٤٣ — Jean le Grammairien — احد علماء مدرسة الاسكندرية ، عاصر الفتح العربي . وهو احد الذين شاركوا في انتقاء ووضع الكتب الستة عشر لجالينوس .

الباب الثالث

في التطرق بالطب الى السعادة

قال علي : قد بينا فيما سلف ان صناعة الطب يمكن ان تتعلم في ثلاث سنين ، وانه لا حاجة بالطبيب الى غير كتب بقراط وجالينوس وكتاب دياسقوريدس ولذلك اقول : ان التشاغل بغير هذه الكتب كما قال بعض الناس دار حمى للاشقياء المحرومين المكدودين الذين لهم الى الخير المحض سبيل فيعدوه وقد تبين ان الطبيب يمكنه ان يفعل الخير ويصطنع المعروف الى الناس في حفظ صحة ابدانهم وشفـاء امراضهم حـتى يقوموا الى اشغالهم .

وقد قال جالينوس في آخر المقالة الاولى من حيلة البرء : وينبغي لنا ان ننافس ونباهي الملائكة في فعل الخير فانه لا شيء اقبح ولا اشنع من ان يقدر على فعل الخير فيتوانا عنه ويطرحه . وحكا عن اوديموس في مقالته في تعرف الانسان عيوب نفسه : يا لك من امر ما اقبحه وازدراه ان تعرف الخير ولا تعمل به ، وقال ارسطوطاليس : ليس التواني عن العناية بالخير شر . وكان الاسكندر يقول : مما اجدته عن معلمي ارسطوطاليس اني لا اعد ملكي يوما لم افعل فيه خيراً ولم احسن فيه الى انسان ، وظاهر ان الطبيب الماهر اذا قصد الاحسان الى الناس فلا بد ان يحصل له منهم ما يكفيه في الضرورة وزيادة عليه .

قال بقراط : انه ليس في الدنيا شيء يفي باجرة الطبيب اذا كانت الصحة لا عيش الا بها ، ولا يتم شيء من الافعال الا بها ، والخلاص من المرض انما هو الخلاص من الموت ، فلذلك لا يفي شيء وان كثر باجرة الطبيب ، لكن اجره على الله عز وجل ، وما حصل له فينبغي ان يكون على وجه الهدية والصلة ، فاما غير ذلك واذا كان يمكنك فمن البين ان الطبيب يتوصل الى الكفاية في الضرورى ، والى الاحسان الى الناس وفعل الخير . ولما اجتمع بقراط مع دمقراط في ابديرا المدينة ضحك دمقراط ضحكا افرط فيه فسأله بقراط عن السبب المضحك له فقال دمقراط بهذا اللفظ : اخرجني يا بقراط الى الضحك طول التعجب مما ارى عليه امور الناس واحوالهم التي انا اشرحها لك لانهم

يفنون اعمارهم فيما لا يعود عليهم بمنفعة زمانهم مما يجب ان يهتزأ به ويضحك منه فمنهم من يجول اقطار الارض ويتعب نفسه ويشقيها ويذلّها حرصاً على اقتناء الذهب والفضة فاذا حصلا له مات وتركهما ، ولم ينتفع منهما بشيء . ومنهم من يشتري الخيل والدواب والضياع والارضين الواسعة ويعمرها ويغرس فيها الاشجار ويجعلها ملكا خاصا له وهو لا يقدر يملك نفسه ، ما هذا الحرص الفارغ الذي لا فرق بينه وبين الكبنون ، اذا افادوا المال زاد واشترى الارضين واذا اشتروها باعوا غلاّتها وثمارها وجمعوا مالها . فكم في السرة يتقلبون ، اذا لم يكن لهم ثروة تأسفوا واغتمّوا ، واذا اثروا ستروا مالهم وغطوه ، وخافوا وقوع الحيلة عليهم فيه . ، قد شقيت نجوتهم ، وتخطوا نواميس الحق لمحبتهم للمعاملة فبعضهم يعادي بعضا ، وفيهم من يقاتل اخوانه واولاد بيته ، وبني مدينته بسبب اغراض الدنيا التي اذا مات نزلها ولم يكن مالكا لها ، فلم اعزل يا بقراط على ضحكي الا ترى ان السكارى اذا اختلطت عقولهم ، ضحك عليهم ، والعشاق تضحك منهم وليس بهم من المرض اكثر مما وصفناه . فالرؤساء يقولون الحظ والسعادة للعامة ، والعامة تشتهي الرياسة والمدبر للمدينة ان الصناع بايديهم اسعد واحمد عاقبة ، والصناع يغبطون المدبر للمدينة .

قال ابقراط : قلت الحق يا دمقراط واقسم بالله انك لسعيد لما ربحت من هذا السلوان (٤٤) .

قال علي : وقد بيّن ارسطوطاليس ان السعادة هي الحياة بالعقل وان العمر الطيب(٤٥) اللذيذ هو العمر مع العقل ، اذ ليس احد يختار الحياة وعقله عقل صبي . ومن عقول الصبيان التماس الشهوات البهيمية . وبين ايضا فيما بعد الطبيعة ان التمتع بالشهوات وبلوغ الاماني منها انما هي ادراكات ملذة . ومن كان حظه من هـذه الادراكات ٤ و
الملذة اكثر ، كان مغبوطا بما له اكثر ولذلك يكون ان من كان اكثر ادراكا للامور العظيمة ، فهو اوفر سعادة واكثر حظا ولذلك صار الحيوان افضل من النبات وذلك انه اكثر ادراكا من قبل انه حيوان حكيم له يدان يبطش بهما وعقل يفكر فيه ويتروّى ويتعلم ، ويستعمل الكلام ، والمخاطبات ، ويجد اصناف الاطعمة اللذيذة ، والنبات

٤٤ – في الاصل – السلسون
٤٥ – في الاصل – الطيبب .

الرفيعة والنعم الحسنة ، والالوان المنوعة (٤٦) ويلتذ بما يشاهد من رؤية السماء بالكواكب ورؤية الارض بالمياه والانهار ، ومطبوع على حب الرياسة وتتوق نفسه الى معرفة اسباب ما يشاهد من الاشياء ومكمل بما ادرك من ذلك . ويتوق غيره بحسب ما يفضل عليه في الادراك ويصير افضل منه ، وهو ممن عرف عنايته الى الريادة في الفهم والمعرفة ، وان كان افضل ممن لم يتزايد يظن ان حظه من امور الدنيا اقل من حظ غيره من على (. . . .) (٤٧) بهـــا وذلك لثلاثة اوجه احدها ان فضائل الا بادخار(٤٨) جياد للابناء والثاني البحث الحادث عـــن عطايا النجوم في المواليد ، والثالث ان يعرض لمـــن انصرف الى النظر في اللذة بما يدركه من كبر النفس ، ما يشغله عن الاكتساب . والخضوع الى من هو دونه في الفهم . وحل هذا الشك سهل لانه لا يفوته وجود الضروري والحظوظ مراد للادراكات اللذيذة ، ولا شيء من الادراكات اللذيذة ولا اجلّ ولا افضل من ادراكات النظر الفلسفي ، وكلما كان ادراك الانسان افضل واسعد على الحقيقة . وافضل الادراكات واوفقها يقينا وصحة هي الادراكات الفلسفية اعني النظر في الحكمة واستعمال العدل والسخاء والعفة في نفقات المال . فاذن : السعادة الانسانية على اليقين والصحة هي التفلسف علما وعملا ولقد رأينا من على ذلك الطبيب اذا انصرف بعض يومه في رياضة بدنه في اعمال الطب وصرف ما في يومه في العمل الصالح والفكر في ملكوت السماوات والارض ، وعبد الله واطاع العقل وذلك ما اردنا بيانه .

تمت مقالة علي بن رضوان في التطرق بالطب الى السعادة . والحمد لله وصلى الله على سيدنا محمد واله اجمعين . نقلت ذلك جميعه من نسخة دقيقة الخط الى غاية ما يكون ما يعرف منه اول الحرف من اخر الا بفتح من الله سبحانه وتعالى ، بعبارات غريبة بعيدة عن القصد والتحير في اختصارها او اصلاحها ، ولطف الله جل وعلا بحسب ما امكن من القدرة . ونرجو من كرم الله تصحيحها ان شاء الله تعالى وهو حسبنا ونعم الوكيل . نقل عبيد الله سلمان ابن الاسعد المتطبب عفا الله عنهما . في شهور سنة نور عشر وثمان ماية(٤٩) ، احسن الله عاقبتها .

٤٦ – في الاصل – الموقعة ٤٧ – كلمة غير مقروءة ٤٨ – في الاصل – بادخاير .
٤٩ – ١٤٠٧ م .

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

مسألة هندسية وحسابية
لشرف الدين الطوسي

رشدي راشد

لقد بيّنا في دراسات سابقة أهمية أعمال شرف الدين الطوسي الرياضية ، وهذه الأعمال هي :

١ – كتابه « في المعادلات » الذي يمثل خطوة أساسية في تاريخ الجبر ونجد فيه بذور ما سيسمى من بعد بالهندسة التحليلية .

٢ – رسالته « في الخطين اللذين يقربان ولا يلتقيان » ، وهذه الرسالة هي أحد أشكال الكتاب السابق ومن ثم لا يمكن اعتبارها كعمل منفصل .

٣ – جواب على سؤال سأله أمير المدرسة النظامية ببغداد ، وهذه الرسالة هي موضوع مقالنا هذا وهي آخر عمل رياضي نعرفه لشرف الدين الطوسي وموضوعها : قسمة مربع معلوم إلى مستطيل وثلاثة منحرفات على نسبة معلومة .

فمن البين إذاً أن هذه الرسالة تهدف إلى بناء شكل هندسي يحقق علاقات عددية معينة بالمسطرة والبرجل ، واتبع الطوسي فيها طريق التركيب مخافة التطويل ، ولكن هذا الطريق وحده لا يفسر لنا اختيار الطوسي للقيم العددية المتعددة ولا للأبنية التي يقوم بها لتسلسل عرض تلك الأبنية . فإذا رجعنا إلى مفاهيم الطوسي ووسائله كما نعرفها من

كتابه « في المعادلات » لادراك وتحديد التحليل المستتر وراء التركيب يلزمنا افتراض ترجمتين : الأولى ترجمة جبرية للمسألة الهندسية تنتهي الى معادلة جبرية ، الثانية ترجمة هندسية للمسألة الجبرية هدفها الرد على السؤال المفروض بالبناء الهندسي . وهاتان الترجمتان تعبران عن علاقات جديدة بين الجبر والهندسة وعن تصور مختلف للمشكلة التقليدية أعني مشكلة التحليل والتركيب منذ كتاب عمر الخيام في الجبر والمقابلة ورسالته في قسمة ربع دائرة على شروط مفروضة . ومن الجدير بالملاحظة أن الجبريين لا يهملون الوصول الى نتائج حسابية محددة ، كما يشهد بذلك رسالة الخيام ورسالة الطوسي التي نحن بصددها .

فأهمية مسألة الطوسي تعود إلى طريقة الحل وعما تعبر عنه من تصور للعلاقات التي ذكرناها ولا ترجع الى صعوبة المسألة ولا إلى ندرة هذا النوع من المسائل ، فمن المعروف أن هذا النوع لم يكن نادراً قبل الخيام والطوسي من بعده بل قد توصل الرياضيون إلى حلول مسائل أكثر صعوبة أي تلك التي لا يمكن عملها بالمسطرة والبرجل كتقسيم الزاوية إلى ثلاثة أقسام متساوية وغيرها من المسائل الهندسية التي تستلزم قطوع المخروطات .



ملاحظات حول كتاب المفروضات لأقاطن

دولد - سامبلونيوس

لقد عالجت المؤلفة رسالة المفروضات لأقاطن بالتفصيل في أطروحتها للدكتوراه (أمستردام — ١٩٧٧) . وهي موجودة في نسختين تعودان للقرن الثالث عشر . احداهما والتي تحمل عنوان كتاب المفروضات لأقاطن موجودة في مخطوطة أيا صوفيا رقم ٤٨٣٠,٥ في استانبول (٨٩ ظ — ١٠٢ ظ) . وتتألف من ٤٣ فرضية في الهندسة المستوية . وهناك ١٩ فرضية من النصف الأول تشكل رسالة منفصلة تحت عنوان كتاب أرشميدس في الأصول الهندسية . وهي موجودة في مخطوطة بانكيبور رقم ٢٤٦٨,٢٩ (١٤١ و — ١٤٤ ظ) . وقد نشر مكتب المنشورات الشرقية العثمانية (حيدر أباد — دكن ١٩٤٧) نسخة عربية لهذه المخطوطة مع مخطوطة بانكيبور رقم ٢٤٦٨,٢٨ (١٣٤ ظ — ١٤١ و

كتاب أرشميدس في الدوائر المتماسة) . وقد تم ذكر أسباب قبول عنوان كتاب المفروضات وأقاطن مؤلفاً له في الفصل الثاني من الأطروحة .

وقد أضيف لعنوان مخطوطة بانكيبور ما يلي : « ترجم ثابت بن قرة الرسالة من اللغة اليونانية إلى اللغة العربية » . وسنعتمد على الحدس والتوقع في معرفة العنوان اليوناني الأصلي للرسالة والأسم الذي كان يُطلق على أقاطن في اليونانية . إن فعل فرض ربما يقابل في اليونانيـة فعل (ὑποτίθεσθαι) أو بمعنى خـاص يمكن أن يقابـل (συγχωρέω) وعلى هـذا الأساس فـإن كلمة مفروضات هي ترجمـة لكلمة (συγχωρήσεις) أو كما في الحالة السابقة (ὑποθέσεις) . وليس للمؤلف علـم بوجود أيـة إشارة إلى رسالة يونانية تحمل أياً من العنوانين . وفي حالة اسم المؤلف فقد أقترح الفارسية (بهلوية) كواسطة بين الاسم اليوناني والاسم العربي . وبهذا يمكننا الوصول إلى الأسم اليوناني الأكثر شيوعاً (Ἀγάθων) . ولكنه لم يتم ذكر أي رياضي بهذا الاسم .

وتتضمن الرسالة (الأطروحة – الفصل الثالث) فرضيات جديرة بالاهتمام ، لكن دون وجود نظريات ذات شأن كبير . وتعالج بعض الفرضيات الخواص الأساسية للمثلثات وبعضها يدخل في نطاق علم المثلثات والأخرى تتصل بعلم البصريات . ومن خلال دراسة العلاقة بين رسالتنا ومجموعات ببوس فإنه ربما كان أقاطن أحد معاصري ببوس . ويمكن ملاحظة تأثيرات مختلفة على الرسالة (الاطروحة – الفصل الرابع) . والمكان الوحيد الذي له علاقة مباشرة بالرضيات العربيةهو في رسالة ابن الهيثم «في خواص المثلث من جهة العمود » . وفيها يبرهن ابن الهيثم على تقابل الفرضيات ٨ – ١٠ « إن مجموع الأعمدة في مثلث متساوي الأضلاع مرسوم من نقطة داخلية إلى الأضلاع الثلاثة يساوي ارتفاع المثلث » . فهو يبرهن على ذلك أولاً في حالة مثلث متساوي الساقين وثانياً في حالة مثلث متساوي الأضلاع . وعلى أية حال إن هذا التعميم ليس صحيحاً . ولا زالت رسالة أقاطن تحتفظ بقيمتها وأهميتها بالنسبة لعلماء الرياضيات العرب في القرن الثالث عشر كما هو واضح من الملاحظات الهامشية العديدة .



كناش في الطب العربي من القرون الوسطى : كتاب المئة لأبي سهل المسيحي

غادة الكرمي

ألّفت في اللغة العربية كتب طبية شاملة وعديدة بعد عام ٢٠٠ للهجرة . وكانت هذه الكتب تعرف باسم « كُنّاشات » . ويشير هذا الاسم إلى نوع معين من الكتب الطبية التي كانت تتضمن جميع المعلومات الاساسية بشكل مختصر حول الممارسات والنظريات الطبية في ذلك الوقت . وكلمة « كُنّاش » ليست عربية بل هي مشتقة من الكلمة السريانية « كُنّاشه » وتعني مجموعة . وأصبح « الكُنّاش » على مرّ الزمن أكثر الكتب انتشاراً التي كان يستخدمها الطبيب وطالب الطب على حد سواء .

ان « كتاب المئة » لأبي سهل المسيحي كناش نموذجي يعود للقرن الرابع . والمسيحي طبيب عاش في بلاد الفرس وقد قيل إنه أحد معلمي ابن سينا . توفي أبو سهل حوالي ٤٠١ — ١٠١٠ ، وقد ألف كتباً عديدة في الطب والمنطق والفلسفة . ولكن أشهر كتبه هو « كتاب المئة » . ولا يزال هذا الكتاب موجوداً فيما لا يقل عن ٢٩ مخطوطة تم نسخها في فترة امتدت منذ القرن الخامس حتى أواخر القرن الماضي . وكان كُنّاش المسيحي يتمتع بقيمة عظيمة أيام ظهوره وفيما بعد . ولكنه لم يترجم أبداً إلى اللغة اللاتينية في العصور الوسطى كما حدث لمؤلفات طبية عربية كثيرة .

يقدم هذا البحث نبذة عن حياة أبي سهل المسيحي ووصفاً لمحتويات كُنّاشه . وتورد المؤلفة مقتطفات من النص العربي مع ترجمة انكليزية لها . ولم يتم تحقيق هذا الكتاب حتى الآن . ومادة البحث مستقاة من مخطوطات لهذا الكتاب . وتتعرض المؤلفة لمكانة وأهمية هذا الكُنّاش وتبحث في الاسباب التي أدت الى عدم ترجمة هذا الكتاب الى اللغة اللاتينية خلال القرون الوسطى .



تقرير عن مخطوطة هامة للجزري

دونالد هيل

يصف هذا البحث مخطوطة رائعة من كتاب الجزري في الآلات . وقد نشر المؤلف ترجمة انكليزية لهذا الكتاب وستصدر قريباً نسخة عربية قام بتحقيقها الدكتور أحمد يوسف الحسن (معهد التراث العلمي العربي — حلب) . وكان يُعتقد سابقاً أن هذه المخطوطة قد تشتتت كلها ، بالرغم من أنه قد تم الإشارة إلى وجود عدد من الأشكال في مجموعات عامة وخاصة . على أن ٧٠ ٪ من المخطوطة الكاملة قد عرض للبيع من قبل شركة سوثبيز في لندن في الرابع من نيسان ١٩٧٨ واشترتها شركة سبينك في لندن أيضاً لقاء أكثر من ١٦٠,٠٠٠ جنيه استرليني . ويعبر المؤلف عن امتنانه لهاتين الشركتين لتعاونهما معه ولتزويده بصور فوتوغرافية ولسماحهما بنشر هذا البحث .

لقد كتبت المخطوطة على ورق مصقول سميك ، قياس كل صفحة ٢١٩ × ٣١٤ مم بخط نسخي جميل جداً . وتحوي كل صفحة ٢١ سطراً . ويشير حرد المتن (الكولوفون) الموجود في الصفحة الأخيرة إلى اسم الناسخ (فرخ بن عبد اللطيف) وإلى تاريخ هذه النسخة (٧١٥ هـ / ١٣١٥ م) . ويعتقد أنه قد تم اعداد هذه النسخة إما في سورية أو في مصر . وتأتي هذه النسخة في المرتبة الثالثة من حيث قدمها . وهي أجملها بالرغم من أنها ناقصة .

ويقدم البحث على شكل جداول تحليلاً كاملاً للمحتويات المتبقية من المخطوطة بمقارنتها مع المحتويات الكاملة المعروفة سابقاً من مخطوطات أخرى . ومن الأبواب الخمسين الأصلية هناك ١٤ باباً كاملاً مع الأشكال . ويوجد الآن ١٠٦½ أشكال صغيرة ورسوماً توضيحية من أصل ١٧٣ . ويوجد منها ١٩½ شكلاً رئيسياً . وقد تم نشر سبعة أشكال ملونة من المخطوطة في البحث المنشور في قسم الأبحاث الأجنبية من هذا العدد . وهي تتضمن فوارتين ورأس فوارة وآلة موسيقية آلية وثلاثة أشكال للمضخة المكبسية (ذات الاسطوانتين المتقابلتين) والمعروفة جداً للباحثين .



علم الفلك الاسلامي في اللغة السنسكريتية

دافيد بنجـــري

يقوم هذا البحث بدراسة انتشار علم الفلك الاسلامي في الهند عبر قرون عديدة . ويدرس أيضاً ردود الأفعال المختلفة للعلماء الهنود تجاه الطرق والنتائج التي مارسها زملاؤهم المسلمين . ويركز البحث بشكل خاص على قضية فشل هذا النقل في احداث تغيير هام في علم الفلك الهندي . ويرى المؤلف أن حلاً جزئياً لتلك القضية يكمن في عدم تفهم الهنود لمنهجية علم الفلك عند المسلمين .



الساعة الشمسية التي وجدت في جامع ابن طولون في القاهرة

دافيد كينج واويس جنان

إن آثار الساعة الشمسية الرائعة التي كانت قبل كسرها تزين جامع ابن طولون في القاهرة منذ سنة ٦٩٦ هجرية وتفيد زوار الجامع بالوقت الماضي من شروق الشمس والباقي إلى غروبها كما وكانت تبين لهم وقت ابتداء صلاة الظهر والعصر قد اختفت أثناء البحوث التي اجريت عليها على أيدي المستشرقين الفرنسيين المنتمين إلى بعثة نابليون في أوائل القرن التاسع عشر . ولحسن الحظ لم تختف الساعة إلا بعد أن رسمها أحد أعضاء البعثة رسماً دقيقاً . وقد بحث المؤلفان في هذا الرسم من جديد لكي يحللا الخطوط المختلفة التي توجد على وجه الساعة كما بحثا في الجداول التي استخدمها الفلكيون في العصر المملوكي ليخططوا ساعات من هذا النوع .



ثلاث ساعات شمسية من الاندلس

دافيد كينج

توجد في متاحف اسبانيا ثلاث ساعات شمسية يرجع عهدها الى العصر الاسلامي في الاندلس . وقد بحث المؤلف في رسومها المختلفة التي ترتبط بالساعات الزمانية من النهار وبوقتي صلاة الظهر والعصر . ومع أن إحدى هذه الساعات من صناعة أحد الفلكيين المشهورين من الاندلس في أواخر القرن الرابع الهجري الا أنه يوجد في تخطيطها بعض الأخطاء . اما الساعتان الأخريان فصناعتهما تقريبية وقد حاول المؤلف أن يكتشف طريقة رسمهما . ويظهر من البحث أن صناعة الساعات الشمسية في الاندلس لم تكن على مستوى صناعتها في الشرق الاسلامي كما امكننا تصوره من الرسائل المؤلفة في موضوع تخطيط الساعات في العصر العباسي .

المشاركون في العدد

عادل أنبوبا : يبحث في تاريخ الجبر والهندسة . درّس تاريخ العلوم عند العرب والرياضيات في الجامعة اللبنانية وفي الكلية الفرنسية للعلوم الاقتصادية في بيروت . تضم منشوراته دراسات عن الكرجي والشجاع بن أسلم والسموءل وآخرين من علماء الرياضيات العرب .

دافيد بنجري : أستاذ في قسم تاريخ الرياضيات بجامعة براون . يتقن استخدام المصادر السنسكريتية والعربية واللاتينية واليونانية . وله اهتمام خاص في تاريخ علم التنجيم .

جاري تي : محاضر في جامعة أوكلاند ، نيوزلندا ، قسم الرياضيات . يعمل بشكل أساسي في التحليل العددي والحساب بالإضافة إلى تاريخ العلوم .

لويس جنان : دكتور في الحقوق . تقاعد من عمله في بنوك عدد من الدول العربية . وهذا ما جعله يهتم بتاريخ العلوم عند العرب وبشكل خاص في نظرية الساعات الشمسية في العصرين الوسيط والحديث .

سامي حمارنه : باحث في المتحف القومي للتاريخ والتكنولوجيا ، معهد سميثسونيان ، واشنطن . مؤرخ في الطب والصيدلة عند العرب . له كتب ومقالات عديدة في هذا المجال منها : « أصل الصيدلة والعلاج في الشرق الأدنى » و « ابن القف الطبيب والمعالج والجرّاح » .

ايفون دولد — سامبلونيوس : تدرّس حالياً تاريخ الرياضيات عند العرب في جامعة هيدلبرغ . لها منشورات في تاريخ الهندسة عند العرب ، وتعمل الآن في كتاب المفروضات لثابت بن قره .

رشدي راشد : أستاذ بتاريخ العلوم في المركز القومي الفرنسي للبحوث الفرنسية للعلوم وبمعهد تاريخ العلوم بجامعة باريس ا . تتضمن منشوراته دراسات في تاريخ الجبر والهندسة .

سلمان قطايه : أستاذ أمراض الأذن والأنف والحنجرة في كلية الطب بجامعة حلب . له مؤلفات وأبحاث عدة في تاريخ الطب .

غادة الكرمي : طبيبة ومؤرخة في الطب العربي . تقوم الآن بدراسات وأبحاث في تاريخ الطب عند العرب في معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب .

ادوارد س. كنلدي : استاذ سابق في الجامعة الامريكية في بيروت واستاذ باحث حالياً في معهد التراث العلمي العربي بحلب. له ابحاث وكتب عديدة في تاريخ الفلك والرياضيات عند العرب والمسلمين.

دافيد كينج : يعنى بشكل أساسي في علم الفلك والرياضيات عند المسلمين في العصر الوسيط . يعمل الآن في مركز البحوث الأمريكي بالقاهرة . له منشورات عديدة في علم الميقات .

دونالد هيل : يزاول عمله كمهندس . ويبحث في تاريخ التكنولوجيا العربية . ترجم كتاب الجزري الى الانكليزية ويقوم حالياً باكمال تحقيق مخطوطات بني موسى .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ – تقديم نسختين من كل بحث أو مقال الى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الاسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات الى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ – ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكناً وإلا باللغة العربية .

٢ – طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار اليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضا . وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ – بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب – أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج – أما إذا أشير الى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة الى أرقام الصفحات.

أمثلة :

أ – المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب – عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية. مجلد ١، العدد الثاني : ١٩٧٧ ص ٧٣.

ج – المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

منشورات معهد التراث العلمي العربي

صـــــدر حديثـا النص العربي الـكامل لـكتاب الجـزري

الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل

تحقيق الدكتور أحمد يوسف الحسن

هذا الكتاب مرجع لا غنى عنه لمؤرخي التكنولوجيا والعلوم . انه النص العربي الكامل الذي يتجاوز ٥٠٠ صفحة والذي تم تحقيقه بالرجوع الى أفضل مخطوطات الكتاب المعروفة في الوقت الحاضر . وقد تم اعداد ورسم ١٧٥ رسما بعـد دراسة دقيقة وبشكل مطابق للرسوم الاصلية . ويبحث الـكتاب في مختلف أنواع الآلات الميكانيكية والهيدروليكية العربية التي تبين الابـداع العربي في مجال الهندسة الميكانيكية في القرن الثاني عشر/الثالث عشر الميلادي ويحتوي الكتاب على فهرس شامل للمصطلحات الفنية مع معجم للمصطلحات بالانكليزية والعربية ، مما يضفي على الكتاب قيمة كبيرة .

تحت رعاية السيد رئيس الجمهورية

الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب

٥ ـ ١٢ نيسان ١٩٧٩

التسجيل طوال ٤ نيسان

حلقات البحث :

١ ـ تاريخ الجبر العربي
٢ ـ مكانة الثقافة العلمية في الحضارة الاسلامية
٣ ـ انتقال العلم العربي الى الغرب اللاتيني

الجلسات العلمية :

الطب
الزراعة والحيوان
فلسفة العلوم وانتقالها
العلوم الدقيقة (رياضيات ـ فلك ـ تنجيم ـ فيزياء)
الكون ـ الكيمياء ـ المغناطيسية ـ علوم الارض
التكنولوجيا
أبحاث عامة في تاريخ العلوم العربية

★ ★ ★

توجه المراسلات الى :

الآنسة أمل رفاعي ـ مكتب الرئيس ـ جامعة حلب

حلب ـ الجمهورية العربية السورية

مطبوعات
معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب

آ ـ الكـتب :

١ ـ **أحمد يوسف الحسن** :تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر ١٩٧٦ ·
٨ دولارات

٢ ـ **جـلال شـوقي** : رياضيات بهاء الدين العاملي ٩٥٣ ـ ١٠٣١/هـ ١٥٤٧ ـ ١٦٢٢ م· ١٩٧٦ ·
٨ دولارات

٣ ـ **سلمان قطـاية** : مخطوطات الطب والصيدلة في المكتبات العامة بحلب ١٩٧٦ ·
١٠ دولارات

٤ ـ **ادوارد كندي وعماد غانم** : ابن الشاطر فلكي عربي من القرن الثامن الهجري/الرابع الميلادي ـ ١٩٧٦ ·
٦ دولارات

٥ ـ **ادوارد س · كندي** : أفراد المقال في أمر الظلال للبيروني ·
جزء (١) : الترجمة الانكليزية ·
جزء (٢) : التعليق والشرح (بالانـكليزية) ·
٢٥ دولاراً

٦ ـ **معهد التراث العلمي العربي** :أبحاث الندوة العالمية الاولى لتاريخ العلوم عند العرب (المنعقدة بجامعة حلب من ٥ ـ ١٢ نيسان ١٩٧٦)
الجزء الاول الابحاث باللغة العربية · ٢٥ دولارا
الجزء الثاني : الابحاث باللغات الاجنبية

أبحاث المؤتمر الثاني (١٩٧٧) والثالث (١٩٧٨) للجمعية السورية لتاريخ العلوم . (تحت الطبع)

ب ـ الدوريات :

١ ـ **مجلة تاريخ العلوم العربية** : دورية عالمية متخصصة تصدر مرتين كل عام · المجلد الاول (١٩٧٧) · المجلد الثاني (١٩٧٨) الاشتراك السنوي ٦ دولارات ·

٢ ـ **عاديات حلب** : حولية تبحث في تاريخ الحضـارة والآثار والعلوم : العـدد الاول (١٩٧٥) العدد الثاني (١٩٧٦) العدد الثالث (١٩٧٧) ٦ دولارات للعدد الواحد ·

٣ ـ **رسالة معهد التراث العلمي العربي** : نشرة دورية تصدر أربع مرات كل عـام ·الاشتراك السنوي ٤ دولارات بالبريد العادي ، ٥ دولارات بالبريد الجوي ·

كتاب ما الفارق

لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي

(٢٥١ – ٣١٣ – ٩٢٥ / ٨٦٥)

قام الدكتور سلمان قطاية بتحقيق هذا الكتاب عن ثلاث مخطوطات وهي الوحيدة المعروفة . والكتاب وثيقة متميزة لأنه يعالج قضية تشخيص الأمراض على شكل سؤال وجواب .

ويحتوي الكتاب على مقدمة وفهارس وجدول المحتويات . وتتضمن الفهارس معجماً بالمصطلحات الفنية القديمة والحديثة . يقع الكتاب في ٣٥٠ صفحة وفيه ٧ رسوم .

مجلة تاريخ العلوم العربية

فهرس المجلد الثاني

العدد الاول ، ص 1-230 العدد الثاني ، ص 231 - 450
— ١٩٧٨ —

Index to Vol. 2

Journal for the History of Arabic Science 1978

Pagination according to numbers:

No. 1, 1-230 No. 2, 231-450

Under the Patronage of the President of the Republic

The Second International Symposium for the History of Arabic Science

April 5 – 12, 1979

Registration all day April 4.

Seminars on *The Place of Science and Medicine in Medieval Islamic Civilisation*

The History of Arabic Algebra

The Transmission of Arabic Science to the Latin West

Section meetings on:

Medicine

Agriculture, Zoology

Transmission, Philosophy

Exact Sciences (Mathematics, Astronomy, Astrology, Physics)

Cosmology, Alchemy, Magnetism, Earth Sciences

Technology, Military Technology

General Topics

Correspondence to: Miss Amal Rifai
Office of the Rector
Aleppo University
Aleppo Syria

Institute for the History of Arabic Science

New Publication

Al-Jazarī

A Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts

Edited by

Ahmad Y. al-Hassan

This is an indispensable source for historians of technology and science. The complete Arabic text of over 500 pages has been edited from the best presently extant manuscripts. 175 black and white drawings have been made after careful study and collation of the original illustrations.

This work deals with different kinds of Arabic mechanical and hydraulic machines which reveal the Arabic contributions to the field of mechanical engineering in the twelfth and thirteenth centuries A.D.

There is a complete index of the technical terms used in the book, as well as a glossary of technical terms in English and Arabic, enhancing its value as a permanent reference.

Publications of the Institute for the History of Arabic Science

Al-Hassan, Ahmad Y., *Taqī al-Dīn and Arabic Mechanical Engineering, with the Sublime Methods of Spiritual Machines. An Arabic Manuscript of the 16th Century.* In Arabic. 165 pp. 1976. $ 8.00

Kataye, Salman, *Les Manuscrits Medicaux et Pharmaceutiques dans les Bibliothèques Publiques d'Alep.* In Arabic. 440 pp. 1976. $ 10.00

Shawqi, Jalal, S. A., *Mathematical Works of Bahā' al-Dīn al-ᶜĀmilī.* (953-1031/1547-1622). In Arabic. 207 pp. 1976. $ 8.00

Kennedy, E. S., Ghanem I., (Eds.), *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir- an Arab Astronomer of the 14th Century.* In Arabic and English. 172 pp. 1976. $ 6.00

Kennedy, E. S., *The Exhaustive Treatise on Shadows by Abū al-Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī,* In English. 281 pp, 221 pp. 1976
Vol. I Translation
Vol. II Commentary $ 25/*set*

ᶜĀdīyāt Ḥalab. An annual on archaeology, history of art and science. In Arabic and English. Vol. I (1975) pp. 368, Vol. II (1976) pp. 354, Vol. III 284 in Arabic, 56 pp. French and English summaries (1977) Each Vol. $ 6.00

Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science (ISHAS), held 5-12 April 1976, Aleppo.

Vol. I in Arabic. 970 pp. $ 25.00
Vol. II in other languages.

Proceedings of the Second (1977) Conference of the Syrian Society for the History of Science. In press.

Journal for the History of Arabic Science. An international journal. Vol. I (1977) Spring and Fall. Vol. II (1978) per volume $ 600.

I.H.A.S. Newsletter, a quarterly, 1978.

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a 300-700 word abstract in Arabic, if possible, otherwise an abstract in the language of the paper.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), publisher, place, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (Springer, New York, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necaci Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

ʾ	a	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh
ء	أ	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش

ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ᶜ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters *ā*, *ī*, *ū*.

The diphthong *aw* is used for أو and *ay* for أي .

NOTES ON CONTRIBUTORS

Adel Anbouba, works on the history of algebra and geometry. He has taught the history of Arabic science and mathematics at the Lebanese University and at the French Faculty of Economics in Beirut. His publications include studies on al-Karajī, Shujāʿ b. Aslam, al-Samaw'al, and other Islamic mathematicians.

Yvonne Dold-Samplonius, presently teaches the history of Arabic mathematics at the University of Heidelberg. She has published studies on the history of Arabic geometry and is currently working on Thābit b. Qurra's *Kitāb al-mafrūḍāt*.

Sami K. Hamarneh, of the Smithonian Institution's National Museum of History and Technology, is a historian of Arabic medicine and pharmacy. He is the author of several books and articles on these subjects, including *Origins of Pharmacy and Therapy in the Near East*, and *The Physician, Therapist, and Surgeon, Ibn al-Quff*.

Donald Hill, is a practising engineer whose avocation is the history of Arabic technology. He has published an English translation of the treatise of al-Jazarī, and is currently completing an edition of manuscripts of the Banū Mūsā.

The editors have just learned with sadness of the sudden death of **Louis Janin,** *docteur en droit*. He had retired some time ago from a banking career which included residence in various Arabic-speaking countries. This led to his interest in Arabic science, in particular medieval and modern gnomonics.

Ghada Karmi, is a physician and historian of Arabic medicine. She is engaged in research at the Institute for the History of Arabic Science.

Salman Kataye, is Professor of Otorhynolaryngology at the Faculty of Medicine, University of Aleppo. He has published several works on the history of medicine.

E. S. Kennedy, sometime professor of mathematics at the American University of Beirut, is currently a research professor at the Institute for the History of Arabic Science. He has published several studies in the history of Arabic-Islamic science.

David A. King, whose professional interest is in the astronomy and mathematics of medieval Islam, is resident in Egypt. In particular, he has numerous publications in the field of astronomical timekeeping

David Pingree, is a professor in the History of Mathematics Department at Brown University. He controls the Sanskrit, Arabic, Latin, and Greek sources, and has a special interest in the history of astrology.

Roshdi Rashed, is director of research at the C. N. R. S. Institute for the History of Science, University of Paris. His publications include studies in the history of algebra and geometry.

Garry J. Tee, is a senior lecturer in the mathematics department of the University of Auckland. He works chiefly in the fields of numerical analysis and computing, but also in the history of science.

Summary of the Arabic Article in This Issue

A propos du discours "Fī'l-taṭarruq fī'l-ṭibb ilā al-saᶜāda" (Vers le bonheur par l'intermédiaire de la médicine de ᶜAlī b. Riḍwān)

Salman Kataye

Nous présentons pour la première fois, le texte complet du manuscrit *Maqāla fī'l-taṭarruq fī'l-ṭibb ilā al-saᶜāda* de ᶜAlī ibn Riḍwān. Ce texte, unique, est conservé jusqu'à présent dans la bibliothèque de Ḥakīm Uglū Bacha.

Ce discours revêt une certaine importance:

Il nous permet de déterminer la date de naissance de ᶜAlī ibn Riḍwān et de calculer son âge avec précision.

Nous pouvons relever dans ce même traité certaines évocations portant sur la conception qu'avait Ibn Riḍwān de l'enseignement médical. Il prétend qu'on peut étudier la médecine sans professeur. Ce qui lui a attiré beaucoup de critiques.

Dans *al-Taṭarruq*, il expose de nouveaux arguments rendant son point de vue plus acceptable.

La troisième partie de son discours est consacrée au développement du titre de ce dernier, il explique alors l'aspect philosophique de la pratique médicale. C'est une conception religieuse qui s'appuie sur l'idée que la médecine est un acte de charité et un moyen de satisfaire Dieu et mériter le paradis.

Enfin, dans ce même discours, Ibn Riḍwān aborde l'histoire de la médecine pré-islamique. Nous remarquons qu'Hippocrate et Galien sont, d'après lui, les seuls dignes d'être estimés et respectés, surtout Galien, dont les ouvrages sont, à son avis, d'une valeur incontestable, il s'en prend même durement à ceux qui l'ont critiqué, tel Rhazes.

science to mediaeval Europe. Although the two Dutch publishers are to be commended for publishing these two volumes, it might have been more appropriate for the entire text to have been published in the scholarly journal where it began to appear.

Garry J. Tee

Computational Mathematics Unit,
Department of Mathematics,
University of Auckland,
Auckland, New Zealand

H. L. L. Busard, *The Translation of the Elements of Euclid from the Arabic into Latin by Hermann of Carinthia (?), Books I-VI*. Leiden, E. J. Brill, 1968. 142 pages. (Books I-VI) 24 f.

H. L. L. Busard, *The Translation of the Elements of Euclid from the Arabic into Latin by Hermann of Carinthia (?), Books VII-XII*. Amsterdam, Mathematisch Centrum,1 977. 198 pages. Mathematical Centre Tracts 84

In 1271, Gerard d'Abbeville bequeathed to the Sorbonne a Latin manuscript, (Bibl. Nat. Latin 16646) of Euclid's *Elements*, Books 1 to 12, and that text has now been printed by Busard. Books 1 to 6 are contained in the 1968 volume (which is reprinted from *Janus*, 54, 1-2, (1967)), and Books 7 to 12 are contained in the 1977 volume – Books 7 to 9 had first been printed in *Janus* (59, (1972), 125-187). The manuscript does not contain Euclid's Book 13, on the regular polyhedra.

The Latin text is obviously translated from Arabic, and there is some tenuous evidence suggesting that the translator might have been Hermann of Carinthia (*fl.* 1143). Hermann is known mainly as the translator from Arabic into Latin of Ptolemy's *Planisphere* (which has survived solely through his translation), and as co-translator with Robertus Ketenensis of the *Koran*.

This Latin translation of Euclid appears to be intermediate in time between the 3 versions ascribed to Adelard of Bath (*fl.* 1116-1142), and the version ascribed to Campanus of Novara (c 1205-1296), which was used for the first printed edition of Euclid.

It is approximately contemporary with Gerard (c1114-1187) of Cremona's translation, which includes the pseudo-Euclidean Books 14 and 15. Campanus made use of the versions by Adelard, but Busard considers that this version by Hermann (?) was not used by Campanus.

Busard analyses and compares the several known Arabic and Latin texts of Euclid, in order to determine which Arabic version was used as the source of this text. In the 1968 volume, after an analysis of Books 1 to 6 he considers that it was translated from Thābit ibn Qurra's revision of the translation by Isḥāq ibn Ḥunayn. However, in the 1977 volume, after analysing the full text, he considers it more likely to have been translated from the very first Arabic version of Euclid, the translation made by al-Ḥajjāj ibn Yūsuf ibn Maṭar under the patronage of Hārūn al-Rashīd.

This Latin text cannot have had much influence on the development of geometry, since no other manuscript of it is known; but it is of some interest for the evidence which it presents concerning the transmission of Arabic

from a manuscript (in Uppsala) in which the work is attributed to al-Fārābī (who died in 339/950). In fact, in a later book (A.K. Kubesov, *Matematicheskoye naslediye al-Fārābi*, "The Mathematical Heritage of al-Fārābī", in Russian, Izd. "NAUKA"Kaz. SSR, Alma-Ata, 1974), Kubesov explains pp. 52-53) that the manuscripts of the work *On Geometrical Constructions* incorporate almost the entire book *On Geometrical Figures* (written by al-Fārābī, according to the Uppsala manuscript), together with some additional material, presumably supplied by Abū'l-Wafā'. On p. 29, Toomer mentions citations of al-Fārābī's commentary on Ptolemy's *Almagest*. "Which does not appear to be extant". However, Kubesov (1974) devotes chapters 4 and 5 to analysing that commentary (from a manuscript in the British Museum), and the publication of a Russian translation of al-Fārābī's commentary on Ptolemy's *Almagest* was announced by B. A. Rozenfel'd on p. 109 of the first issue of this Journal.

Toomer's edition of Diocles is a valuable contribution to the history of Greek and Arabic science.

Note on the Text

Dr. N. Kanawati has examined the reproduced manuscript, and he informs me that Toomer has made a very accurate translation of the difficult non-mathematical introduction (sentences 1 to 37); except that in the opening invocation the phrase "grant long life" is much more likely to be "grant help", i. e. *aᶜin* instead of *aᶜmir*. The word *ḥattā* (= till, to, even), repeated in sentences 3 and 4 in the Arabic transcription, should certainly be rendered *matā* (= when). Compare these two instances with the way *ḥattā* is written in sentences 22, 24, 36 and 37. Curiously however, Toomer's translation in both cases is the correct one – "when". The emendation of the important corrupt name (in sentences 3 and 4) to "Zenodorus" is probable, but hardly "certain", as Toomer asserts.

G. J. TEE

Computational Mathematics Unit,
Dept. of Mathematics,
University of Auckland.

10-16 deal with the doubling of the cube. (Propositions 6 and 9 are trivialities, which Toomer considers plausibly to be spurious additions to Diocles' text.) Propositions 1, 4 and 10 contain the earliest known treatment of the focus and directrix of the parabola – the *Conics* of Apollonius treats the foci of ellipses and hyperbolae, but it is remarkable that none of his surviving writings mention the focus of the parabola.

The theory of conic sections was invented by Menaechmus (mid-4th century), who named the 3 types as the "section of an acute-angled cone", "section of a right-angled cone" and "section of an obtuse-angled cone"; whereas we use Apollonius' names of "ellipse", "parabola" and "hyperbola" respectively. Archimedes (killed in – 212) used Menaechmus' "cone" names, even though he effectively defined the curves by their equations in Cartesian coordinates, rectangular and even oblique. Diocles consistently calls the parabola a "section of a right-angled cone". Ellipses and hyperbolae occur only in his proposition 8, and there he uses their modern names, supposedly invented by his exact contemporary Apollonius. Could the *Conics* have been 'published' while Diocles was writing his book, inducing him to change his concept of the conic sections? Toomer suggests alternatively a modification of the accepted history of conic sections, according to which the names "ellipse" and "hyperbola" were invented together with the "coordinate" definition of the curves, and Apollonius standardized those names instead of inventing them.

Eutocius quoted Diocles' proposition 7, but he re-wrote propositions 8,10,11,12 and 13 to accord with the geometric style (Apollonian) regarded as orthodox in his day. In particular, as had been suspected by some previous investigators, the references to the *Conics* in Eutocius' version did not occur in Diocles' text. It is noteworthy that Diocles refers 4 times to a flexible strip of horn, used exactly like a modern draughtsman's spline for drawing a smooth curve through a set of points.

The 16 diagrams omitted from the manuscript have been restored most effectively by Toomer. Geometrical texts can permit such complete reconstructions of missing diagrams; an interesting contrast with, say, a biological text, where such a reconstruction would usually be impossible.

On p.23 Toomer refers to an elegant construction of a parabolic mirror with a given focal distance, which he ascribes to Abu'l-Wafa (mid 10th century), and which has been printed in French and in 2 Russian versions. Toomer notes that Krasnova's translation was made from a manuscript (in Istanbul) of Abū'l-Wafā's book *On Geometrical Constructions*, but that the translation by A. Kubesov (al-Fārābī, *Matematicheskiye traktaty*, "Mathematical Treatises", in Russian, Alma-Ata, 1972, pp.104-106), was made

book had been translated into Arabic, since Eutocius' extracts say nothing about burning mirrors (except in the title).

A few years ago Dr. Fuat Sezgin directed G. J. Toomer's attention to an Arabic manuscript of mathematical writings in the Shrine Library at Meshhed in Iran, including an Arabic version of Diocles' treatise *On Burning Mirrors*. That manuscript (dated A H. 867 = 1462/3) is a carelessly written version of an anonymous well-written translation of Diocles' work, and it is the only known manuscript of that work (apart from an inferior transcript of that Meshhed manuscript, now in Dublin). Blank spaces are left in the manuscript where the diagrams should have been inserted.

Toomer's admirable edition consists of Preface and Contents, then an Introduction (pp.1-33), the edited Arabic text with facing English translation (pp. 34-113), photographs of the entire Arabic manuscript of Diocles' treatise (pp.114-137), Commentary (pp.138-175), Appendix A with text and translation of Eutocius' excerpts (pp.177-201), Appendix B with other ancient and mediaeval proofs of the focal property of the parabola (pp.202-204), Appendix C (by Otto Neugebauer) on Archimedes' problem and Diocles' solution (pp.205-212) Appendix D (also by Neugebauer) on a non-standard parabolic mirror (pp.213-216), Bibliography (pp. 217-223), Index of Technical Terms in Arabic (pp.224-238) and a General Index (pp.239-249). The elegant printing of the Arabic text was generated by a computer; but it is amusing to observe that the 12 pages of Eutocius' Greek excerpts (with elaborate textual apparatus) are reproduced from handwriting, although Greek words and phrases are printed neatly in the Introduction. There can have been few mathematical books of recent times in which some footnotes have been written so casually in Greek.

One of the most important features of the Arabic text is that it enables Toomer to determine the date of Diocles. The 4th and 5th sentences associate Diocles (in Arcadia) with a person whose name is rendered corruptly, first as 'Byūḍām-s and then as'Ynūḍām-s: in view of the careless writing of the Meshhed manuscript these corruptions are emended by Toomer to Zīnūḍūrus, which corresponds to Zenodorus. Now, Zenodorus was a mathematician of the early -2nd century, best known from the fragments of his pioneering work on isoperimetric problems. Thus, Diocles appears to have been a close contemporary of Apollonius, the Great Geometer himself. This dating raises interesting questions about the chronology of the theory of conic sections.

Diocles' text contains 16 diverse propositions. Propositions 1, 4 and 5 deal with parabolic mirrors (including paraboloids of revolution), propositions 2 and 3 treat spherical mirrors, propositions 7 and 8 deal with a problem posed by Archimedes (expressible as a cubic equation), and propositions

as "social parasites", thrown out of society to meet their own fate. They inevitably sought ascetic living. And in their ascetic conditions and meditations they dreamed of rebirth for a happier rejuvenation. They tended to practice spiritual excercises and to utilize the herbo-metallic drugs of the Rasayana (p.117) to attain that end. But interestingly, the author comes out triumphantly and pointedly when he concludes by emphasizing his praiseworthy statement that "Indian medicine is unique in recognizing rejuvenation, and Indian philosophy is unique in aiming at immortality". (p. 118).

I must conclude by saying that here is an excellent literary contribution, a book deserving the attention of historians of science, cultural history, and the occult. It shows a link in the history of alchemy between countries and cultures in the East and in the West – a connection worth exloring and elucidating. It fills a gap in this new and dynamic topic by exploring the origins and development of alchemy, and the philosophy of this ancient "art".

SAMI K. HAMARNEH

Smithsonian Institution
Washington, D.C.

G. J. Toomer. *Diocles*, *On Burning Mirrors*, The Arabic Translation of the Lost Greek Original. Edited with English translation and commentary. Berlin-New York, Springer-Verlag, 1976. 249 p. Sources in the History of Mathematics and Physical Sciences. $27.90.

In the 6th century Eutocius (a friend of Anthemius) produced a valuable series of commentaries on ancient Greek mathematics, written perhaps at Alexandria. In his commentary on Archimedes' *Sphere and Cylinder II* he quoted passages from several earlier authors on the problem of doubling the cube, and in particular he quoted (or rather, he paraphrased) several pages from a treatise *On Burning Mirrors* by a certain Diocles, employing conic sections and also a special cubic curve for solving cubic equations. That commentary by Eutocius was translated together with the text of Archimedes into Arabic and then into Latin (first by William Moerbeke in 1269, translating from the Greek text), and later into many modern languages. They have been printed together in every major edition of Archimedes since the *editio princeps*, in 1544.

Much controversy has raged over the dating of Diocles, with various investigators suggesting dates from the 3rd century B.C. to the lst. The full Greek text of Diocles is lost, but in 1905 Eilhard Wiedemann drew attention to a 14th-century Arabic encyclopaedist's reference to Diocles having proved that burning mirrors should be paraboloidal; which suggested that Diocles'

Herbs were plentiful, easy to secure, and most convenient to gather and utilize. Soon the herbometallic drugs developed. Finding and compounding such "miracle drugs and panaceas" led to the belief in rejuvenation, and eventually to immortality – the final goal of Rasayana. Here enters, likewise, the philosophic-religious thinking and exercises – yoga.

This reviewer disagrees with the author in identifying such a process with the elixir (Arabic *iksīr*) of the Muslim alchemists. Basically, the *iksīr* (or the philosopher's stone) is considered to be that special element or compound that, once prepared and "isolated", when treated with lesser metals transforms them into silver and gold. This Islamic notion of alchemy based on Greek writings embodies the rational concept that elements are transformable from one condition to another, hence from one metal into a more honorable one under the right amount of pressure, temperature, and other natural forces and conditions. To the alchemist, this meant the application of fire and other techniques and "potent" ingredients including the elixir to speed up the work of nature. His chemicals, fire, drugs, and equipment achieve in a very short interval what might take nature a long time to attain.

Indian alchemists introduced instead, imaginary and possibly pagan religious and philosophical practices, exercises, and theories quite foreign to their Muslim counterparts. The Indian alchemist believed in resurrection of the body as explained in Christian teachings as well as in heathen mythology. Here it is believed that the perishable part of the human put on the imperishable nature, and the mortal that is capable of dying put on immortality, acquiring freedom from death. These constituted the true precepts of Indian alchemy as explained by the author.

In reviewing and examining several original Arabic alchemical treatises even those abounding with symbolism, this reviewer found that Muslim alchemists were primarily seekers of material riches. Religious and spiritual values and rewards were found there no more than in contemporary writings in the arts and sciences. More "piety" entered into later compilations as a cover-up for failure, or as a hypocritical cloak put on for protection, or as a ray of hope amid continuous disappointments in achieving what had been sought in vain. Much "spirituality" was perhaps to deceive or for self-deception. In the Arabic alchemical literature, *kīmiyā* is essentially an art, an honorable one (*ṣināʿah sharīfah*) by which material ends are attained and riches gained with high prestige. It was not primarily intended to promote imaginary spiritual values or ascetic dreams and religious aspirations.

In fact, one finds it difficult to appreciate the logic followed by the author in assuming the original theory for ascetic rejuvenation and immortality as the origin of alchemy. He states that senior citizens were looked upon

Book Reviews

S. Mahdihassan. *Indian Alchemy* or *Rasayana in the Light of Asceticism and Geriatrics*, New Delhi (India), Institute of History of Medicine and Medical Research, 1977. x + 139 pages, $5.00.

Here at last is a book on alchemy in India that departs from the traditional historical studies carried out in the West for the last two centuries. It makes for some of the finest reading on the subject. Although this reviewer disagrees with the author on many essential interpretations, this in no way minimizes the importance of a praiseworthy contribution to the history of alchemy.

For clarity and organization, Dr. Mahdihassan divides this brief text into over sixty chapters – a case of oversimplification. But the reader will greatly benefit from its objective, straightforward approach and thoroughness.

Following a foreword by Prof. S. H. Nasr, the author presents a very useful introduction summarizing his analysis of the topic and the discussions that follow. He also gives a select bibliography and seven previously published illustrations. In the discussions, he asseverates the antiquity of alchemy in India, associating its origin with yoga. He refers to this "art" as a living "cultural fossil", the product of alchemists who led a life of asceticism and sought geriatric treatment. He explains how human concepts and the application of asceticism changed man's belief from animism to dualism in a developed society realizing the creation process. Here the interpretation of how the two opposite sub-souls of male and female (the Yang and Yin of China and the Brahman and Atman of India) in their union led to immortality – the dream and goal of Rasayana. This, in the author's opinion, is the source of Indian alchemy defined by Patanjali as the Rasayana. It denotes health restoration, and with its specially prepared medications causes rejuvenation and makes one immortal. At this point, the author introduces the Indian deity, Shiva, who modified Rasayana and founded alchemy, which in turn modified him. The connection, however, seems the result of legendary traditions and folklore rather than a historical development. The insistence of the author upon defining the exact origin of alchemy, and upon naming its founders seems to be a well-nigh unattainable pursuit.

To interpret the appearance of Rasayana, the author skilfully describes the impact of two disciplines: medicine and philosophy, or rather, Indian philosophic-religious thinking. Since healthy living, virility, and longevity were the alchemist's primary objectives, medicine then entered the picture.

rabbinical text is placed between the two treatises written by Ibn Muᶜādh, namely *Kitāb majhūla* (fols. 49-74) and the *Maṭraḥ al-shuᶜāᶜāt* (fols. 76-81), it clearly refers to the *Kitāb al-asrār* (fols. 1-48) because it is the only one in which mechanical devices, corresponding to Isḥāq b. Sīd's allusions, are mentioned.

All this, of course, agrees with the fact that all the dates mentioned in the manuscript (until fol. 105) correspond to the reign of Alfonso X. We have, therefore, the only specimen remaining of a manuscript copied in his Toledan court. The link suggested by Hill, between the use of mercury as a source of power in one of the clocks described in the *Kitāb al-asrār* and in another one contained in the *Libros del saber de Astronomía*, becomes very probable.[4]

4. Furthermore the *Libro de las Armellas* quotes Ibn Muᶜādh's system for *taqwīm al-buyūt* in a way similar to Ibn Muᶜādh's in his *Maṭraḥ al-shuᶜāᶜāt* which, as we have seen, is found in the manuscript.

Note

The "World Directory of Historians of Mathematics", first published in 1972, has just appeared in a second, revised and much enlarged edition. Listed are about 1200 scholars who are devoting at least part of their time to teaching and/or research in the history of mathematics. Besides the current address, the main fields of interest of each person is given. Indexes by fields and by countries follow the alphabetical list.

Prepared by K. O. May (1915-1977) and Laura Roebuck, the new edition (iv + 92 pp.) may be ordered from the International Commission on the History of Mathematics, 11 Evergreen Gardens, Toronto, Ont. M4G 1C4, Canada. Price: $7.00 if payment is inclnded with order; $1.00 extra for postage on billing with shipment.

C. J. Scriba

A Further Note on a Mechanical Treatise Contained in Codex Medicea Laurenziana Or. 152

MARIA VICTORIA VILLUENDAS*

The importance of the Codex Medicea Laurenziana Or. 152 has recently been emphasized by Drs. D. R. Hill[1] and A. I. Sabra.[2] I also have been acquainted with this manuscript since 1973, although at that time, I was mainly interested in another of the works contained in it: the *Kitāb majhulāt qisī al-kura* by Ibn Muᶜādh al-Jayyānī which was the main subject of my Ph. D. thesis.[3] Therefore I have a certain knowledge of the Ibn Muāᶜdh style which allows me to confirm Sabra's hypothesis; I do not think Ibn Muᶜādh can be considered the author of the *Kitāb al-asrār fi natā'ij al-afkār* and agree with Sabra concerning the name of the author (Aḥ)mad or (Muḥam)mad b. Khalaf al-Murādī. The *nisba* al-Murādī appears frequently in Ibn Ḥayyān's *Muqtabis* and in other Andalusian texts of the 10th and 11th centuries. He might, of course, be the Abu'l-Ḥasan ᶜAbd al-Raḥmān b. Khalaf b. ᶜAsākir mentioned by Ṣāᶜid of Toledo, as proposed by Sabra.

In the preliminary survey of the *Kitāb al-asrār* certain data contained in fol. 75 should be taken into consideration. In it there is a text written in Andalusian dialect, but in rabbinical Hebrew script. I have been able to read it thanks to the very valuable help of Professors Fernando Diaz, David Romano and Juan Vernet of Barcelona University. The text states that Isḥāq b. Sīd, the famous Jewish translator and scientific collaborator of the Castillian King Alfonso X, was the copyist of the manuscript. He knew only one manuscript of the work, the one he used, which increased his difficulties in understanding the *Kitāb al-asrār*. But his efforts led him to an almost complete reconstruction of the majority of the models described in the work, and he failed to understand only a few of them due to the incomplete state of the original manuscript or to difficulties impossible to overcome. Though this

* University of Barcelona.

1. Donald R. Hill, "A Treatise on Machines by Ibn Muᶜādh Abū ᶜAbdallāh al-Jayyānī" *JHAS*, 1 (1977), 34-44.

2. A. I. Sabra, "A Note on Codex Biblioteca Medicea-Laurenziana Or. 152", *JHAS*, 2 (1977), 276-283.

3. Read at the University of Barcelona on the 2nd October 1975, now in press.

Thus his contributions to our field, while rivalling in significance those of many professionals, were made by an amateur. They were carried through in time snatched from the requirements of a demanding profession. All the more remarkable was it that, for example, any book review written by Hermelink was the fruit of deep and meticulous examination of everything the volume contained. This quality of his was the source of shamed admiration on the part of those of us who resent every minute spent in reviewing the books of others as being time lost to one's own work.

His own publications in the history of science were wide ranging, and included: recreational mathematics, number theory, magic squares, analemma methods, trigonometry, and Archimedean treatises which have survived in Arabic only. To these topics he brought all the virtues traditionally associated with German scholarship. His untimely death is a grievous loss to the many colleagues who counted him a personal friend, and a setback to the history of Arabic science.

Éloge

HEINRICH HERMELINK



11 DECEMBER, 1920 – 31 AUGUST, 1978

*By E. S. Kennedy**

As an infant, Heinrich Hermelink was a victim of poliomyelitis, and survived only as a severe cripple. Hence for him mere day-to-day living, let alone professional accomplishments, represented a continuing triumph over dire adversity. The physical disability made any public appearance inevitably conspicuous, and his wheelchair, his gracious wife, and he made up a poignant group familiar to historians of science attending scientific meetings.

In 1947 Hermelink graduated in physics from the Munich Technischehochschule. Following this he studied oriental languages and the history of mathematics at the University of Munich, taking the doctorate in 1952.

From a remark dropped by him in a conversation, one gathers that an academic career would have been most congenial (his father was a professor of church history at the University of Marburg), but continuing medical treatment demanded a more lucrative vocation. He entered a patent agency in 1952, and in 1957 commenced independent practice as a patent lawyer.

*Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

King 4: D. A. King, "Astronomical Timekeeping (*ᶜIlm al-mīqāt*) in Medieval Islam" *Actes du XXIXᵉ Congrès International des Orientalistes* (Paris, 1973), II, 86-90.

Libros del Saber: D. Manuel Rico y Sinobas, ed. *Libros del Saber de Astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla*, 5 vols, (Madrid, 1873).

Mayer: L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their Works* (Geneva, Albert Kundig, 1956).

Millás: J. Millás Vallicrosa, "Los primeros tratados de astrolabio en la España Arabe", *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islámicos en Madrid*, 3 (1955), 35-49, plus Arabic text, 47-76.

Nallino: C. A. Nallino, *al-Battani sive Albatenii Opus Astronomicum. (Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano*, XL), 3 vols. (Milan and Rome, 1899-1907 reprinted Frankfurt: Minerva G. m. b. H., 1969).

Neugebauer: O. Neugebauer, *The Exact Sciences in Antiquity*, 2nd. ed. (New York, Dover Publications, 1969).

de Orûs: Juan J. de Orús, "Un Cuadrante Solar de la Alcazaba de Almería", in *Homenaje a Millás-Vallicrosa*, (Barcelona, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas, 1956), II, pp. 131-132.

Procter: E. S. Procter, "The Scientific Works of the Court of Alfonso X of Castille", *The Modern Language Review*, 40 (1945), 12-29.

Renaud: H. J. P. Renaud, "Additions et Corrections à Suter 'Die Mathematiker und Astronomen der Araber'," *Isis*, 18 (1932), 166-183.

Sabra: A. I. Sabra, "A Note on Codex Biblioteca Medicea-Laurenziana Or. 152", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 276-283.

de los Santos: S. de los Santos Jener, "Un reloj de sol hispano-árabe hallado en Córdoba", *Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes*, 26 (1955), 299-305.

Sédillot-père: J.-J. Sédillot, *Traité des Instruments Astronomiques des Arabes Composé au Treizième Siècle par Aboul Hhassan Ali de Maroc*, 2 vols. (Paris, Imprimerie Royale, 1834-35).

Sezgin: F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Band V: Mathematik and Band VI: Astronomie - Astrologie. (Leiden, E. J. Brill, 1975 and 1979).

Suter: H. Suter, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900), and "Nachträge und Berichtigungen", *ibid.*, 14 (1902), pp. 157-185.

Toomer: G. J. Toomer, "A Survey of the Toledan Tables", *Osiris*, 15 (1968), 5-174.

Wiedemann: E. Wiedemann, *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, 2 vols., Hildesheim, G. Olms, 1970.

Wiedemann-Frank: E. Wiedemann and J. Frank, "Die Gebetszeiten im Islam", *Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen*, 58 (1926), 1-32, reprinted in *Wiedemann*, II, pp. 757-788.

Bibliographical Abbreviations

Blachère: Ṣā^c^id al-Andalusī, *Kitāb Ṭabaqāt al-umam*, trans. R. Blachère, *Publications de l'Institut des Hautes Etudes Marocaines*, no. 28, (Paris, 1935).

Brockelmann: C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2 vols., 2nd ed. (Leiden, E. J. Brill, 1943-49). Supplementbände: 3 vols., (Leiden, E. J. Brill, 1937-42).

Cabanelas: D. Cabanelas, "Relojes de Sol Hispano-Musulmanes", *Al-Andalus*, 23 (1958), 391-406.

Creswell 1: K. A. C. Creswell, *Early Muslim Architecture*, 2 Parts, (Oxford, Clarendon Press, 1932 and 1940).

Creswell 2: K. A. C. Creswell, *A Short Account of Early Muslim Architecture* (Harmondsworth, Penguin Books Ltd., 1958).

DSB: *Dictionary of Scientific Biography*, 14 vols. (New York, Charles Scribner's Sons, 1970-76).

EI_1: *Encyclopaedia of Islam*. 1st ed., 4 vols., (Leiden: E. J. Brill, 1913-34).

EI_2: *Encyclopaedia of Islam*, 2nd ed., 3 vols. to date, (Leiden, E. J. Brill, 1960-1974).

Gibbs: S. L. Gibbs, *Greek and Roman Sundials* (New Haven and London, Yale University Press, 1976).

Hill: D. R. Hill, "A Treatise on Machines by Ibn Mu^c^ādh Abū ^c^Abd Allāh al-Jayyānī", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 33-46.

Ibn al-Nadim: Ibn al-Nadīm. *Kitāb al-Fihrist*, ed. G. Fluegel (1871), repr. (Beirut, Khayats, 1964).

Ibn Qutayba: Ibn Qutayba. *Kitāb al-Anwā'*, ed. Ch. Pellat, (Hyderabad, Osmania Oriental Publications, 1956).

Irani: R. A. K. Irani, "Arabic Numeral Forms", *Centaurus*, 4 (1955), 1-12.

Janin: L. A. Janin, "Quelques aspects récents de la gnomonique Tunisienne", *Revue de l'Occident Musulman et de la Mediterranée*, 24 (1977), 207-221.

Janin-King: L. Janin, and D. A. King, "Ibn al-Shāṭir's *Ṣandūq al-Yawāqīt*: an astronomical "compendium"," *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 187-256.

Kennedy: E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N. S., 46:2 (1956), 123-177.

Kennedy-Haddad: F. I. Haddad, and E. S. Kennedy, "Geographical Tables of Medieval Islam", *Al-Abḥāth*, 24 (1971), 87-102.

King 1: D. A. King, "On the Astronomical Tables of the Islamic Middle Ages", *Studia Copernicana*, 13 (*Colloquia Copernicana* III) (1975), 37-56.

King 2: D. A. King, "A Fourteenth Century Tunisian Sundial for Regulating the Times of Muslim Prayer", in *Prismata: Festschrift für Willy Hartner*, W. G. Saltzer and Y. Maeyama, eds. Wiesbaden, Franz Steiner Verlag, 1977, 187-202.

King 3: D. A. King, "Medieval Mechanical Devices (a review of D. Hill's translation of al-Jazarī's treatise)", *History of Science*, 13 (1975), 284-289.

٦- باب في معرفة القبلة من الرسالة في العمل بالاسطرلاب لابـــن النـــطـــاح

المصدر : مخطوطة لندن المكتبة البريطانية اضافية ٩٦٠٢ ، ق ١٨ ظ — ١٩ و

باب في معرفة القبلة اذا اردت معرفة القبلة بهاذا فخذ ارتفاع الشمس وضعها على مثل ارتفاعها واعرف سمتها واستخرج منه الجهات الاربع على ما بنيت في الباب قبل هذا فاذا عرفته فاترك الاسطرلاب على حاله ولا تحركه على ما هو عليه ثم در العضادة دون تحريك الاسطرلاب على ثلاثين درجة في ربع الارتفاع فما قابلت الشظية من الجهات فتلك هي القبلة بقرطبه وما قرب منها وهذا القبلة بقرطبة على خمس واربعين درجة ووجدت في معلقات عن ابى القاسم الصنيرى تضع[1] العضادة على ثلاث[2] وعشرين درجة اذا كان عرض البلد لح ل هذا الذي ذكرته هو مذهب اهل صناعة التعديل واما الفقها فيرون الربع كله قبلة والمسجد الجامع بقرطبه على ستين واكثر مساجد قرطبة على مذهب البتانى رحمه الله وفيها ما هو على ثلاثين فان اردت معرفة القبلة بالليل فاستخرج الجهات الاربع على ما تقدم ثم در العضادة الى ربع اجزا الارتفاع على ما شئت من الاعداد التي ذكرت ان القبلة عليها بقرطبة فافهم .

التحقيق : ١ — في الاصل : يضع ٢ — في الاصل : ثلاثا .

القبلة ان شا الله [وانْ] اردت ان تعرف ذلك بوجه اخر تستوحى(؟) وقت مغربها في اليوم السادس [عش]ر او السابع عشر او الثامن عشر من يونيه فانهـــا في هذه الثلثة ايام يكون مغربها واحد فتقيم عودا قايما مستويا او تقف انت قياما مستويا فحيث انتهى ظلك او ظل العود فهو سمت القبلة بمشية الله تعلى وتوفيقه والعمل بوديالك [!] الى شى واحد وبالله التوفيق .

٣ـ قطعة من كلام موسى بن ميمون في عمل البلاطة

المصدر : كابانيلاس ص ٤٠٤ (ويلاحظ ان الاصل مكتوب بالحروف العبرية)

رخامة تبنى في الارض وترسم فيها خطوط مستقيمة مكتوب عليها اسماء الساعات وهي دائرة وفي مركز تلك الدائرة مسمار قائم على زوايا قائمة كلما سامت ظل ذلك المسمار لخط من تلك الخطوط علم كم ساعة مضات من النهار واسم هذه الآلة المشهور عند المنجمين البلاطة .

٤ـ قطعة من كتاب في الأنواء للحسن بن علي الأموي القرطبي

المصدر : مخطوطة اسكوريال ٩٤١ ، ق ٢٦ ظ

القول في رسم القبلة تعلم القبلـــة بالاندلس بان تضع القطب على كتفك الايسر ثم تستقبل الجنوب فما لقى بصرك فهو القبلة والقطب . . .

٥ـ قطعة من الرسالة في العمل بالاسطرلاب لابـــن الصفـــار

المصدر : **مياس** ، النص العربي ، ص ٦٥

. . . والثلاثون درجة من الربع الشرقي الجنوبي التي هي سمت للقبلة بقرطبة وما قرب منها . . .

لوحا او حجرا[٤] مستوى السطح فتدير فيه دايرة دورها قدر الشبر وتقيم في مركزها قامة قدر نصف القطر على اعتدال ثم ترصد ظله في صدر النهار فاذا بلغ طرف الدايرة علم عليه بنقطة قبل أن تميل فاذا زالت الشمس ترصده ايضا فاذا بلغ الجانب الاخر من الدائرة علم عليه بنقطة ثم تقسم ما بين النقطتين على حرف الدائرة بنصفين وتعلم على وسط . . .[٥] بنقطة ثم تخط خطا من ارض القامة الى نقطة الوسط فيكون هو خط [الزوال][٦] فاذا وقع ظل القامة على الخط فهو نصف النهار بالاعتدال ثم تاخذ البلاطة حين يقع ظل القامة على الخط يثبتها في مكان مشرف على اعلى[٧] حر معجون[٧] اثباتـــا وتستقبل بوجوه الساعات جهة الجنوب حتى يقع ظل المرودين على الخطين اللذين هما اخر السادسة واول السابعة ثم تتقن لصوق البلاطة بالجبر[٨] اتقانا حسنا ليلا تزيلها الرياح ثم نتعاهد النظر اليها اي وقت اردنا ان نعلم ما مضى من ساعات النهار وما بقى فانه لا يخفى عليك ذلك وهذا امر واضح فاعمل في ذلك كله من البلدان ان شا الله تعلى وهو المستعان وبه التوفيق وهذه صورته ...

(٤ – ٤) – في الاصل : لوح او حجر ٥ – كلمة غير بينة في الاصل ٦ – كلمة غير بينة في الاصل
(٧ – ٧) – هكذا في الاصل ٨ – في الأصل : بالجبر .

٢– بابان في معرفة ارتفاع الشمس نصف النهار بقرطبة وسمت القبلة بها من كتاب الأسرار في نتائج الأفكار

المصدر : مكتبة فلورنز لورينتزيانا ١٥٢ ، ق ٤٨ ظ

ارتفاع الشمس عند حلولها بروس البروج بقرطبة ارتفاعها عند حلولها براس الجدي كو ارتفاعها عند حلولها براس الدلو لج . . . الحوت م . . . الحمل نال . . . الثور صج . . . الحبوزا عب . . . السرطان عه . . . الاسد ع . . . السنبلة صج . . . الميزان نا ل . . . الحوزا م . . . القوس لج الحمل نظيره الميزان الميزان نظيره الحمل الثور نظيره العقرب العقرب نظيره الثور ... ... السنبلة نظيرها الحوت الحوت نظيره السنبلة

باب في معرفـــة سمت القبلة [في مد]ينة قرطبة نستوحى طلوع الشمس يوم خمسة عشر او يوم ستة عشر [او يـــو]م سبعة عشر من دجنبر فانها في هذه الثلثة ايام يكون مطلعها واحد [فى] اقصى مطلعه في الجنوب ومن حيث طلعت هو سمت

Thus there were several accepted *qibla* values in Cordova, and even astronomers such as Ibn al-Naṭṭāḥ preferred to invite his readers to choose their favorite one rather than take the trouble to compute one consistent with the mathematical and geographical knowledge of his time.

Appendix B

Arabic Texts

In this appendix I present the Arabic texts of (1) the chapter on the "sundial" by Ibn al-Ṣaffār taken from the *K. Natā'ij al-afkār* of al-Murādī; (2) the anonymous chapters on the meridian altitude and *qibla* at Cordova from the same work; (3) the passage on the same "sundial" by Maimonides; (4) an extract from the chapter on the *qibla* in the treatise on folk astronomy by al-Ḥasan b. ʿAlī al-Umawī; (5) the passage on the *qibla* at Cordova in the treatise on the astrolabe by Ibn al-Ṣaffār; and (6) the chapter on the *qibla* in the treatise on the astrolabe by Ibn al-Naṭṭāḥ.

١- باب في عمل البلاطة لابن الصفار
كما ورد في كتاب الأسرار في نتائج الأفكار
لابن خلف المرادي

المصدر : مخطوطة مكتبة فلورنز لورينتزيانا ١٥٢ ، ق ٤٧ و — ٤٧ ظ

باب في عمل بلاطة تعرف[١] بها ساعات النهار على الحقيقة لابن الصفار تاخذ حجر كتان او رخامة وتنقش فيه على ما ياتى ذكره في شكله المصور ويكون الوسط الذي بين الساعات ثابتا خارجا عن وجه الساعات فيكون الوجه الواحد شرقيا يدل على ساعات النصف الاول من النهار والثاني غربيا يدل على ساعات اخر[٢] النهار ثم تقيم لكل واحد مرودا مثبتا في مجتمع الساعات على اعتدال واستوا يكون طول كل واحد قدر عقدتين ثم[٣] تعمد الى[٣] مكان ما من الارض مستويا وتجعل فيه[٤]

التحقيق . ١ – في الاصل : يعرف ٢ – في الاصل : اول (٣–٣) – غير واضح في الاصل

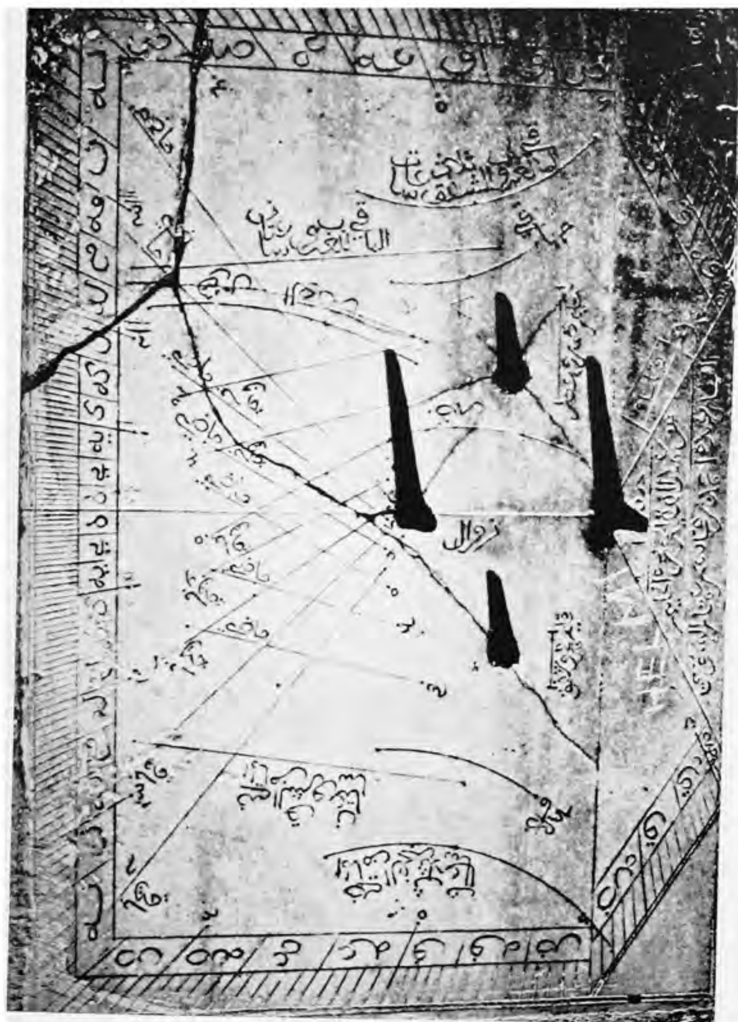


Plate 6: The sundial of the Mosque of Sidi Okba in Qayrawan.

(Courtesy René Rohr)

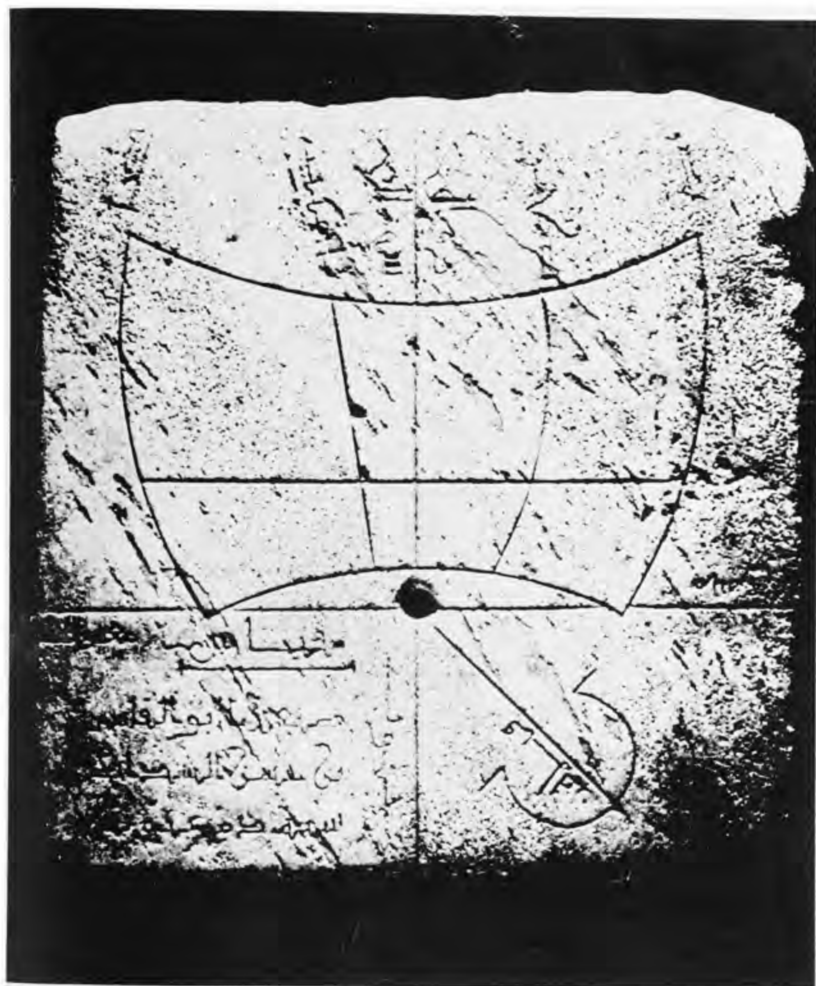


Plate 5: A fourteenth-century Tunisian sundial displaying the times of prayer.
(photo Alain Brieux, courtesy Francis Maddison)

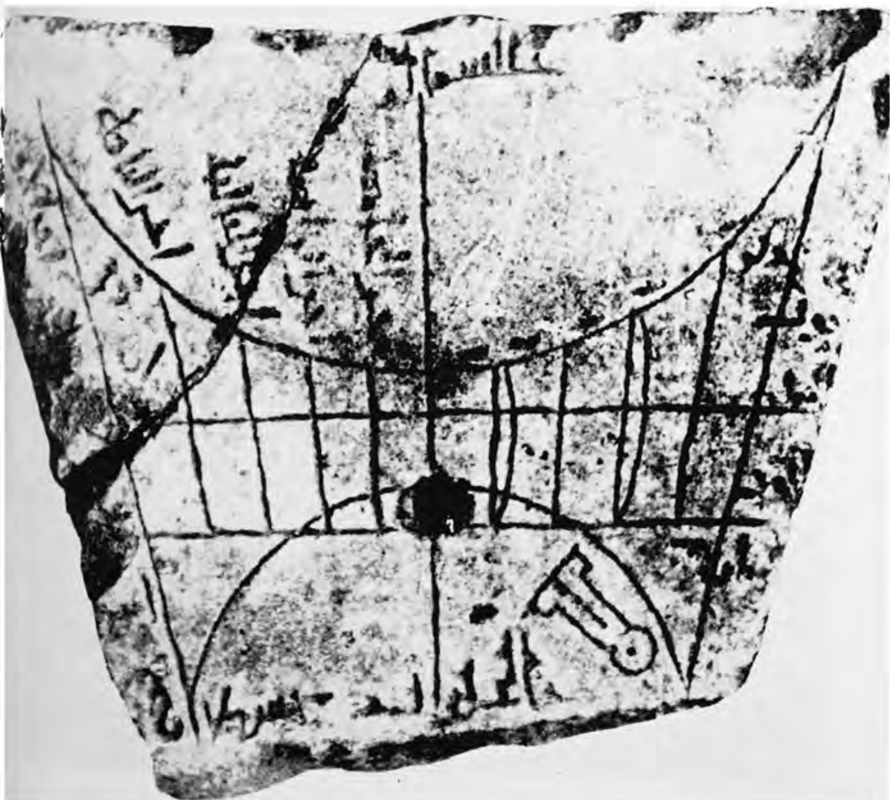


Plate 4: The Granada sundial.

(photo Abumax)

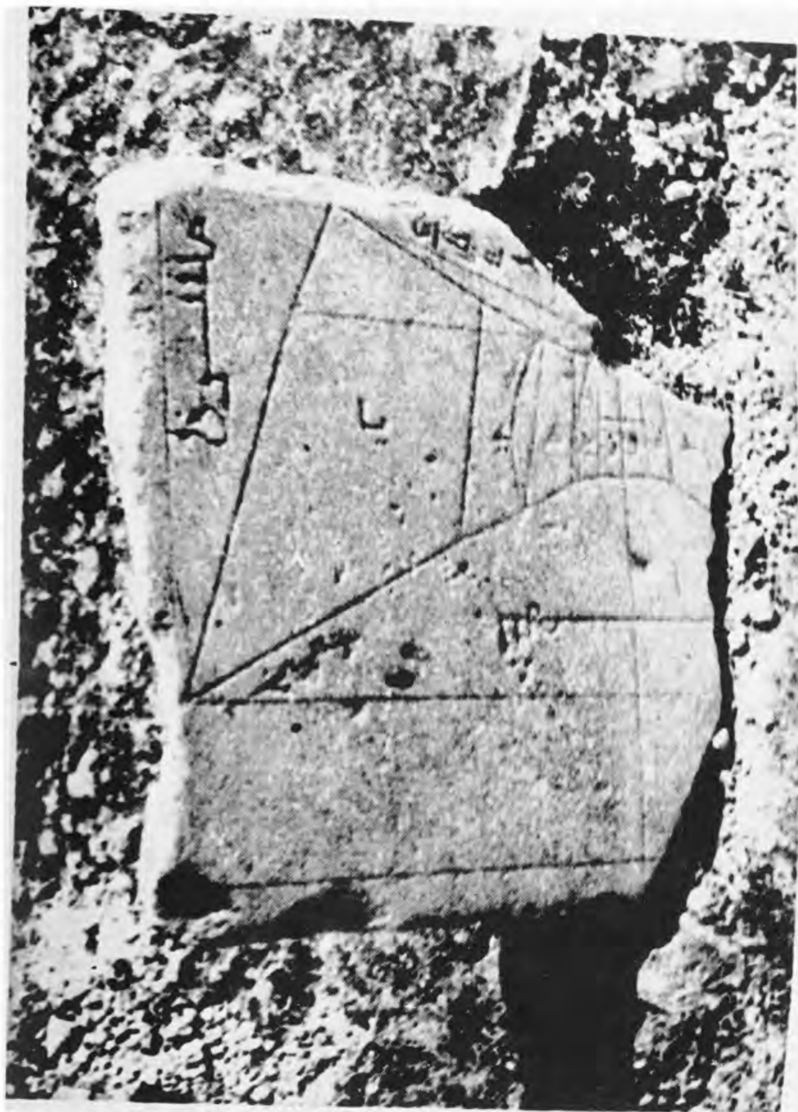


Plate 3: The Almeria sundial.

(photo Abumax)

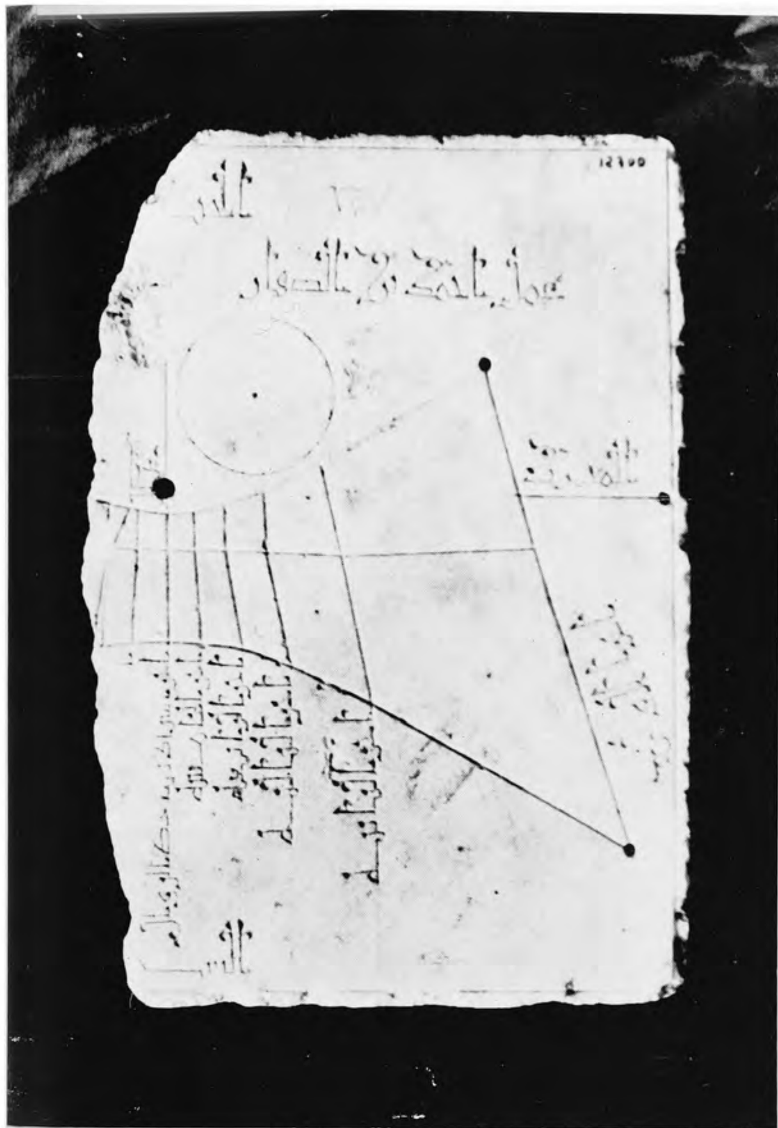


Plate 2: The sundial of Aḥmad b. al-Ṣaffār.
(Courtesy Museo Arqueologico Provincial de Cordoba)

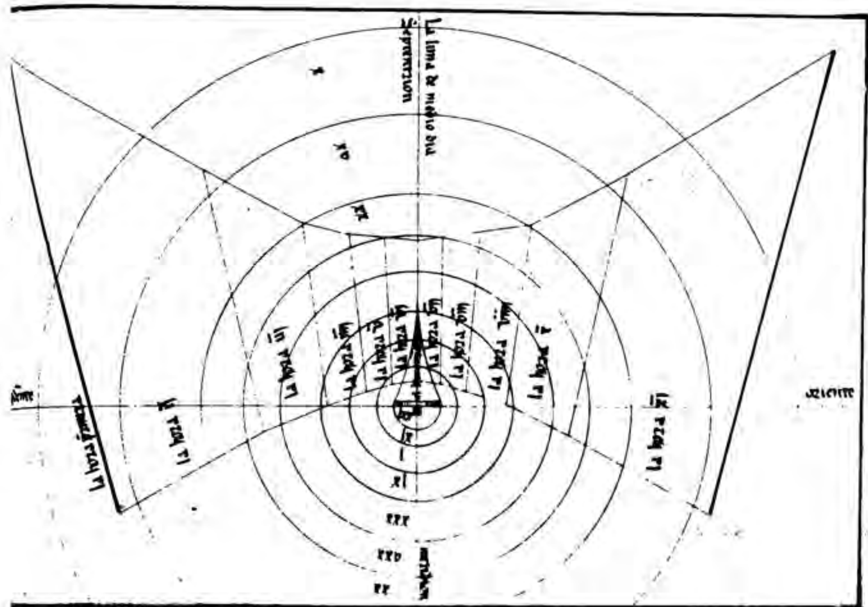


Plate 1: The horizontal sundial illustrated in the *Libros del Saber*.
(Courtesy Harvard University Library)

In his geographical tables[15] al-Battānī gives the following coordinates

	L	φ
Cordova	27;0°	38;38°(?)
Mecca	71; 0	21;40

With his geometrical construction we derive from these coordinates that the *qibla* at Cordova is about 23° S. of E., which is precisely the value attributed to "the astronomers" by Ibn al-Naṭṭāḥ.[16] I have no information on Abu'l-Qāsim al-Ṣnyry who is quoted by Ibn al-Naṭṭāḥ in the same context. The "correct" qibla for these coordinates, derived using the accurate mathematical formula, is 11° S. of E., and this is only 1° off the modern *qibla* for Cordova, which is 10° S. of E.

Ibn al-Naṭṭāḥ's remark that the *Jāmi*ᶜ mosque in Cordova is at 60° (S. of E.) is incomprehensible to me because, as noted above, the Great Mosque of Cordova has its *qibla* wall due south. Ibn al-Naṭṭāḥ's other statement that most of the mosques in Cordova are laid out according to the opinion of al-Battānī, that is, at 23° S. of E., or at 30° S. of E., that is, the direction of the rising sun at the winter solstice, will be, or should be, of interest to historians of Andalusian architecture.

From the Granada sundial we know that south-east was also used as the *qibla* in Andalusia. The direction 45° S. of E. would have been handy for the *qibla* in Andalusia since, as Ibn al-Naṭṭāḥ says, the legal scholars thought that the whole (south-eastern) quadrant was the *qibla*. The *qibla* indicator on the Tunisian sundial also points due south-east, and although this *qibla* is grossly inaccurate for Tunis, it is a happy compromise between due east and due south, both of which directions are attested for *qiblas* of medieval Maghribi mosques.[17]

15. Nallino, III, pp. 234-242. The reading of the minutes in the latitude of Cordova appears to be in error.

16. Other medieval coordinates yield similar but not identical results. For example, al-Marrākushī, an astronomer of Moroccan origin who worked in Cairo *ca.* 1280, recorded the following geographical coordinates (*Sédillot-père*, I, pp. 202-204 and 315-317):

	L	φ
Cordova	27;0°	38;30°
Mecca	77;0	21;0

Using al-Battānī's method I derive a qibla of 21° S. of E. Again, in the *Toledan Tables*, a hodge-podge of tables culled mainly from the *Zījes* of al-Battānī and al-Khwārizmī, and compiled in Toledo in the thirteenth century, we find the following coordinates (*Toomer*, pp. 134-139, nos. 3 and 16):

	L	φ
Cordova	9;20°	38;30°
Mecca	67;0	21;0

These coordinates are derived from those of Ptolemy, and were used by al-Khwārizmī. I compute that they yield a *qibla* of 20° S. of E. using al-Battānī's method.

17. *Cf. King* 2, p. 190-191.

The treatise on the use of the astrolabe by Ibn al-Ṣaffār,[4] published by J. Millás Vallicrosa, contains a remark (Appendix B, extract 5) that the *qibla* at Cordova is 30° south of east.[5] The treatise on mechanical devices entitled *Kitāb al-Asrār fī natā'ij al-afkār* by Ibn Khalaf al-Murādī[6] concludes with a chapter on the *qibla* at Cordova (Appendix B, extract 2), in which the author states what is equivalent to an assertion that the *qibla* there is in the direction of the rising sun at the winter solstice. The two directions given in these two sources are in fact the same,[7] and al-Murādī's definition explains the value of Ibn al-Ṣaffār.

The local direction of the rising sun at the winter solstice was also taken as the *qibla* in early Muslim Egypt.[8] The justification for such *qibla* determinations appears to result from an early Islamic tradition of using *al-Jady*, the Pole Star, to find the *qibla*.[9] As we have seen in the treatise of al-Ḥasan b. ʿAlī al-Umawī, what was intended was that if one stood with one's back to the Pole Star one would be facing the *qibla*. Since one would be in fact facing due south, this injunction is valid only for points due north of Mecca. However, when Muslim domination extended eastwards and westwards, another interpretation was given to the injunction, and *al-Jady* was taken to refer to the sign of Capricorn. At the winter solstice the sun is at the first point of Capricorn; its rising point was used for the *qibla* in Egypt and Andalusia.

A fourth discussion of the qibla at Cordova occurs in a treatise on the use of the astrolabe by an individual named Ibn al-Naṭṭāḥ,[10] extant in the unique copy MS London B.L. 9602,1 (fols. 1v-24v, copied *ca.* 600H). Ibn al-Naṭṭāḥ's treatise was apparently well esteemed in its genre: a note in MS Cairo Dār al-Kutub *hay'a* 10, fol. 39v, copied after 1163H by a Maghribī astronomer, states that the best treatises on the astrolabe are these of Ibn al-Naṭṭāḥ and of Ibn al-Samḥ.[11] Ibn al-Naṭṭāḥ's remarks are found on fols.

4. On Ibn al-Ṣaffār see note 9 above.

5. *Millás*, p. 65 of the Arabic text.

6. See note 22 above.

7. For $\varphi = 38°$ (the latitude of Cordova is actually 37;53°) and $\varepsilon = 23;35°$, the azimuth of the rising sun at midwinter is 30;31° S. of E. For $\varphi = 38;30°$, a value popular with Andalusian astronomers, the azimuth would be about 30;45° S. of E.

8. See the article *Kibla* in EI_2.

9. See, for example, the treatise on folk astronomy by Ibn Quṭayba (fl. 850), p. 122.

10. Ibn al-Naṭṭāḥ and the London manuscript of his treatise on the astrolabe are listed in *Suter*, No. 499. He is not mentioned in *Millás* (!), and I have no other information on him.

11. On Ibn al-Samḥ see *Sezgin*, V, p. 356 (the treatise on arithmetic contained in manuscripts in the Escorial and in Berlin is not by Ibn al-Samḥ) and VI, to appear. His treatise on the astrolabe is extant in the unique copy MS London B. L. 9602,2 (fols. 25v-55v, copied ca. 600H, defective at end). This treatise of course contains a chapter on the determination of the *qibla*, but no values are given for anywhere in Andalusia.

comprises four main sets of markings: (1) graduations around the edge of the sundial from which the hour-angle can be read using the shadow of a thread attached at the centre of the graduations and oriented in the direction of the celestial pole; (2) markings displaying the seasonal hours since sunrise and before sunset; (3) markings for the *ẓuhr*[28] and *ᶜaṣr*, the latter being duplicated; and (4) markings displaying time relative to daybreak and nightfall. The first part of the sundial is called *al-musātara* in late medieval Arabic,[29] and the development of this kind of hour-angle dial in medieval Islam remains to be studied. On the second part of the sundial there are no shadow-traces for the equinoxes and solstices, and this feature, not attested on any of the Egyptian, Syrian, or Turkish sundials currently known to me, may be the result of a Maghribī innovation in gnomonics: since it is so difficult to draw acceptable hyperbolae, leave out the shadow-traces altogether.

Appendix A

Some Medieval Values of the Qibla at Cordova

Very few astronomical works compiled by Andalusian astronomers have survived in the manuscript sources, so that there is not much hope of recovering written material on the *qibla* in Andalusia.[1] Treatises which deal with the determination of the *qibla* without giving specific examples do not concern us here, and I have found references to the specific values of the *qibla* in Andalusia in only four Andalusian treatises. Details follow.

The treatise on folk astronomy written by the late twelfth century Cordova scholar Abū ᶜAlī al-Ḥasan b. ᶜAlī b. Khalaf al-Umawī,[2] which is extant in the unique MS Escorial ar. 941 (38 fols., *ca.* 800H), contains a statement (fol. 26v, see Appendix B, extract 4) that to find the *qibla* in Andalusia one should stand with the celestial pole behind one's left shoulder and face south. It was probably on this kind of authority that the Great Mosque in Cordova, which dates from *ca.* 785, was built with its *qibla* wall facing due south.[3]

28. In *Janin*, p. 210, the shadow increase at the beginning of the *ẓuhr* is given incorrectly as $\frac{1}{3}n$ rather than $\frac{1}{4}n$.

29. *Cf. Janin-King*, pp. 199-200 and 214.

1. For a brief introduction to the determination of the *qibla* in medieval Islam see the article *Kibla* in EI_2 by A. J. Wensinck (religious aspects) and myself (mathematical aspects).

2. On al-Umawī see *Suter*, no. 323.

3. *Creswell* 1, II, pp. 145-146 (repeated in *Creswell* 2, p. 216) stated: "(The Mosque) is set, as nearly as can be measured, exactly north and south, although the direction of Mekka from Cordova is 10°14′ S. of E". A remark such as this reflects the misunderstanding of orientations of medieval Islamic buildings common amongst historians of Islamic architecture. Such orientations are usually to be explained in terms of medieval *qibla* values, if they can be explained at all.

888H. This treatise, arranged in 44 *faṣls* with numerous diagrams but without tables, treats of the construction of horizontal sundials with markings for the hours and the prayer-times. This work merits detailed investigation.

(3) An anonymous treatise on the construction of a horizontal sundial displaying the seasonal hours for the latitude of Fez, 33;40°, is contained in MS Cairo Taymūr *riyāḍa* 141,6, pp. 146-156, copied *ca.* 1100H. The treatise contains tables displaying the shadow lengths and azimuths at each hour for both solstices, with values to two sexagesimal digits.

(4) An anonymous Maghribī treatise on the construction of a sundial displaying the times of the *ẓuhr*, and the beginning and end of the *ᶜaṣr* (corresponding to shadow increases of $\frac{1}{2}$ *n*, *n*, and 2 *n*) is contained in MS Cairo Ḥalīm *mīqāt* 19,3+4, fols. 45v-58r, copied 1144H. The author states triplets of both azimuth values and shadow lengths for each of the three times at the solstices and equinoxes. Values are given to the nearest degree or unit, and are stated to be for the latitude of Fez (value not stated). The azimuth values given for the beginning and the end of the *ᶜaṣr* are the same.

(5) An isolated table of coordinates for constructing a horizontal sundial displaying the seasonal hours for the latitude of Marrakesh, 31;30°, is contained in MS Cairo Taymūr *riyāḍa* 131,2, p. 1, copied *ca.* 1200H in Maghribī script.

(6) A treatise entitled *Rawḍat al-nāẓir fī kayfīyat waḍᶜ khuṭūṭ faḍl al-dā'ir* by Muḥammad al-Idrīsī is preserved in MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 1169,2, fols. 11v-25v, copied 1223H. This treatise, arranged in 4 *bābs*, deals with the construction of a horizontal sundial with markings for the seasonal and equinoctial hours and the prayer-times, and it contains several tables computed for the latitude of Tunis, 36;51°. The author quotes other Maghribi writers named Ibn al-Najjār and Abū ᶜAbd Allāh Muḥammad Kwynkh (?), author of a treatise on sundial theory entitled *Iḥyā' al-mawāt fi'l-basā'iṭ wa-l-munḥarifāt*, as well as the two well-known Egyptian astronomers Ibn al-Majdī and Sibṭ al-Māridīnī.[26] The kind of sundial discussed in this treatise apparently became known in the Maghrib from the Muslim East, and its introduction there seems to have occurred rather late, that is, *ca.* 1600. One kind of late Maghribī sundial is illustrated in Plate 6, which shows the sundial of the Mosque of Sidi Okba in Qayrawan in Tunisia, constructed in 1258H (= 1842 A.D.) and recently discussed by L. Janin.[27] This kind of sundial is late, and not related to the Andalusian tradition. As Janin has shown, it

26. *Suter*, nos. 432 and 445.
27. See *Janin*, especially pp. 208-211.

preserved in the unique MS Florence Medicea-Laurenziana Or. 152, fols. 1v-48v, copied 664H (= 1266) in Maghribi script, and the passage occurs on fols. 47r-47v (see Appendix B, extract 1). The same type of sundial is described by another scholar of Cordova, namely, Maimonides.[23] In his commentary on the *Mishna* Maimonides gave a much more succinct account of the sundial than Ibn al-Ṣaffār. The text (see Appendix B, extract 3) translates as follows:

> A piece of marble *(rukhāma)* is fixed on the ground and straight lines are drawn (as radii) with the names of the hours written on them (to form) a circle. In the centre of that circle there is a nail standing perpendicular (to the plane of the circle), and whenever the shadow of that nail is in the same direction as one of those lines, it is known how many hours of daylight have passed. The name of this instrument, which is used by the astronomers, is the *ballāṭa*.

Ibn al-Ṣaffār's text confirms that what is intended is to form a semicircle with the diameter oriented east-west and the circular part towards the north. The twelve hour-lines are the radii at 15° intervals from west to east. There is no suggestion that the dial be oriented in the plane of the celestial equator, when it could indeed be used to display equinoctial hours before or after midday. Rather, the dial is horizontal, and it is assumed that the sun rises due east and sets due west, and that its change in azimuth is proportional to the passage of the seasonal hours.

A far more interesting instrument for timekeeping is described and illustrated by al-Murādī as the last of the thirty-one devices presented in his book (fols. 45r-46v). This is a horizontal dial of the kind known in other medieval Arabic souces as *shāmila* or *musātara*, although in al-Murādī's text it is simply labelled "a kind of *ballāṭa*". This dial was as far as we know invented by al-Khujandī in the tenth century, although the one described by al-Murādī may be an Andalusian invention. In any case the Islamic tradition of horizontal dials in general awaits study.[24]

(2) A treatise by the early fourteenth century Tunisian (?) astronomer Ibn al-Raqqām[25] is extant in MS Escorial ar. 918,11, fols. 68v-82v, copied

23. This passage is quoted without comment in *Cabanelas*, pp. 404-405. The original text was in Judaeo-Arabic written in Hebrew characters.

24. See *Janin-King*, p. 199, and the references there cited. Al-Khujandī's treatise is currently being studied by Dr. R. Lorch.

25. On Ibn al-Raqqām (was he Tunisian or Andalusian?) see *Suter*, nos. 388 and 417, *Renaud*, no. 388, and *King* 2, pp. 191 and 192. All of his works merit detailed investigation.

and hence to date the sundial![21] For the Tunisian sundial I computed $\varphi \approx 37^\circ$, which corresponds quite well to Tunis. For the Cordova sundial I have derived $\varphi \approx 39\frac{1}{2}^\circ$, which serves Cordova. But I doubt that one should attempt to compute the latitude underlying sundials as crude as the Almeria or Granada sundials.

Conclusions

Rather than assert on the basis of our investigations of the only three sundials known from Islamic Spain that the Andalusian astronomers were not competent in gnomonics, we can only conclude that these three surviving specimens are not particularly impressive when viewed in the light of the sundial theory of Abbasid Baghdad. Are there any other sundials from Islamic Spain? A single dial could greatly add to our knowledge of Andalusian sundial construction.

Another source for our knowledge of Andalusian gnomonics would be treatises on the construction and use of sundials, but there are very few known treatises on this subject of Andalusian or even Maghribī provenance. Besides the treatise in the *Libros del Saber*, I know of only the following:

(1) A short passage attributed to Ibn al-Ṣaffār in a twelfth-century Andalusian treatise on mechanical devices by Ibn Khalaf al-Murādī[22] describes at length a "sundial" for measuring the hours "correctly". The treatise is

21. In *de Orús* the Almeria sundial is dated to the end of the tenth century or the beginning of the eleventh by the following method. Measuring the eccentricity, e, of the "hyperbola" for the winter solstice as 2.00, and taking $\varphi = 36^\circ 50'$ for the latitude of Almeria, the obliquity of the ecliptic, ε, is determined using the relation $\cos \varphi = e \sin \varepsilon$, and found to be $23^\circ 34'$. Newcomb's formula for the secular variation of ε is then used to derive an approximate date for the sundial.

22. On this treatise see *King* 3, p. 289, *Hill*, and *Sabra*. The chapter by Ibn al-Ṣaffār (*Sabra*, p. 280) is followed by a chapter on the determination of the meridian, correctly attributed to al-Battānī (fols. 47v-48r; *Sabra*, p. 280, states that this is anonymous), and by two anonymous chapters (both on fol. 48v) dealing with the meridian altitudes of the sun in the signs at Cordova and on the qibla at Cordova. These two chapters may be due to Ibn al-Ṣaffār (as suggested in *Sabra*, pp. 280-281). The solar meridian altitudes are based on latitude 38;30° and obliquity *ca.* 23;30°: values are given to the nearest half degree for each zodiacal sign. On the value stated for the qibla at Cordova see Appendix A.

As Sabra has pointed out (*Sabra*, p. 278), the author of this treatise is named as . . . (?) Ibn Khalaf al-Murādī rather than the eleventh century scholar Ibn Muᶜādh as was assumed in *Hill*. However, Sabra read the last and only visible letter of the name preceding the word *ibn* as a *nūn* (= *n*), when it is actually a *dāl* (= *d*). From Toledo in the mid-eleventh century there were two scientists named ᶜAlī b. Khalaf and ᶜAbd Allāh b. Khalaf (*Blachère*, pp. 138-139) who cannot be the authors. Aḥmad b. Khalaf and Muḥammad b. Khalaf, both celebrated astrolabists of ninth-century Iraq (*Ibn al-Nadīm*, pp. 284-285), are also not candidates. Neither, most probably, are Muḥammad b. Khalaf al-Qurṭubī (d. 557/1162), author of a legal work listed in *Brockelmann*, I, p. 185, or al-Ḥasan b. ᶜAlī b. Khalaf al-Umawī al-Qurṭubī (d. 602/1205-06), author of a work on folk astronomy listed in *Suter* no. 323.

XY measures the length of the gnomon, because it is about the same length as OW.

We now observe that the hour-lines divide equally the two east-west lines: this reveals the method by which they were constructed. But how did the maker construct the first and eleventh hour-lines, AB and CD? Notice that AOD and BOC are more or less straight lines and that they are inclined at approximately 45° to the meridian. Notice also that OA and OC are roughly twice OB and OD. The reason why the maker might have used the approximation $OA \approx 2\ OB$ is clear from Ibn al-Ṣaffār's sundial. Notice also that OA and OC are roughly twice the length x, but OA and OC should be about four times the length of the gnomon, so that x cannot represent the length of the gnomon. The directions that the maker chose for AOD and BOC are nice and symmetrical but not so reasonable.

Notice that the winter-solstice shadow at the *ᶜaṣr*, is in excess of the midday shadow OW by the length x. From this one might conclude that the length x was a measure of the length of the gnomon, but the relationship is fortuitous. Both the *ẓuhr* and *ᶜaṣr* curves have been drawn as arcs subtended by the seventh and ninth hour lines. If we superimpose the Cordova and Granada sundials we see that the error in the time of the *ᶜaṣr* displayed by the Granada sundial is about one hour.

In a recent publication I have discussed in some detail the Tunisian sundial mentioned above,[20] but at the time of writing that paper I was not aware of the existence of the Granada sundial. The Tunisian sundial displays four times of day with religious significance, including the *ẓuhr* and the *ᶜaṣr* prayers and a morning prayer at the same time before midday as the *ᶜaṣr* after midday. Each of the curves for these three times is drawn as an arc of a circle, as are the shadow-traces for the solstices. I have already proposed a method of constructing such a sundial, but I think that I may have placed too much emphasis on the possible use of calculation, or even tables of the kind well attested in the astronomical traditions of Egypt, Syria, and the Yemen, rather than geometrical construction, in the marking of this Tunisian sundial. I also now question the validity of trying to derive the local latitude for which such an approximate sundial was drawn, although it is certainly more valid than attempting to derive the value of the obliquity underlying the markings

20. *King* 2. In this paper the dimensions of the sundial are given (p. 187) as 24 × 34 cm.: read 24 × 24 cm. Also, the time of the *ta'hīb* shown on the sundial (see p. 190) does indeed relate to the Friday prayers: in the anonymous Moroccan treatise of sundials preserved in MS Cairo Ḥalīm *mīqāt* 19 the author mentions the first and second *ta'ahhub* on Friday (fol. 47v). Unfortunately he gives no further information.

drawn using a geometric construction of the kind known as analemma,[13] or by using tables of coordinates of the intersections of the hour lines with the three shadow traces taken from tables prepared in advance. The only known tables for constructing sundials which predate the time of Ibn al-Ṣaffār are those of al-Khwārizmī, compiled in early ninth century Baghdad,[14] and displaying the coordinates of the intersections of the hour-lines with the two solsticial traces. Al-Khwārizmī gave values of the shadow length, measured from the foot of the gnomon, and the azimuth, measured from the east-west line, for each hour at both solstices and for a series of terrestrial latitudes, including 38° and 40°. In view of the fact that some of the hour-lines on Ibn al-Ṣaffār's sundial consist of two segments drawn between each of the shadow-traces for the solstices and that for the equinoxes, it follows that if he used tables, then they must have displayed coordinates for the equinoxes, although these are superfluous since the hour-lines are taken as straight lines. To construct the lines using an analemma one likewise needs only two sets of points. But Ibn al-Ṣaffār used three. Furthermore, the fact that the segments between the shadow traces at the equinoxes and the summer solstice for the third, fourth, fifth, seventh, and eighth hours are more or less parallel to the meridian indicates the seriousness of his error. The curve for the *ẓuhr* was probably constructed by joining the three points on the shadow traces which are such that their distance from the gnomon is the meridian shadow increased by the standard one quarter of the length of the gnomon. However, one might think from looking at Ibn al-Ṣaffār's sundial that the *ẓuhr* was at about 1⅓ seasonal hours after midday at the summer solstice and at about 2⅓ seasonal hours after midday at the winter solstice. In fact, the curve for the *ẓuhr* should not cross the eighth hour line.[15]

The remains of Ibn al-Ṣaffār's sundial do him little credit. One might have expected something better from one of the leading astronomers of Andalusia, when that province of the Islamic world was close to its cultural zenith. Nevertheless Ibn al-Ṣaffār's sundial is a better specimen than the two that we shall investigate next.

(b) *The Almería Sundial*

The second sundial is preserved in the Museo Arqueológico de Almeria, and is displayed in Plate 3. It has been described by Juan J. de Orús (1956) and Dario Cabanelas (1958).[16] A substantial part of the western half of the sundial is missing, and the maximum dimensions of the remaining portion of the marble slab are 28 × 29 cm.

13. On the analemma see *Neugebauer*, pp. 214-218 and the references there cited.
14. See note 5 above.
15. *Cf. King* 2, p. 191.
16. *Cf. de Orus*, and *Cabanelas*, pp. 392-394. See also note 18 below.

meridian.[11] This hole has been violated by the gnomon to such an extent that its centre is no longer on the meridian. A segment perpendicular to the right edge of the sundial when extended passes through this hole and represents the east-west direction. The three lines which are drawn across the meridian are: closest to the hole, the hyperbola representing the shadow trace at the summer solstice (when shadows are shortest), next, a straight line representing the shadow trace at the equinoxes, and, furthest from the hole, the shadow trace at the winter solstice (when shadows are longest). The lines drawn across these three lines indicate the seasonal hours of day, starting at the first on the right, then the second, third, fourth, and fifth, then the sixth, which is precisely midday because we are dealing with seasonal hours that are one-twelfth divisions of daylight, and then the seventh and eighth. The hour-lines are marked *ākhir al-ūlā*, "end of the first (hour)", *ākhir al-thāniya*, "end of the second (hour)", *etc.* The curve close to the left hand edge of the sundial indicates the time for the *ẓuhr* prayer. We may presume that the sundial originally bore a curve for the beginning of the *ᶜaṣr* prayer as well.

We now investigate the markings more closely, firstly to establish the underlying latitude, and secondly to ascertain the accuracy of the markings. All of the measurements are based on the photograph illustrated in Plate 2. The length of the gnomon is $n = 9\frac{1}{2}$ mm., and the midday shadow at the winter solstice OW is $18\frac{1}{2}$ mm. Thus

$$9\tfrac{1}{2} \cot(\bar{\varphi} - \varepsilon) = 18\tfrac{1}{2}$$

so that

$$\cot(\bar{\varphi} - \varepsilon) = 1;57, \quad \bar{\varphi} - \varepsilon \approx 27^\circ \quad \text{and} \quad \varphi + \varepsilon \approx 63^\circ$$

But $\varepsilon \approx 23;30^\circ$, so that

$$\varphi \approx 39;30^\circ,$$

which is close to the standard medieval Islamic value for the latitude of Cordova 38;30°.[12] The accurate value for Cordova is 37;53°.

A glance at the sundial reveals several defects. Firstly, the equinoctial shadow trace is not a straight line, as it should be. Secondly, the lines for the third and fourth and eighth hours are not straight, as, in a sundial of this size, they should be. These defects are so obvious to anyone with the most modest knowledge of gnomonics, that we may well wonder why Ibn al-Ṣaffār put his name to the sundial. We cannot be sure whether the markings were

11. *Cf. Cabanelas*, p. 396, where it is suggested that the circle serves no purpose other than decoration.

12. This is easily confirmed by consultation of the computer print-out of medieval Islamic geographical coordinates described in *Kennedy-Haddad*.

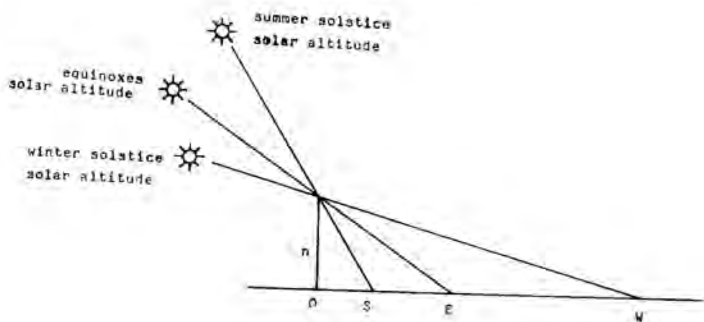


Fig. 1

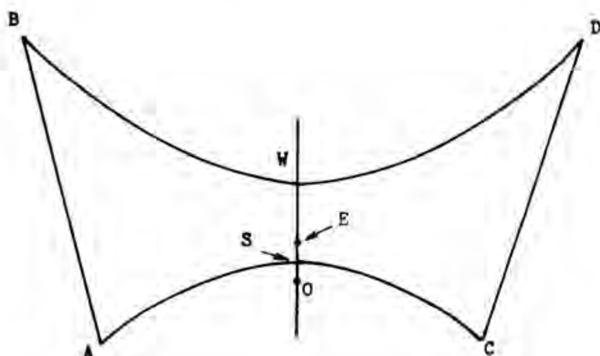


Fig. 2

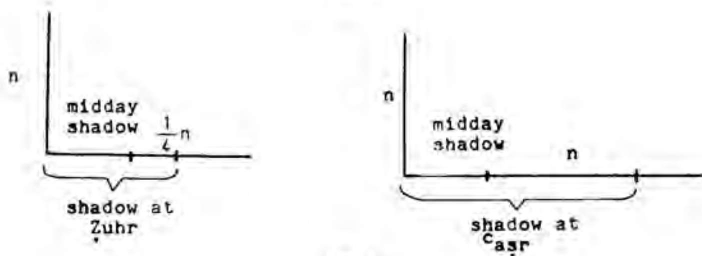


Fig. 3

in Andalusian practice are that the gnomon shadow shall have increased beyond its midday minimum by $\frac{1}{4}\, n$ and n, respectively (see Fig. 3).[7]

(a) *The Cordova Sundial*

In the Museo Arqueológico Provincial in Cordova there is a fragment of a horizontal sundial, illustrated in Plate 2, which was found in the Camino Viejo de Almodovar in Cordova. It has been published by Samuel de los Santos Jener (1955) and Dario Cabanelas (1958).[8] The instrument bears the name of Aḥmad ibn al-Ṣaffār, an astronomer of some renown who worked in Cordova about the year 1000 A.D.,[9] and is thus the oldest surviving Islamic sundial, although it has not been previously identified as such.[10]

The remains of the Cordova sundial consist of a little more than half of the original instrument. The dimensions of the original sundial were 48 cm. (approx.) × 34.5 cm. × 4.5 cm. The inscriptions are in elegant floriated Kufic, and the maker's name appears in the upper right corner. The cardinal directions are marked on the sundial, which is broken just to the left of the meridian, or north-south line. The hole on this line once carried a vertical gnomon, the length of which is indicated by the radius of the circle to the right of the

7. On the times of prayer in Islam see *Wiedemann-Frank*, A. J. Wensinck's article *Mīḳāt* in EI_1, and *King* 4. For an explanation of the definitions in terms of the increase of the shadow see *King* 2, Appendix B. A more detailed study on the origin of the definitions of the times of prayer in Islam is in preparation.

8. *Cf. de los Santos* and *Cabanelas*, pp. 394-396. See also notes 10 and 11 below.

9. On Ibn al-Ṣaffār see *Blachère*, p. 131, and the article by B. R. Goldstein in EI_2, III, p. 924, and the references there cited, to which add now *Sezgin*, V, pp. 356-357, and VI, to appear. Aḥmad ibn al-Ṣaffār had a brother Muḥammad who was a maker of astrolabes (*cf. Mayer*, p. 75, for details of an instrument made by him in the year 1029).

Ibn al-Ṣaffār was a student of the Andalusian astronomer and mathematician Maslama al-Majrīṭī, author of a recension for Andalusia of the *zīj* (astronomical handbook consisting of text and tables) of the ninth century Baghdad astronomer al-Khwārizmī (on whom see G. Toomer's article in *DSB*). Ibn al-Ṣaffār also compiled a *zīj* based on the methods of the Indian *Zīj al-Sindhind* (*Kennedy*, no. 17). Only the introduction to Ibn al-Ṣaffār's *zīj* survives, namely, in an Arabic manuscript written in Hebrew characters preserved in the Bibliothèque Nationale in Paris (the tables in this manuscript are not related to Ibn al-Ṣaffār). His only other known work is a treatise on the use of the astrolabe, which was popular amongst later Muslim astronomers and is extant in several copies (the Arabic text of this treatise was published by J. Millás Vallicrosa in 1955), and was also translated into Latin and Hebrew. In his later years Ibn al-Ṣaffār moved from Cordova to Denia, where he died in the year 1035.

10. In *de los Santos* the name is read Aḥmad b. al-Ṭulb, and in *Cabanelas*, p. 396 as Aḥmad b. al-Ṣawwār. I agree that the reading *ṣawwār* is easier to justify than *ṣaffār* (the dot over the middle radical is a scratch), but firstly "ṣawwār" is not attested as a name meaning "diseñador, delineante, pintor", and secondly Aḥmad b. al-Ṣaffār was a well-known astronomer of Cordova.

The three sundials are preserved now in three different museums in Spain, and I shall henceforth designate each of the sundials by its present location, namely, Cordova, Almeria, and Granada. All of the sundials are of the horizontal kind designed for a specific latitude and displaying the seasonal hours of day. Such sundials were used already in antiquity,[4] and are described in the earliest Arabic treatises on sundials.[5] They are also described in the thirteenth century Andalusian *Libros del Saber* (see Plate 1).[6]

Two of the Andalusian sundials are broken, but each of them displays all or parts of three main sets of markings. These are (a) the north-south line and shadow-traces for the solstices and equinoxes; (b) the hour lines for each seasonal hour of daylight from the end of the first hour to the end of the eleventh hour; and (c) the curves for the midday *(ẓuhr)* and afternoon *(ᶜaṣr)* prayers. Each sundial was originally fitted with a gnomon erected vertically in a hole in the sundial; in all cases, these gnomons are now missing.

I shall use the following notation freely. The points at which the shadow-traces for the summer solstice, equinoxes, and winter solstice, intersect the north-south line (see Fig. 1) are labelled S, E, and W. The base of the gnomon is O, and its length is n. The most commonly used length of the gnomon in Islamic sundial theory was 12 units. Clearly, for a locality with latitude φ (see Fig. 2):

$OS = n \cot(\bar{\varphi} + \varepsilon)$; $OE = n \cot \bar{\varphi}$; and $OW = n \cot(\bar{\varphi} - \varepsilon)$, where ε is the obliquity of the ecliptic and $\bar{\varphi} = 90^\circ - \varphi$. For Andalusia $\varphi \approx 38^\circ$ and approximately $OW{:}OS = 7\frac{1}{2}{:}1$. Also, E is roughly at the point of trisection of SW closer to S, so that approximately $SE{:}EW = 1{:}2$. The lines for the first and eleventh hours between the summer shadow-trace and the winter shadow-trace are labelled AB and CD.

The standard definitions of the times for the *ẓuhr* and *ᶜaṣr* prayers

4. See *Gibbs*, pp. 39-42 and 323-338.

5. See *Sezgin*, VI, *passim*. An important aspect of these treatises is the tables of coordinates for marking sundials which some of them contain. I am currently preparing an edition of al-Khwārizmī's sundial tables, and a survey of all later Islamic sundial tables. For a brief introduction see *King* 1, pp. 51-53 and 56.

6. *Libros del Saber*, IV, pp. 1-23. No author is associated with this treatise, which was written especially for Alfonso X because no book on the subject could be found which was "complete in itself" (*Procter*, p. 18). It is in two parts arranged in 14 and 4 chapters, and deals with the construction and use of a horizontal sundial marked for the seasonal hours (see also *Cabanelas*, pp. 400-403). The treatise contains tables of the solar declination, and the sine and cotangent functions, but no tables or geometrical procedures for constructing the kind of sundial described in the text. The latter is distinguished from the three Andalusian sundials described in this paper by the inclusion of circles drawn about the gnomon corresponding to the shadows of each 5° of solar altitude, and by the fact that there are no curves for the prayer-times, since these would no longer be of concern to a Christian reader.

Three Sundials from Islamic Andalusia

David A. King*

In memory of my friend Louis Janin.

In this paper I propose to discuss three sundials from medieval Andalusia.[1] Each of these sundials has been published previously, in the sense that photographs and a list of the Arabic inscriptions have been published,[2] but in the present study I shall attempt to investigate the markings on the sundials beyond a mere description thereof. These markings cannot be fully explained in terms of our present knowledge of Islamic gnomonics, but I anticipate that the publication of the repertory of Islamic astronomical instruments currently being prepared by A. Brieux and F. Maddison, which will include all known Islamic sundials,[3] will serve to revive some interest in a subject which has hardly progressed for several decades. Hence it seems worthwhile to present these sundials anew and to point out the various problems associated with each one.

* American Research Center in Egypt, 2 Midan Kasr el-Doubara, Garden City, Cairo, Egypt.

1. The research on medieval Islamic science conducted at the American Research Center in Egypt during the years 1972-80 was sponsored mainly by the Smithsonian Institution (1972-80), and also by the National Science Foundation, Washington, D. C. (1972-80) and the Ford Foundation (1976-79). This support is gratefully acknowledged.

The Cordova sundial was brought to my attention by my friend Dr. Lisa Golombek of the Royal Ontario Museum and the University of Toronto. A photograph of the sundial, together with information on its size and provenance, was kindly provided by Sra. Ana Maria Vicent Zaragosa, Director of the Museo Arqueológico Provincial in Cordova. The fact that the sundial had been published and the existence of the Almeria and Granada sundials came to my attention during an annual visit to the Sterling Library at Yale University in the spring of 1978. A photograph of the Tunisian sundial from the archives of Mr. Francis Maddison, Curator of the Museum of History of Science, Oxford, was kindly provided by M. Alain Brieux of Paris. A photograph of the Qayrawan sundial was kindly provided by Capt. René Rohr of Strasbourg. Prof. Owen Gingerich of Harvard University kindly obtained for me a microfilm of the *Libros del Saber* from Harvard University Library. Finally, it is a pleasure to record my gratitude to those libraries which have supplied me with microfilms of manuscripts in their collections, including the Egyptian National Library in Cairo, the Biblioteca de El Escorial; the Biblioteca Medicea-Laurenziana in Florence; and the British Library in London.

2. Each of the publications (*de los Santos* on the Cordova dial; *de Orús* on the Almeria dial; and *Cabanelas* on all three Andalusian dials) contains errors of interpretation, and none of them points out any of the defects of the dials. However, Cabanelas provided useful physical descriptions of each of the dials and put them in the context of earlier Greek sundials and the treatise on sundials in the *Libros del Saber*.

3. Until now the only general repertory of Islamic sundials has been *Mayer*.

Sédillot-père J.-J. Sédillot, *Traité des Instruments Astronomiques des Arabes composé au treizième siècle par Aboul Hhassan Ali de Maroc*, 2 vols. (Paris, Imprimerie Royale, 1834-1835).

Sezgin: F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*. Band 5: Mathematik, Band 6: Astronomie und Astrologie, (Leiden, E. J. Brill, 1976 and 1979).

Suter: H. Suter, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900).

Wiet: G. Wiet, *Les Mosquées du Caire* (Paris, Librairie Hachette, 1966).

Bibliographie

Description de l'Egypt: Description de l'Egypte (Paris, Imprimerie Imperiale, 1809-26).

DSB: *Dictionary of Scientific Biography*. 14 vols. (New York, Charles Scribner's Sons, 1970-76).

Carbers: K. Garbers, "Ein Werk Thābit b. Qurra's über ebene Sonnenuhren". *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abt. A, 4 (1936).

Janin: L. Janin, "Le Cadran Solaire de la Mosquée Umayyade à Damas," *Centaurus*, 16 (1971), 285-298.

Janin & King: L. Janin, and D. A. King, "Ibn al-Shāṭir's *Ṣandūq al-Yawāqīt*: an Astronomical "Compendium"," *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 187-256.

Kennedy: E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N. S., 46;2 (1956), 123-177.

Kennedy & Ghanem: E. S. Kennedy, and I. Ghanem, eds., *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir: an Arab Astronomer of the Fourteenth Century* (Aleppo, Institute for the History of Arabic Science, 1976).

King 1: D. A. King, "A Fourteenth Century Tunisian Sundial for Regulating the Times of Muslim Prayer", in *Prismata*: *Festschrift für Willy Hartner*, eds. W. G. Saltzer and Y. Maeyama, (Wiesbaden, Franz Steiner Verlag, 1977), pp. 187-202.

King 2: D. A. King, "On the History of Astronomy in Medieval Egypt", *Bulletin de l'Institut d'Egypte*, 1977.

King 3: D. A. King, "On the Astronomical Tables of the Islamic Middle Ages", *Studia Copernicana*, vol. 13 *(Colloquia Copernicana* III) (1975), 37-56.

Luckey: P. Luckey, "Thābit b. Qurra's Buch uber die ebenen Sonnenuhren", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie, und Physik*, Abt, B, Bd. 4 (1937-1938), 95-148.

Mayer: L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their Works* (Geneva, Albert Kundig, 1956).

Michel&Ben-Eli: H. Michel, and A. Ben-Eli, "Un Cadran Solaire remarquable", *Ciel et Terre*, 81 (1965).

Nallino: C. A. Nallino, *al-Battānī sive Albatenii Opus Astronomicum. (Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano*, XL). 3 vols. (Milan and Rome, 1899-1907, reprinted Frankfurt Minerva G. m. b. H., 1969).

RCEA: Et. Combe, J. Sauvaget, G. Wiet, *etc.*, *Repertoire Chronologique d'Epigraphie Arabe*, tôme 13, (Le Caire, 1944).

Schoy 1: K. Schoy, *Gnomonik der Araber*, in *Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren*, E. von Bassermann-Jordan, ed., Band IF. (Berlin-Leipzig, Vereinigung Wissenschaftlicher Verleger, 1923).

Schoy 2: K. Schoy, "Sonnenuhren der spätarabischen Astronomie," *Isis*, 6 (1924), 332-360.

Sédillot-fils: L. A. Sédillot, "Mémoire sur les Instruments Astronomiques des Arabes". *Mémoires de l'Academie Royale des Inscriptions et Belles-lettres de l'Institut de France*, 1 (1844), 1-229.

Table 3

Coordonnées des positions respectives sur le cadran Ibn Ṭūlūn

(Ombre en mms., azimuts au degré le plus proche)

Heures	Solstice d'été				Solstice d'hiver			
	Côté gauche		Côté droit		Côté gauche		Côté droit	
	Ombre	Azimut	Ombre	Azimut	Ombre	Azimut	Ombre	Azimut
1	185	18° S	187	19° S	275	33° N	272	33° N
2	83	10 S	83	11 S	–	–	130	40 N
3	50	4 S	50	4 S	93	49 N	94	48 N
4	28	3 N	28	2 N	73	60 N	73	59 N
5	–	–	13	19 N	62	74 N	62	73 N
6	5	90 N	5	90 N	58	90 N	57	90 N
ʿaṣr	–	–	50 ?	4 S	ʿaṣr (original)		102	45½ N
					ʿaṣr (corrigé)		105	44½ N

Equinoxes: Ombre de midi 26, ombre de l'ʿaṣr 71½, azimut de l'ʿaṣr 21½°

Table 2

Tables d'al-Maqsī pour un cadran horizontal à la latitude 30°

(MS Istanbul Nurosmaniye 2943, fol. 13v)

	Solstice d'été			Solstice d'hiver		
Heures	Hauteur	Azimut	Ombre	Hauteur	Azimut	Ombre
1	13;51° [0]	19;28° [−1] S	48;40 [−1]	9;21° [0]	34;16° [0]	72;[58?][2] [+1]
2	28;22 [0]	12;19 [0] S	22;14 [0]	17;54 [0]	42;13 [0]	37;9 [−1]
3	43;[15][1] [−1]	5;19 [+6!] S	12;45 [0]	25;20 [0]	51;41 [0]	25;21 [0]
4	58;20 [−1]	3;1 [−12] N	7;24 [0]	31;13 [−1]	62;56 [+1]	19;48 [+1]
5	73;13 [+1]	18;12 [−5] N	3;37 [0]	35;4 [0]	75;57 [+3]	17;6 [+1]
6	83;35 [0]	90;0 [0] N	1;21 [0]	36;25 [0]	90; 0 [0]	16;16 [0]
ᶜ*aṣr*	41;58 [+1]	5;51 [−1] S	13;21 [0]	23;0 [0]	48;20 [0]	28;16 [0]

Equinoxes: Ombre de midi 6;56[0], ombre de l'ᶜ*aṣr* 18;56[0], azimut de l'ᶜ*aṣr* 21;28° [0]

1. Le MS Nurosmaniye porte 55 mais le MS Le Caire Dār al-Kutub *mīqāt* 955, fol. 9v, porte 15.
2. Nurosmaniye: 18, Le Caire: 13, exact: 57.

Table 1

Tables d'al-Marrākushī pour un cadran horizontal à la latitude 30°
(MS Paris B. N. ar. 2507, fols. 123v and 137r)

	Solstice d'été			Solstice d'hiver		
Heures	Hauteur	Azimut	Ombre	Hauteur	Azimut	Ombre
1	13;51° [0]	19;28° [—1] S	48;40 [— 1]	9;21° [0]	34;14° [—2 N]	72;53 [—4]
2	28;21 [— 1]	12;19 [0] S	22;15 [+ 1]	17;53 [— 1]	42;14 [+1 N]	37;10 [0]
3	43;15 [— 1]	5;13 [0] S	12;45 [0]	25;20 [0]	51;40 [—1 N]	25;21 [0]
4	58;22 [+ 1]	3;16 [+3] N	7;24 [0]	31;15 [+ 1]	62;55 [0 N]	19;48 [+1]
5	73; 8 [— 4]	18;12 [—5] N	3;38 [+ 1]	35;5 [+ 1]	75;53 [—1 N]	17;5 [0]
6	83;35 [0]	90;0 [0] N	1;21 [0]	36;25 [0]	90;0 [0 N]	16;16 [0]
ᶜ*aṣr*	41;58 [+ 1]	5;52 [0] S	13;21 [0]	23;0 [0]	48;20 [0 N]	28;16 [0]

Equinoxes: Ombre de midi 6;56 [0], ombre de l'ᶜ*aṣr* 18;17 [devrait être 18;56!], azimut de l'ᶜ*aṣr* 21;14° [— 14] S

un dessin (voir Pl. 5). Ce cadran comporte un demi-cadran à droite qui montre le temps écoulé depuis le lever du soleil (et du même coup le temps qui reste à courir jusqu'à midi et à la prière qui y est associée, le *ẓuhr*). Les courbes des heures sont dessinées pour chaque dix degrés équinoxiaux et les valeurs sont indiquées sur la courbe du Cancer comme suit: 20°, 30°, . . ., 100° (le maximum pour la latitude 30° est environ 104½°). Le demi-cadran à gauche montre les degrés qui restent jusqu'à l'*ᶜaṣr* comme suit: 50°, 40°, 30°, 20°, 10°, puis la courbe de l'*ᶜaṣr* même, puis les degrés qui restent jusqu'au coucher du soleil (et à la prière du *maghrib*) comme suit: 50°, 40°, 30°, 20°. Voici donc un cadran bien utile pour la mosquée, qui sert à montrer le temps qui reste à courir jusqu'aux temps des trois prières: *ẓuhr*, *ᶜaṣr*, et *maghrib*.

APPENDICE

Additions et Corrections à *Janin & King*

1. Nous avons omis de souligner le fait, d'ailleurs évident, que lorsqu'Ibn al-Shāṭir explique qu'il regarde l'extrémité de la boussole par le trou dans le couvercle de la boîte, il ignore la déclinaison magnétique. Un siècle plus tard, ainsi que nous l'avons remarqué, al-Wafā'ī suggérait une correction de 7° pour en tenir compte.

2. Nous préparions notre description et usage du cadran polaire universel dans l'instrument d'Ibn al-Shāṭir, lorsque nous avons eu connaissance d'une illustration et d'une description dans *Michel et Ben Eli*, d'un cadran polaire pour une latitude déterminée construit à Acre en 1786-87. Nous reproduisons l'illustration dans la Pl. 6. Notez qu'il n'y a pas de courbe pour l'*ᶜaṣr*; on aurait pu en dessiner une pour la latitude locale, mais elle n'aurait pas pu servir pour d'autres latitudes. Il n'est pas exact de dire, avec Michel, que le cadran d'Acre était surtout destiné à régulariser les heures de prières. Nous ne connaissons pas d'autre cadran polaire dans le monde de l'Islam.

3. L'autre instrument décrit par al-Wafā'ī, appelé *al-muqawwar* et mentionné p. 217 note 11, est en fait une armille équatoriale comme le *dā'irat al-muᶜaddil*: mais les differentes parties se replient et peuvent être conservées dans la boîte ronde avec couvercle qui forme la base de l'instrument. Il résulte du traité d'al-Wafā'ī sur cet instrument que c'était une production antérieure à celle du *dā'irat al-muᶜaddil*: il ne mentionne pas, par exemple, la déclinaison magnétique, se contentant de dire que l'aiguille de la boussole a sa direction "près du méridien". Dans un article précédent nous avons comparé le *Ṣandūq al-yawāqīt* d'Ibn al-Shāṭir avec le *dā'irat al-muᶜaddil* d'al-Wafā'ī: *al-muqawwar* d'al-Wafā'ī constitue un échelon intermédiaire de développement et confirme notre impression qu'al-Wafā'ī s'était inspiré du *Ṣandūq al-yawāqīt* d'Ibn al-Shāṭir.

4. A la p. 213 lisez *samkarahu* au lieu de *mubkiruhu*.

que Marcel avait à sa disposition, les renseignements qui découlent de ces mesures sont assez surprenants.

En général les dessins du cadran que nous avons examinés semblent être assez exactement disposés, mais deux exceptions sont la courbe de l'*ᶜaṣr* et le tracé du solstice d'hiver. La branche gauche inférieure de la courbe de l'*ᶜaṣr* a été visiblement ajoutée plus tard pour essayer de rectifier la courbe originale de l'*ᶜaṣr*. De plus, l'erreur de la courbe originale de l'*ᶜaṣr* près du tracé du solstice d'hiver apparaît bien provenir d'une erreur dans la position de l'intersection du dit tracé avec le méridien. Si nous ajoutons la longueur du gnomon à la distance sur le méridien entre le pied du gnomon et le tracé du solstice d'hiver, nous obtenons la distance entre le pied du gnomon et l'intersection de la courbe originale de l'*ᶜaṣr* avec le tracé. Celui qui a dessiné la courbe corrigée de l'*ᶜaṣr* s'est arrangé pour que l'ombre de l'*ᶜaṣr* au solstice d'hiver ait une longueur correcte, mais l'erreur dans le tracé du solstice d'hiver sur le cadran entre la neuvième heure et la onzième, resultant probablement d'une erreur dans la position de la marque de la dixième heure au solstice, rendait impossible d'obtenir en même temps l'azimut correct pour l'*ᶜaṣr*. Etant donné que la fonction la plus importante d'un cadran de mosquée est l'indication du temps des prières, on ne peut pas dire que le constructeur de ce cadran ait remporté un plein succès! Peut-être, d'ailleurs, avons nous mis le doigt sur la raison de la destruction de ce cadran, brisé en plusieurs morceaux.

Enfin, nous remarquons que le seul autre exemple d'un cadran fait de deux demi-cadrans superposés que nous connaissions se trouve dans un traité sur la gnomonique par le *muwaqqit* égyptien Ibn al-Muhallabī, écrit au Caire en 829 H. = 1425—26 J. C.[6] Ce traité existe dans un beau manuscrit unique conservé à la Bibliothèque de Chester Beatty à Dublin, numeroté 3641 et copié à Alexandrie en 858 H = 1455 J. C. Ibn al-Muhallabī commence son traité par un éloge d'al-Maqsī, en ajoutant que le lecteur qui veut en savoir plus que ce qu'il va exposer dans son traité doit se tourner vers le compendium d'al-Marrākushī. Puis Ibn al-Muhallabī presente de nouvelles tables (voir Pl. 4) et de nouveaux dessins pour construire les cadrans horizontaux, verticaux, et inclinés, tous calculés pour la latitude du Caire, 30°. Parmi ces textes on trouve des tables pour tracer un cadran à deux moitiés avec

6. Si n est la distance requise en mms, nous avons, du fait que la distance méridienne entre les tracés des deux solstices est 52 mms, et que les ombres solsticiales sont 1;21 et 16;16 unités, que

$$\frac{n+52}{n} = \frac{16;16}{1;21} \approx 12 \quad ,$$

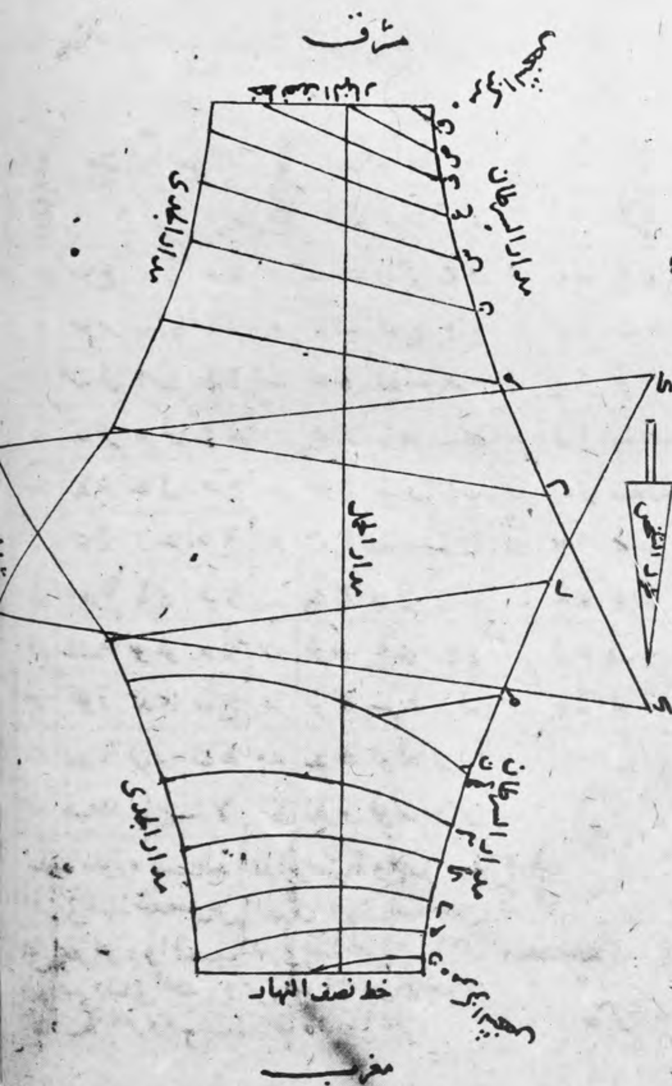
d'où

$$n + 52 = 12\,n \quad \text{et} \quad n \approx 5 \text{ mm.}$$

7. Ibn al-Muhallabī n'est mentionné dans aucun travail moderne sur la science islamique et on ne lui connait aucun autre ouvrage scientifique.



***Pl.* 6: Le cadran polaire d'Acre.** *(photo Abumax)*



Pl. 5: Extrait du manuscrit Chester Beatty no. 3641 (fol. 11v), qui montre le cadran à deux moitiés d'Ibn al-Muhallabī, qui sert à indiquer le temps qui reste jusqu'aux trois prières du *ẓuhr*, *ᶜaṣr*, et *maghrib*.

جدول فئ الباقى للعصر الموضوعة فى السطح الموازى

مدار السرطان — مدار الحمل — مدار الجدى

وانجب من ظل بارامد به تحصل المطلوب والله اعلم وهذا جدول بسيطة الدائر من الفلك مشرقا

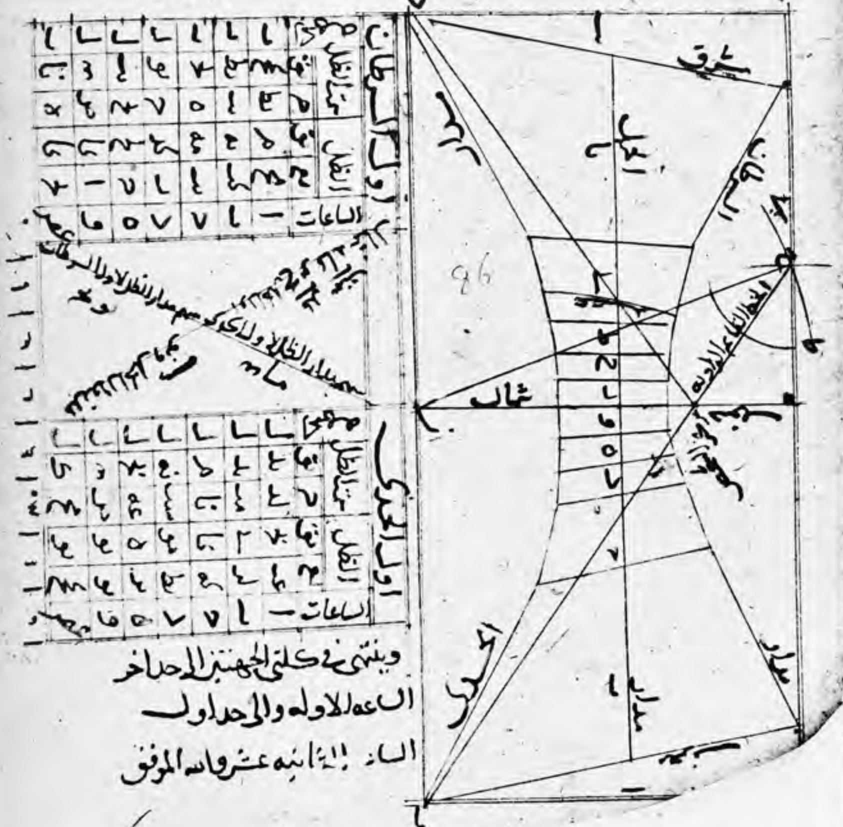
مدار السرطان — مدار الجدى

Pl. 4: Extrait du manuscrit Dublin Chester Beatty no. 3641 (fols. 10v et 11r), qui montre les tables avec lesquelles on pourrait dessiner le cadran illustré en Pl. 5. A droite on voit les tables qui donnent la hauteur du soleil, son azimuth, et la longueur de l'ombre d'un style de 12 unités, le tout calculé pour chaque 5° de temps écoulé jusqu'au milieu du jour pour les deux solstices. A gauche on voit les trois mêmes quantités calculées pour chaque 5° avant l'*ʿaṣr* pour les deux solstices et les equinoxes.

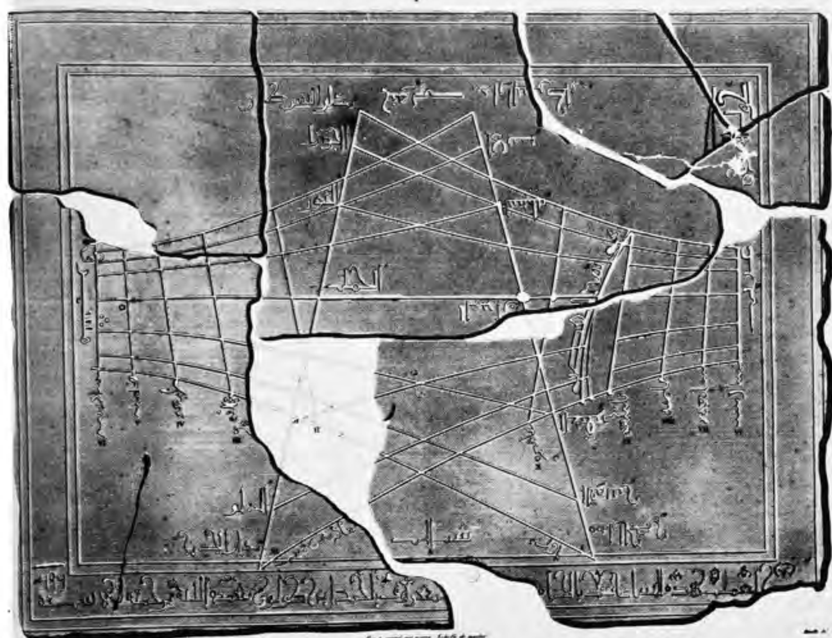
Pl. 3: Extrait du manuscrit le Caire Taymūr *riyāḍiyāt* 105 (fols. 137v-138r), du traité du roi yéménite al-Ashraf, qui montre le dessin d'un cadran aux heures temporaires pour la latitude de Taiz (13;37°), et les tables qui servent à le tracer. On remarque que le pied du gnomon se trouve entre la courbe du solstice d'été et la droite des équinoxes, et que la courbe de l'ʿaṣr montre un discontinuité

137

زاويه دحه بنصفين واخرج الخط القاسم لها حتى يلقى خط زكي فحيث لقيه
فهو مركز الشخص الاطول المطلوب وباقي العمل على ما تقدم الا ان مدار الحمل
يرسم هنا بانه خط ظل زواله وهو في هذا المثال ونو بالبركار من المسطره
ونضع احد طرفيه في مركز الشخص ونعلم بطرفه الاخر في خط هز مما يلي الشمال
لان العرض المفروض شمالي علامه ثم نخرج من هذه العلامه خطا يوازي بد



Pl. 2: Extrait du manuscrit Paris B.N. ar. 2507 (fol. 137r) du traité de Abū ʿAlī al-Marrākushī, qui montre le dessin d'un cadran aux heures temporaires pour la latitude du Caire, et les tables qui servent à le tracer.



Pl. 1: Le cadran solaire de la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn, reproduit par M. Marcel, et inseré comme illustration dans la *Description de l'Egypte.*

référer à Ibn al-Shāṭir ni à aucun autre astronome syrien.

Examinons maintenant les tables d'al-Marrākushī (Pl. 2) et d'al-Maqsī pour un cadran horizontal donnant les heures temporaires pour la latitude du Caire, retenue pour 30;0° avec une obliquité de 23;35°. Ces deux tables sont reproduites dans les Tableaux 1 et 2[4] et il apparaît probable qu'elles ont été calculées indépendamment. Les valeurs ont été recalculées avec le calculateur électronique de l'Université Américaine du Caire,[5] et pour chaque valeur des tables d'origine l'erreur dans le deuxième chiffre sexagésimal, c'est-à-dire dans les minutes, est donnée entre crochets, calculée selon la convention:

erreur = texte — valeur exacte

Les deux tables sont assez exactement calculées, bien que chacune comporte quelques erreurs qui auraient dû surprendre leurs calculateurs. Néanmoins les erreurs dans les coordonnées de l'ᶜ*aṣr* chez al-Marrākushī pour les équinoxes sont bien moins graves que celles qui ont produit la branche inférieure droite de la courbe de l'ᶜ*aṣr* sur notre cadran.

Le Tableau 3 montre les coordonnées correspondant aux positions solsticiales et équinoxiales du cadran d'Ibn Ṭūlūn, basées sur les mesures prises sur la planche de la *Description de l'Egypte*. Pour obtenir ces coordonnées on a d'abord calculé que les pieds des deux gnomons étaient à une distance d'environ 5 mms. au nord de l'intersection des meridiens et du tracé du solstice d'été.[5] Si l'on tient compte du caractère fragmentaire du cadran

4. La table d'al-Marrākushī se trouve déjà dans *Sédillot-père*, II, pp. 454 and 491.

5. Le processus trigonométrique pour le calcul de ces tables est le suivant. Nous posons la latitude locale φ, l'obliquité ε, la longitude du soleil λ. Nous calculons la déclinaison δ solaire par la formule

$$\sin \delta = \sin \varepsilon \sin \lambda ,$$

et l'équation du jour d par la formule

$$\sin d = \tan \delta \tan \varphi .$$

Ensuite la longueur d'une heure de jour temporaire t se déduit de la demi-longueur du jour D par la formule

$$t = \frac{D}{6} = \frac{90^\circ + d}{6} .$$

La hauteur du soleil h correspondant à une angle horaire égal à un multiple n de cette heure temporaire est alors fournie par la formule

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos (nt)$$

et la longueur de l'ombre correspondante s pour un gnomon de longueur 12 est alors

$$s = 12 \cot h .$$

Pour trouver l'azimut a nous utilisons la formule

$$\sin a = \frac{\sin h \sin \varphi - \sin \delta}{\cos h \cos \varphi}$$

Les procédés medievaux étaient mathématiquement equivalents aux procédés ci-dessus. Ils étaient déjà connus des astronomes musulmans au début du neuvième siècle, venant de sources indiennes où ils étaient déduits des projections orthogonales de la sphère celeste. Etant donné que ces déductions n'exigent aucune connaissance de trigonométrie sphérique, il est regrettable que bien des auteurs modernes pensent que les anciens astronomes musulmans qui ont utilisé ces formules devaient nécessairement connaître la formule du cosinus de la trigonométrie sphérique (voir, par exemple, tout récemment, *Sezgin*, V, pp. 35 et 261).

Moyen Age aussi comme la latitude du milieu de 4e climat.[7]

On ne peut pas encore tracer le dévelopement des tables islamiques depuis l'époque Abbasside jusqu'à l'époque d'al-Marrākushī, d'al-Maqsī et du cadran Ibn Ṭūlūn, mais les matériaux ne manquent pas pour les recherches futures. Il existe enfin des douzaines de manuscrits arabes et turcs dont la plupart sont de provenance égyptienne, syrienne et turque, qui traitent de la gnomonique et présentent des tables, mais qui n'ont encore jamais été etudiés.[8] (Curieusement on ne trouve presque rien en langue persane.) Toutes les tables qu'on trouve dans ces traités sur la gnomonique représentent une tradition islamique consistant à préparer des tables presque pour le seul plaisir de préparer des tables! Il est déjà évident dans leurs compilations sur d'autres chapitres de l'astronomie que les astronomes musulmans avaient une véritable passion pour le calcul des tables.[9]

IV. Analyse des dessins du cadran d'Ibn Ṭūlūn

Ni les tables d'al-Marrākushī, ni celles d'al-Maqsī ne donnent les coordonnées pour chaque signe du zodiaque, telles qu'elles auraient été nécessaires pour construire le cadran d'Ibn Ṭūlūn. De plus nous n'avons pas d'autres tables égyptiennes de cadrans solaires remontant au treizième siècle ou aux siècles précédents. En fait les seules tables connues de cadrans solaires islamiques remontant au treizième siècle et qui donnent les coordonnées pour chaque signe, sont celles qui ont été établies pour differentes latitudes dans le Yémen et le Hedjaz par le Sultan du Yémen al-Ashraf, dans son traité sur l'astrolabe, le cadran horizontal et la boussole magnétique, écrit aux environs de 1295.[1] Le Sultan al-Ashraf connaissait l'ouvrage d'al-Marrākushī écrit à peine quinze ans plus tôt. Un extrait de ses tables de cadrans, montrant des tables calculées expressément pour la latitude de Taiz retenue pour 13;37°, est reproduit dans Pl. 3. On ne connait pas de tables pour cadrans aussi detaillées depuis le quatorzième siècle, bien que le cadran d'Ibn al-Shāṭir construit pour la Mosquée Umayyade de Damas porte le tracé des ombres pour chaque signe du zodiaque,[2] et qu'Ibn al-Shāṭir ait très probablement construit son cadran en utilisant des tables qu'il avait preparées à l'avance. L'astronome syrien du quinzième siècle al-Tīzīnī a dressé un jeu detaillé de tables de cadrans et presenté son travail comme une extension du traité d'al-Maqsī,[3] sans se

7. Voir *Nallino*, II, pp. 188 et 295-296.

8. Une exception est le traité (avec tables) de Sibt al-Māridīnī (*Suter*, no. 445) qui a été étudié dans *Schoy* 2.

9. Voir *Kennedy* sur les manuels astronomiques appelés *zījes* et *King* 3, spécialement pp. 51-53 et 56, où l'on traite des tables pour construire les cadrans solaires.

1. Sur le Sultan al-Ashraf voir *Suter*, no. 394. Son traité se trouve dans le MS Le Caire Taymūr *riyāḍa* 105 (149 fols., *ca.* 695H),et il paraît qu'il y en a une autre copie à Téhéran.Une table qui donne la hauteur l'azimuth du soleil pour chaque heure temporaire et chaque signe du zodiaque, calculée pour la latitude du Caire, se trouve dans la traité sur les cadrans du célèbre Ibn al-Haytham (*fl.* le Caire, *c.* 1025 J. C.), dont nous avons examiné le MS Teheran Majlis-i-Shūrā 39341,1 (11 fols., *ca.* 1000H). Dans ce manuscrit tous les chiffres manquent dans la table, et nous n'avons pas eu l'occasion de consulter d'autres manuscrits de cette oeuvre.

2. *Cf.* l'illustration dans l'étude citée dans la note 3 de la Section 1.

3. Sur al-Tīzīnī voir *Suter*, no. 450. Ses tables se trouvent dans le MS Vatican Borg. 105,3 (fols. 20r-38v, *ca.* 900H), texte apparemment unique.

française par J.-J. Sédillot,[2] toute la théorie mathématique et en outre des tables pour construire les cadrans horizontaux, verticaux, et inclinés à la fois sur le méridien et sur le premier vertical. Al-Marrākushī donne aussi des tables pour construire ces cadrans à la latitude du Caire, 30°, où il travaillait quelques années avant la construction du cadran Ibn Ṭūlūn, car il a daté son traité de 1280 J. C.[3] Voir en Pl. 2 ses tables et son dessin pour un cadran horizontal préparé pour cette latitude.

Il y a un autre traité égyptien sur les cadrans qui date de la même époque que celui d'al-Marrākushī et qui n'avait jamais été étudié jusqu'à il y a quelques années. Ce nouveau traité qui a été préparé par l'astronome égyptien al-Maqsī en 1277 J. C., soit un peu avant le traité d'al-Marrākushī, contient plus de cent tables pour construire les cadrans à la latitude du Caire, 30°.[4] Ce qui rend les tables d'al-Maqsī plus complètes que celles d'al-Marrākushī, c'est qu'il calcule une table pour les cadrans verticaux inclinés sur le méridien pour chaque degré de l'inclinaison. Où est-ce qu'on doit chercher l'origine de ces tables Islamiques pour les cadrans?

Il a été découvert en 1974 un traité sur les cadrans attribué à al-Khwārizmī (*fl.* Baghdad, *ca.* 830 J. C.).[5] Ce traité existe dans un manuscrit précieux à Istanbul; il consiste en une courte introduction et en plusieurs tables qui donnent pour douze latitudes différentes entre 0° et 40° la hauteur du soleil, son azimut et la longueur de l'ombre d'un style de 12 unités pour chaque heure temporaire. Il ya des tables additionelles pour les latitudes de Samarra et Baghdad, et la valeur de l'obliquité employée est 23;51° (employée par al-Khwārizmī dans ses tables astronomiques). En 1976 quelques unes de ces tables ont été trouvées ajoutées au traité sur les astrolabes extraordinaires d'al-Sijzī (*fl.* Iran, *ca.* 950 J. C.), conservé dans un autre manuscrit précieux à Istanbul.[6] D'autres tables de cette sorte existent dans les sources manuscrites. Dans le manuscrit unique du texte arabe du manuel astronomique (*zīj*) de l'astronome Syrien al-Battānī (*fl.* Raqqa, environ 910 J. C.). C. A. Nallino, qui a publié ce *zīj*, a trouvé, parmi quelques tables qui ne doivent pas appartenir au travail original d'al-Battānī, deux petites tables qui donnent la hauteur du soleil et son azimut pour chaque heure temporaire, calculés pour la latitude 36°, employée par al-Battānī pour Raqqa et acceptée au

2. *Sédillot-père* présente une traduction de la premiere moitié du traité dans lequel on trouve une discussion de la gnomonique. *Sédillot-fils* offre un sommaire assez mal présenté de la deuxieme moitié du traité.

3. Voir *Sédillot-père*, pp. 136-137 et 276. J.-J. Sédillot a faussement daté al-Marràkushī à 1230 J. C. (voir *Sédillot-père*, I, pp. 13-14) et n'a nulle part mentionné qu'il travaillait au Caire.

4. Sur al-Maqsī voir *Suter*, no. 383.

5. Sur al-Khwārizmī voir l'article de G. J. Toomer dans *DSB*. Son traité sur les cadrans se trouve dans MS Istanbul Aya Sofia 4830, fols. 231v-235r, copié 626H/1228-29 à Damas.

6. Sur ce traité voir *Sezgin*, V, p. 334, no. 34.

une deuxième courbe de l'ᶜaṣr fut tracée à sa gauche. C'est nettement le cas pour les déclinaisons septentrionales (partie inférieure de la courbe); pour les déclinaisons meridionales, il est impossible de distinguer entre les deux branches. Notre hypothèse se base sur le fait que la branche inférieure droite de la courbe de l'ᶜaṣr est effectivement fautive et que la branche inférieure gauche est plus correctement disposée (voir Section IV).

Bien qu'il soit beaucoup plus récent (696 H = 1296 J. C.) que la mosquée à laquelle il était destiné (elle fut construite en 259 H = 872 J. C.), ce cadran est le plus ancien des cadrans solaires musulmans du Caire qu'on connaît aujourd'hui. Son dessin, nous l'avons vu, est original. La gravure est d'une exécution parfaite. Ses inscriptions sont d'une ecriture très rare: elles sont en caractères karmatiques de la forme la plus élégante; les points diacritiques y sont fidèlement indiqués. A tous ces titres et bien que nous ne le connaissions que par une reproduction, heureusement très exacte, le cadran solaire qui ornait jadis la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn était une pièce splendide, au moins à première vue.

III. Sur les tables employées par les astronomes arabes pour la construction des cadrans

En considérant les nombreux traités sur les cadrans écrits par des savants arabes aux premiers siècles de l'Islam et la pléthore de tels traités (écrits principalement en Egypte, Syrie, et Turquie) dans les six derniers siècles, on voit que le petit nombre des cadrans qui subsistent ne représente point l'intensité de l'activité musulmane dans ce domaine. On connait l'existence de traités sur les cadrans, dont la plupart sont perdus, préparés par plusieurs astronomes arabes dès l'époque Abbasside (spécialement au neuvième siècle).

Le plus complet parmi les documents les plus anciens qui nous sont connus à l'heure actuelle est une remarquable étude sur les cadrans plans qui émane de Thābit b. Qurra, philosophe, médecin, mathématicien, et traducteur, (*fl.* Baghdad, *ca.* 900 J. C.). Ce traité, publié et traduit par K. Garbers et analysé par P. Luckey,[1] expose la théorie géométrique de toutes les sortes de cadrans plats, d'une manière très rationnelle et très détaillée, précisant les formules diverses utilisées pour le calcul et la construction de ces cadrans, qu'ils soient horizontaux, verticaux, méridionaux, ou déclinants, orientaux ou occidentaux, ou inclinés et déclinants. Mais ce traité ne contient pas de tables.On trouve aussi dans le compendium de l'astronome arabe du treizième siècle Abū ᶜAlī al-Marrākushī et dans la moitié qui a été publiée en traduction

1. Voir *Garbers* et *Luckey*. Une autre très importante étude sur la gnomonique arabe est la thèse de P. Luckey citée dans *Sezgin*, V, p. 294.

n'a rien à faire avec un tel cadran, nous pensons qu'il faut lire: *ṭūl al-miqyās*, c'est-à-dire, "longueur du style", ou bien, *ṭūl al-miqyāsayn*, c'est-à-dire, "longueur des deux styles". Nous croyons de plus qu'à côté de cette inscription on trouvait jadis un trait de la même longueur, qui manque sur le dessin de Marcel à cause des fractures du cadran.

Les 4 points cardinaux sont marqués: Nord A, Sud E, Est C, Ouest D. Les 2 styles identiques et perpendiculaires à la table étaient placés au sud de la petite échelle ouvrant chaque moitié; ils avaient leur pied en des points qui n'ont pu être relevés, car les styles avaient été arrachés en même temps qu'avaient été cassées les parties correspondantes de la dalle.

Chaque moitié du cadran comporte les lignes des signes: sur la partie Est sont inscrites la droite des équinoxes (Balance 7) et les hyperboles d'entrées dans les signes (Ecrevisse 4, Lion 5, Vièrge 6, Scorpion 8, Sagittaire 9, Capricorne 10). Sur la partie Ouest sont également inscrites la droite des équinoxes (Bélier 1) et les hyperboles d'entrées (Taureau 2, Gémeaux 3, Ecrevisse 4, Capricorne 10, Verseau 11, Poissons 12).

Les heures marquées sont, selon l'usage ancien, les heures "temporaires", qui représentent la douzième partie de la durée du jour; les "heures" d'été sont ainsi plus longues que les "heures" des équinoxes (heures astronomiques), elles-mêmes plus longues que les "heures" d'hiver. Elles sont indiquées par des droites plus ou moins inclinées et qui sont numérotées, du matin au soir: la première I (il faut comprendre fin de la première heure), la deuxième II. . . , la sixième VI (midi), la septième VII. . . la onzième XI. Les heures du lever et du coucher du soleil ne peuvent pas être indiquées, le rayon horizontal du soleil rejetant alors à l'infini l'ombre des styles.

Entre la 9^{e} et la 10^{e} heure, sur la moitié Ouest du cadran l'inscription *qaws al-ᶜaṣr*, c'est a dire, "courbe de l'*ᶜaṣr*" se refère à l'heure à laquelle, selon la date, doit être récitée la prière de l'*ᶜaṣr*, une des cinq prières obligatoires de l'Islam. D'après l'opinion dominante, l'heure de l'*ᶜaṣr* intervient dans l'après-midi, lorsque l'ombre du style est égale à son ombre méridienne augmentée de la longueur du style.

Afin de prevenir le fidèle que l'heure de l'*ᶜaṣr* approche, une plage sans gravure est ménagée sur la partie ouest du cadran, a partir de la droite de la 9^{e} heure. Il est alors plus facile de voir exactement où se trouve la pointe de l'ombre et d'apprécier le temps restant à courir jusqu'a l'*ᶜaṣr*. Mais en regardant de près la courbe de l'*ᶜaṣr* on constate qu'elle parait avoir été dessinée en double, très nettement dans sa moitié nord, moins nettement dans sa moitié sud; quelle courbe faut il retenir?

La raison de cette double courbe de l'*ᶜaṣr* semble être que la courbe originale de l'*ᶜaṣr*, qui borde l'espace libre, s'est révelée fautive et qu'alors

M. Marcel ont été rapportées d'Egypte et le dessin du cadran solaire qu'elles représentent se trouve reproduit dans *l'Atlas de la Description de l'Egypte*, cet ensemble monumental contenant les rapports de tous les savants chargés de mission et dont on peut dire qu'il a "lancé" l'égyptologie.

Car il s'agit bien d'un cadran solaire, comme le laissent supposer les inscriptions. A première vue, la complexité (Pl. 1) est grande: deux gerbes de 7 branches, maintenues par des sortes de liens, partent des deux côtés de la dalle et s'élancent l'une vers l'autre en s'entrecroisant; partout des inscriptions qui semblent se mélanger et dont il faut retrouver l'application.

Mais pour qui a l'habitude des cadrans solaires musulmans, il apparaît bientôt que le dessin représente en fait deux moitiés d'un seul cadran, imbriquées l'une dans l'autre. Si l'on fait glisser par exemple la gerbe de droite vers la gauche jusqu'à ce que coincident les deux échelles les plus petites (ou inversement la gerbe de gauche vers la droite, *etc.*), on reconstitue le dessin connu d'un cadran solaire horizontal ordinaire (Pls. 2 et 3). Alors que chaque moitié du cadran avait son style particulier, la translation ci-dessus effectuée a fait coincider les deux styles en un seul, qui gouverne l'ensemble du cadran reconstitué.

Pourquoi l'auteur de ce cadran a-t-il adopté la complication des deux demi-cadrans? Il faut d'abord reconnaître que ce dessin, avec ses courbes, droites et inscriptions enchevêtrées, mais disposées selon un plan facile à retrouver, répond bien à la recherche géométrique et ornementale chère aux dessinateurs musulmans. La conception de ce dessin semble d'ailleurs être originale, car nous ne connaissons qu'un autre exemple d'une representation analogue (voir ci-dessous). En outre le procédé retenu permet de réduire considérablement l'encombrement du cadran.

L'inscription gravée sur le bord inférieur de la dalle indique:

.... (؟) لعمل هذه الساعات بالجا[مع]... (؟) [ال]معروف
باحمد بن طولون تغمده الله برحمته فى (؟) سنة ٦٩٦

c'est-à-dire:

. . . (?) pour faire (?) ces heures dans la mosquée
. . . (?) connue par (le nom de) Aḥmad ibn Ṭūlūn – que Dieu le protège avec Sa grace – dans (?) l'an 696H (= 1296-97 J. C.)

Dans le coin droit supérieur se trouve une autre inscription qui ne se laisse pas très bien lire. Marcel et Sédillot ont cru y lire: *ṭūl al-Miṣrayn n-h*, c'est à dire, "longitude des deux *Miṣrs*: 55°". Considérant que le longitude

premier auteur commence par un description du cadran (Section II) et le deuxième continue par une discussion des methodes employées par les astronomes musulmans pour construire les cadrans solaires (Section III), et une analyse mathématique des dessins du cadran de la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn comparés avec les tables préparées par les astronomes égyptiens à l'époque Mamelouke (Section IV).

Remerciements

Les études sur l'histoire de la science Islamique faites au Centre Américain de Recherches du Caire ont été patronnées (1972-80) par la Smithsonian Institution et la National Science Foundation, Washington, D. C., Etats-Unis, et aussi (1976-78) par la Ford Foundation.

Nous avons aussi à exprimer notre gratitude à ceux qui nous ont fourni des photos et nous ont permis de les publier: Mlle. Seguy, Conservateur en Chef de la Section Orientale du Département des Manuscrits à la Bibliothèque Nationale à Paris (Pls. 1 et 2); M. le Dr. S.M. Shineiti, Chef de la Bibliothèque Nationale au Caire (Pl. 3); et M. le Dr. P. Henchy, Directeur de la Bibliothèque de Chester Beatty à Dublin (Pls. 4 et 5).

II. Historique et description du cadran

Décidée en 1798 par le gouvernement du Directoire, l'expedition d'Egypte comportait, outre les moyens militaires placés sous le commandement du général Bonaparte, un nombre important de savants et de techniciens appartenant aux disciplines les plus diverses, qui reçevaient la mission de se consacrer à l'étude de l'Egypte et de sa civilisation. Parmi les bénéficiaires de cette initiative se trouvait M. J. J. Marcel, ancien directeur de l'imprimerie royale, grand spécialiste des langues orientales et de leurs écritures.

Dès son arrivée au Caire, M. Marcel se mit à dessiner et à reproduire toutes les inscriptions en langue arabe qu'il put relever sur les monuments, principalement sur les mosquées, écoles et tombeaux.

A la mosquée d'Ibn Ṭūlūn, l'une des plus anciennes du Caire, il découvrit, dans un pan de mur du minaret attenant à la mosquée, plusieurs fragments brisés d'une dalle de pierre, qui comportaient de nombreuses lignes, courbes et inscriptions gravées. Il rassembla aussitôt ces fragments qui reconstituèrent, à part quelques manquants peu importants, une dalle de 69 cm, sur 53 cm, laquelle faisait apparaître un quadrillage complexe mais harmonieux. M. Marcel s'empressa d'en tirer plusieurs exemplaires par les procédés typographiques, comptant bien emporter plus tard les fragments eux-mêmes; mais. . . dès le lendemain matin, ils avaient disparu! . . enlevés par quelqu'un qui avait pensé trouver là des objets de valeur, à en juger par les soins dont les entouraient des Français. . . Heureusement, les empreintes relevées par

Le Cadran Solaire de la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn au Caire

L. Janin † et D. A. King*

I. Introduction

Depuis les recherches de Carl Schoy aux environs de 1920 sur la gnomonique arabe[1] les cadrans solaires musulmans ont été presque totalement ignorés par les historiens des sciences. Ce qui manque évidemment pour la documentation fondamentale sur la gnomonique arabe, ce sont des reproductions et des descriptions détaillées des plus importants cadrans solaires arabes.[2] L'un de nous a publié en 1972 une description d'un cadran magnifique du célèbre astronome Syrien du quatorzième siècle Ibn al-Shāṭir, cadran qui n'avait jamais été décrit dans la littérature moderne, bien qu'il soit sans doute le plus splendide de tous les cadrans arabes connus.[3] L'autre signataire a préparé plus récemment une description d'un cadran tunisien du quatorzième siècle qui a une importance spéciale pour notre connaissance des origines des définitions des prières musulmanes.[4] Le cadran que nous présentons ici, qui ornait jadis la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn au Caire,[5] n'existe plus, mais il a été l'objet d'une très fidèle reproduction, parue dans la célèbre *Description de l'Egypte* préparée par les savants qui accompagnaient Bonaparte en Egypte.[6] De son côté L.A.M. Sédillot en a donné une description dans son "Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes" d'après le traité de l'astronome Abū ʿAlī al-Marrākushī, qui travaillait au Caire à la même époque que le constructeur du cadran de la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn.[7] Nous considérons qu'il est interessant de présenter a nouveau ce beau cadran à la lumière des plus récentes recherches sur l'histoire de l'astronomie en Egypte médiévale.[8] Le

* American Research Center in Egypt, 2 Midan Kasr el-Doubara, Garden City, Le Caire, Egypte.

1. Voir *Schoy* 1 et 2, et aussi Notes 1 et 2 à Section III.

2. Plusieurs des cadrans solaires musulmans qu'on connait sont indiqués dans *Mayer*. On s'attend a ce que la nouvelle édition que préparent M. Alain Brieux de Paris et Mr. Francis Maddison d'Oxford contiendra assez de nouvelles informations sur les cadrans pour susciter un renouveau d'interêt sur ce sujet.

3. *Janin*, reproduit en *Kennedy-Ghanem*, pp. 107-121.

4. *King* 1.

5. Voir *Wiet*, pls. 2-5 et pp. 100-101.

6. *Description de l'Egypte, Etat moderne, planches*, tome 11, planche c, et *Sédillot-fils*, pp. 25-26 et 56-58. Pour la documentation de l'inscription voir *RCEA*, no. 5023 à p. 157.

7. Voir *Sédillot-pere*, II, Pl. XVI, fig. 86.

8. Voir *King* 2 et les références citées.

We may well doubt that much would ever have come from Hunter's friend. Even more dubious is Tod's famous epitaph of Jayasiṃha himself:[90] "Three of his wives and several concubines ascended his funeral pyre, on which science expired with him." The "science" he supported never had a chance to develop in Sanskrit because no Indians were ever trained to utilize the observatories or the translations in a constructive manner, and because, whatever the results of Jayasiṃha's own observations may have been, they were not published in Sanskrit.

We have seen, therefore, that though a few elements of Islamic astronomy were adapted by Indian astronomers before the Moghul period, they were not allowed to affect in any way the structure of the traditional science. Moreover, though efforts were made to introduce various of the works emanating from the School of Samarqand to Sanskrit-reading astronomers in the seventeenth century, the translations met with hostility on the part of some, indifference from most, and, at best, an attempt to Indianize them on the part of a few; but these translations and adaptations contained nothing that would instruct the Indians regarding the reason for the claimed superiority of Islamic astronomy, which was its methodology involving both a reliance on carefully planned and executed observations and a concern with the cinematics of the planetary models. Finally Jayasiṃha's activities, while they resulted in Sanskrit translations of the *Almagest* and a few other works that could have taught this methodology to the Indians, were apparently completely ineffective; his original works in Sanskrit were not innovative, the translations themselves were ambiguous, and the main contribution of his school to astronomy, the *Zīj-i Muḥammad Shāhī* was addressed to a Persian rather than to a Sanskrit audience. Nityānanda, Kamalākara, Jayasiṃha and others may have recognized the superiority of Islamic over Indian astronomy, but they failed to find a way to persuade other Indian scientists of this fact, in part, I believe, because they did not themselves perceive wherein the superiority lay.

90. J. Tod. *Annals and Antiquities of Rajasthan* (repr. Oxford, 1920), vol. 3, p. 1356.

For he did, with his Persian experts, construct those five famous observatories. Jagannātha mentions these observatories and some of the results obtained at them, and some obtained by other astronomers at other observatories.[86] From this passage and from the *Zīj-i Muḥammad Shāhī* produced in the name of Jayasiṃha probably by Khayr Allāh Khān[87] we know that Javasiṃha intended to follow the traditional method of Islamic astronomy in correcting astronomical parameters by careful observation, and that he hoped to improve the Islamic technique by simultaneously observing the same phenomena from five different localities. Though Jagannātha refers to some minor corrections to parameters like the obliquity of the ecliptic, it appears unlikely that the tables in the *Zīj-i Muḥammad Shāhī* are very different from those in the *Zīj* of Ulugh Beg; but no detailed study of Jayasiṃha's zīj has yet been made, so that we cannot decisively deny real significance to his work. However, the description of them given by Hunter in 1797[88] makes it clear that the structure of the tables is entirely Islamic. We do have for comparison, in Sanskrit, two works attributed to Jayasiṃha: a *Javavinodasāriṇī* written in 1735, which contains tables for constructing the traditional Indian calendars, and a *Yantrarājaracanā*, a conventional Sanskrit treatise on the astrolabe. Neither work shows any trace of a new approach to astronomy . Moreover, other Sanskrit astronomical works written in Rājasthān and elsewhere in northern India in the eighteenth century seem *not* to have been influenced by Jayasiṃha. In fact, it seems probable that Khayr Allāh Khān was the sole designer of this ambitious project, though Jayasimha supported it enthusiastically and contributed to it financially if not to any great extent intellectually; the *Zīj-i Muḥammad Shāhī* was never even translated into Sanskrit as had been the *Almagest*. And the translation of the *Almagest*, though extant in some two dozen complete or fragmentary copies, does not seem to have been used at all by those who composed treatises on astronomy in Sanskrit in the late eighteenth and nineteenth centuries.

Hunter, however, claims to have met at Ujjayinī the grandson of one of Jayasimha's assistants whom he believed to be capable of carrying on the tradition because, while trained in traditional Indian astronomy, he possessed manuscripts of the *Siddhāntasamrāṭ* and of a Sanskrit translation of Napier's logarithms, and he acknowledged the superiority of European science. To Hunter's regret, this paṇḍita soon died, "and with him the genius of Jayasiṃha became extinct".[89]

86. *Siddhāntasamrāṭ*, vol. 2, pp. 1162-1165.

87. Storey, pp. 93-95.

88. W. Hunter, "Some Account of the Astronomical Labours of Jayasinha, Rajah of Ambere, or Jayanagar", *AR* 5 (1797), 177-211, esp. 205-209.

89. *Ibid.*, 210.

and then gives Sanskrit equivalents or explanations of them. In doing this the translator demonstrates his knowledge of the traditional Sanskrit terminology in geometry and in astronomy. From time to time either he, or more probably the person who computed the longitude of the solar apogee in 1765, adds Indian material; thus the *Sūryasiddhānta* is wrongly mentioned as using 22/7 as a value of π,[79] and the Indian measurements *aṅgula* and *yava* are added to the usual Persian *farsang*, *mīl*, and *gaz*.[80] But otherwise this is a straightforward translation of an introductory manual of astronomy through which a Sanskrit reader could learn the elements of late Islamic astronomy, but nothing about its methodology.

The most conscientious effort, however, to make Islamic astronomy and its methodology available in Sanskrit was that of Savāī Jayasiṃha of Jayapura in the early eighteenth century. Unfortunately, I have not yet had access to the unique manuscript, in the Mahārāja's Museum at Jayapura (no. 46), of Nayanasukhopādhyāya's translation of Naṣīr al-Dīn's *Tadhkira* with the commentary of al-Barjandī;[81] it would indeed be fascinating to examine it and to discover in what form the "improvements" to the Ptolemaic planetary models devised in Marāgha were transmitted to eighteenth century India. But Jagannātha's translation of Naṣīr al-Dīn's version of the *Almagest*, the *Siddhāntasamrāṭ*, has been published, though not critically edited; from this it is apparent that Jagannātha also had access, presumably through the earlier Sanskrit translations used by Munīśvara, Kamalākara, and Nityānanda, to at least some of the views of Ulugh Beg and of his colleague, Jāmshīd al-Kāshī.[82] For, after the thirteenth and last book of the *Almagest*, he adds a supplement which includes a *yantrādhyāya*, in which he describes the instruments that Jayasiṃha had set up in his observatories in imitation of those installed by Ulugh Beg at Samarqand,[83] and an explanation of Ulugh Beg's and al-Kāshī's derivations of sines.[84] And this is followed by a series of notes on how to deal with traditional aspects of Indian astronomy that are not directly touched on by Ptolemy or that are treated in a different manner by Ptolemy but not, in Jagannātha's opinion, fully enough. He even tacks on at the end a description of the *Sūryasiddhānta's* planetary theory, presented in the traditional style.[85] The ambiguity towards scientific method implied by the inclusion of this material in Jagannātha's work is characteristic of Jayasiṃha's approach to astronomy.

79. *Hayatagrantha*, p. 16.
80. *Hayatagrantha*, p. 137.
81. *CESS* A4.
82. Storey, pp. 72-73.
83. *Siddhāntasamrāṭ*, vol. 2, pp. 1031-1048.
84. *Siddhāntasamrāṭ*, vol. 2, pp. 1048-1085.
85. *Siddhāntasamrāṭ*, vol. 2, pp. 1165 sqq.

and it computes the longitude of the sun's apogee "at the present time" for A. H. 1178, which began on 1 July 1764.[72] These conclusions are rendered doubtful, however, by the fact that both the references to Kāshī and the computation of A. H. 1178 are omitted by Nāgeśa, and are therefore likely to be interpolations in the other two manuscripts. This doubt is strengthened to a certainty by the existence of a manuscript of the *Hayatagrantha* copied by Ṭīkārāma Jyotiṣī in 1730 in the Mahārāja's Museum in Jayapura (no. 24), and the recording in 1875 of another in Oudh that was copied in 1694.

The *Hayatagrantha*, therefore, was probably written in the seventeenth century, but on the basis of a Persian work different from that available to Nityānanda in 1639. For the *Hayatagrantha*'s parameters for its planetary models, which are completely Islamic, differ from those of Romaka as presented in the *Siddhāntarāja*. The *Hayatagrantha* refers by name to ʿAlaʾ al-Dīn ʿAlī al-Qūshjī (*allāma kauśaji nāma ulūkavegasya guruputra*) for his determination by "our observation" (*asmadrasada*) of the obliquity of the ecliptic,[73] and for the use of sunset epoch in Arabia (*arabadeśa*);[74] and it mentions "our observation" (*asmābhir vedhena rasadaḥ*) of the longitude of the solar apogee in Muḥarram 841 A. H., which is July 1437.[75] This suggests that the Persian original of the *Hayatagrantha* is the *Risālah dar hay'at* or *Fārsī hay'at* composed by al-Qūshjī[76] at Istanbul and dedicated to the Ottoman Sulṭān Muḥammad ibn Murād (1451-1481), the conqueror of Byzantium; the work was known in Mughal India as the commentary by Muṣliḥ al-Dīn Muḥammad al-Anṣārī and was dedicated to the Emperor Humāyūn (1530-1556). The arrangement of the two texts supports this hypothesis; each contains an introductory section in two parts, two main sections (divided into six and eleven *bābs* respectively in Persian, into four and ten in Sanskrit), and a supplement. I have not been able as yet to examine a copy of the Persian original in order to test this hypothesis. But the fact that the section on chronology in the *Hayatagrantha*[77] is a revision of that in Ulugh Beg's *Zij*[78] confirms the suggestion that the former represents a product of the school of Samarqand.

I do not wish now to go into the details of the *Hayatagrantha*. It should suffice to state that it consistently transliterates the Persian technical terms,

72. *Hayatagrantha*, p. 69.
73. *Hayatagrantha*, p. 24.
74. *Hayatagrantha*, p. 128.
75. *Hayatagrantha*, p. 69.
76. Storey, pp. 75-77.
77. *Hayatagrantha*, pp. 128-133.
78. L. P. E. A. Sédillot *Prolégomènes des tables astronomiques d'Oloug-beg* (Paris, 1853), pp. 7-28.

al-Rūmī) of computing the sine of 1° and even of 1′.[67]

Unfortunately, the Wellcome Institute's manuscript breaks off in the midst of Nityānanda's descriptions of the Islamic planetary models so that I do not know the extent to which the rest of his work is indebted to Muslim astronomy. But a sufficient portion of the *Siddhāntarāja* has been investigated to show that his planetary system is completely Islamic, though some of its elements are reworked to fit into a traditional Indian mode of expression. But, despite some assertions (not uncommon in classical Sanskrit texts on astronomy) that the Romaka computations lead to results closer to observed positions than do the Sūryasiddhānta's or Brahmagupta's, Nityānanda shows no understanding of the role of observations in improving the models of celestial motions devised by astronomers or their parameters. He has, in fact, done nothing but to recast a Sanskrit translation of an Islamic astronomical work into a form more congenial, and perhaps more acceptable, to an orthodox *jyotiḥśāstrin*.

Indeed, we have already seen that such a Sanskrit translation of a work dependent on Ulugh Beg's *Zīj* was available in the seventeenth century, in Benares as well as in Delhi. And a manuscript of a Sanskrit *Jīca Ulugbegi (Zīj-i Ulugh Beg)* is preserved in the Mahārāja's Museum is Jayapur no. 45; it was acquired from Surata through Nandarāma Josī, who is probably the Nandarāma Miśra who wrote voluminously on astronomy and astrology at Kāmyakavana in Rājasthān between 1763 and 1778.[68] We do not yet know whether this translation is identical with that used by Munīsvara, Kamalākara, and Nityānanda. But that it was expected that translations of astronomical works would be made from Persian into Sanskrit (as they were under the Moghuls also from Sanskrit into Persian) is indicated by the existence of a special Persian-Sanskrit dictionary of astronomical terms intended to facilitate the process. This is the as yet unpublished *Pārasīprakāsa* composed under the patronage of Shāh Jahān in 1643 by Mālajit,[69] a scholar from Srīsthala in Gujarat who was awarded the title of *Vedāngarāya* by the Emperor for his efforts.

One such translation that illustrates again the influence of the Samarqand school on Indian astronomers is the *Hayatagrantha*.[70] This was edited a decade ago on the basis of three manuscripts in Benares, of which the oldest was copied by Nāgesa in 1765. The editor believed that it was composed in Benares in the eighteenth century; for it refers to Kāshī several times,[71]

67. *Siddhāntarāja* 3, 19-85.

68. *CESS* A3, 128b-130b.

69. *CESS* A4.

70. Ed. V. Bhaṭṭācārya as *SBG* 96, Vārāṇasī 1967.

71. *Hayatagrantha*, pp. 22, 95, 101-102, and 120-121.

In fact, Nityānanda further feels constrained to cast his expression of the mean motion parameters of the planetary theories of his Muslim source in the traditional Indian form, and to give instructions for deriving from mean longitudes computed according to the Romaka those computed according to the Saurapakṣa and the Brāhmapakṣa, presumably to demonstrate that differences already exist within the Indian tradition, and that therefore the unfamiliarity of the Islamic parameters is not to be regarded as in itself vitiating them. Thus the normal Indian divisions of the Kalpa and other units of time are described;[59] the mean motions of the planets, their nodes, and the zodiac (*i.e.*, precession) are given as integer numbers of revolutions in a Kalpa;[60] and the computation of the *ahargana* follows the traditional pattern, though the epoch is noon at Laṅkā, which is (mean) sunrise at Romaka.[61] The mean longitudes resulting from following these rules are then corrected by *bījas*, whose purpose seems to be to compensate for the inaccuracies involved in expressing the Islamic mean motions as integer rotations in a fixed time; Nityānanda states that they are necessary to bring the results into conformity with observations.[62]

The dimensions of the Romaka's planetary models, however, are presented in Ptolemaic terms as eccentricities and radii of epicycles; and the circumferences of the *manda* and *śīghra* epicycles of the Saura and Brāhma pakṣas are reduced by Nityānanda to the same terms.[63] The models themselves are thoroughly Islamic, with equants, protective spheres, and crank-mechanisms for the moon and Mercury.[64] The cosmology is almost equally Islamic;[65] the earth is surrounded by spheres of the Indian water, fire, wind, and space rather than the Aristotelian water, air, and fire, but beyond that come the seven planetary spheres in proper order. The eighth sphere, that of the zodiac, rotates at a precessional rate of 1° in 70 years; and the ninth sphere, crystalline and containing the constellations, rotates daily. Here there is no apology offered, nor indeed any justification of the presentation of these alien theories in Sanskrit.

Nityānanda's sine table, however, which gives the sine to five sexagesimal places for every degree from 1° to 90° with R equalling 60, is fully justified mathematically; for he gives complete rules for its computation, including Jāmshīd al-Kāshī's method (which was repeated by Qāḍī Zādah

59. *Siddhāntarāja* 2, 2-21.
60. *Siddhāntarāja* 2, 22-27.
61. *Siddhāntarāja* 2, 28-34.
62. *Siddhāntarāja* 2, 35-37.
63. *Siddhāntarāja* 3, 3-18.
64. *Siddhāntarāja* 3, 197 sqq.
65. *Siddhāntarāja* 3, 180-196.
66. WHMRL V. 36 ff. 18v-19.

"Having examined the *Romakasiddhānta* [*i.e*, a *zij al-Rūmi*], the *Saura*, and that of Brahmagupta, and knowing the (longitudes of the) planets corrected separately (by each), I have composed an accurate siddhānta".

"It always attains in every way the equality between computation of the planets' (positions) and observation that comes from the Romaka. In this (science, however,) they know that the *Sauratantra* is like a Veda, and that even that composed by Brahmagupta possesses suitable methods".

"Then who was (this) Romaka who is numbered among the *munis*, the gods, and so on? I will tell you the answer to this (question); listen, as it was agreed to previously by Sūrya and Aruṇa":

"because of (their) fondness for history and stories. Even Bhāskara was known as Romaka because of a curse pronounced by Indra: Yavana lived in Romaka's city."

"When the curse was removed because of the favor of these two, the sun himself in ancient times composed the best treatise here, which has the form of tradition *(śruti)* though in the guise of being Romaka's".

Nityānanda has based this myth, as he himself indicates, on one in the *Jñānabhāskara* or *Sūryāruṇasaṃvāda*[55] wherein Sūrya claims that he revealed the *Romaka(siddhānta)* to Romaka when he was born among the Yavanas because of a curse of Brahma, and that the *Romaka* was then revised by Romaka in Romakanagara. The author of the *Jñānabhāskara* was, I believe, thinking of the astrological *Romakasiddhānta* which claims to be part of a *Sriṣavāyanasaṃhitā*,[56] whereas Nityānanda refers to a work on Islamic astronomy. It is tempting, because of the name, to think of one of the works composed by Qāḍī Zādah al-Rūmī,[57] the teacher of and collaborator with Ulugh Beg perhaps his commentary on al-Jaghmīnī's *Mulakhkhaṣ fī al-hay'a*. Whatever the case may be, Nityānanda feels it necessary to justify Islamic astronomy to his audience not on the basis of a rational discussion of its methodology and an observational testing of its results (though he does state its superiority without adducing any evidence), but on the pretext of its being derived from the revelation of an Indian deity. Such a camouflage is certainly not new, as students of Abū Maᶜshar's *Kitāb al-ulūf*, for instance, well know;[58] but it is significant that even the most enlightened Indian astronomer of the seventeenth century did not dare to base his claims on the evidence of the senses.

55. A. Weber, *Verzeichnis der Sanskrit-Handschriften* (Berlin, 1853), p. 287.
56. *CESS* A5.
57. Storey, p. 67.
58. D. Pingree, *The Thousands of Abū Maᶜshar* (London, 1968).

Beg's *Zj*, for that zīj seems not to describe the eccentric-epicyclic planetary models with the protective spheres *(pāli)* of Ibn al-Haytham and the later Islamic astronomers though Kamalākara does;[49] Kamalākara, however, does not mention the equant.

Moreover, Kamalākara speaks with approval of the computation of planetary distances by the Yavanas on the basis of the internesting of the solid *(mūrta)* spheres[50] – a computation that differs from the normal Indian procedure of making the distances of the planetary spheres inversely proportionate to the numbers of their rotations in a Kalpa.

It is not surprising, then, to find him quietly presenting as perfectly possible the Ptolemaic view of precession that Munīsvara had so heatedly attacked.[51] Nor is it uncharacteristic that his fifth *adhikāra* is a treatise on geometric optics, a subject never before, to my knowledge, discussed in such detail in Sanskrit. I presume that here also he has utilized an Islamic source, though I have not as yet been able to identify it.

Kamalākara, then, was quite willing to prefer a Muslim opinion even though it is contrary to that of the *ṛṣis*. But he neither accepted the methodology of Islamic astronomy, nor abandoned the basic procedures, models, and parameters of Indian astronomy. Two decades before he wrote, however, another Indian astronomer had gone much further in accommodating Islamic science.

Nityānanda[52] was a Gauda Brāhmana connected with the court of Shāh Jahān at Delhi. In 1628 he completed an enormous *Siddhāntasindhu*, which he dedicated to Shāh Jahān's minister Āsaf Khān; no manuscripts of this work are available to me. In 1639 he composed a smaller work, entitled *Siddhāntarāja*, in twelve chapters. Of this I have examined a fragment in the Wellcome Institute Library in London (V. 36). This manuscript of 39 folios (numbered 1-36 and 38-40) contains the first two and a large part of the third chapters of the work.

In the *Siddhāntarāja* Nityānanda boasts that he will present absolutely new (that is, Islamic) material, whereas his predecessors have merely repeated each other[53] – not an unjustified criticism of Indian astronomers. But he feels it necessary to disarm his critics in the following verses,[54] which I translate thus:

49. *Siddhāntatattvaviveka* 2, 255-284.
50. *Siddhāntatattvaviveka* 2, 497-500.
51. *Siddhāntatattvaviveka* 2, 470.
52. *CESS* A3, 173a-174a, and A4.
53. *Siddhāntarāja* 1, 9.
54. *Siddhāntarāja* 1, 14-18.

a particular fixed star. Thus he severely criticizes the Pārasīkas, their Yavana predecessors, and their Indian followers, for their arrogance in adhering to a doctrine dependent on their own deductions *(svamati)* even though they are contrary to the opinions of the *ṛṣis*;[41] at one point he even asserts that ridicule arises against anyone who has confidence in the words of the Yavanas on this matter through misunderstanding the true meaning of precession in Indian astronomy and trusting those observations that the Yavanas call *rasada* (Arabic *raṣad*).[42] Munīśvara's objections to precession were attacked by Kamalākara's brother, Raṅganātha,[43] in his *Lohagolakhaṇḍana*, which in turn was assailed by Munīśvara's cousin, Gadādhara,[44] in a work entitled *Lohagolasamarthana*.

Thus Munīśvara's knowledge of the Sanskrit version of an Islamic astronomical work has not been allowed to influence his astronomical theories in any significant way. At best he refers with indifference to some aspect of Islamic science, but more commonly he feels at least obliged to deny validity to what he does find it necessary to mention. And his ultimate weapon against the observational basis of Ptolemaic astronomy is ridicule of what does not conform to the sayings of the ancient sages.

A more tolerant view of Islamic astronomy is manifested by Kamalākara in the *Siddhāntatattvaviveka* that he completed in 1658, as by his brother Raṅganātha in his *Bhaiṅgīvibhaṅgīkaraṇa*.[45] Kamalākara agrees with the Yavana opinion that the inhabited parts of the earth rise above the sphere of water so as, however slightly, to alter the local horizon, though he hastens to add that this opinion does not contradict the gods and *ṛṣis*.[46] Like Munīśvara he refers to Khāladātta, which he wrongly locates 22° West of Romaka; but he proceeds to give a set of the terrestrial coordinates – he calls longitude *tūla* (Arabic *ṭūl*) – of twenty cities.[47] The only cities on this list that are located outside of India are Kabul and Samarqand; and in the seven cases where cities are included in Ulugh Beg's geographical lists, the coordinates, with the exception of a few misreadings of *abjad* numbers, are identical.

Kamalākara confirms his acquaintance with Ulugh Beg by referring to the computation of a table of sines by "Mirjolukabega".[48] This knowledge probably reached him, however, through a more elaborate treatise than Ulugh

41. *Siddhāntasārvabhauma* I, 38-39;1, 123;2, 253-254; and 2, 274-275.
42. *Siddhāntasārvabhauma* 2, 279.
43. *CESS* A5.
44. *CESS* A2, 115a.
45. *Bhaṅgīvibhaṅgīkaraṇa*, pp. 31-32.
46. *Siddhāntatattvaviveka* 1, 120-126.
47. *Siddhāntatattvaviveka* a, 172-174; *Essay* Table VIII 27.
48. *Siddhāntatattvaviveka* 2, 89.

section of the *Siddhāntaśiromaṇi*.[34] In this he criticizes the theory of the Yavanas (i.e., the Muslims) that there is an unmoved crystalline (*kāca*) sphere supporting the sphere of the constellations (*mūrtimat*) and enabling it to rotate daily from East to West; for, he says, the crystal could not bear such a weight, especially since the sphere of the constellations in its turn bears the weight of the sphere of the zodiac. What else he might have derived from a Muslim source I do not know, as I have not had an opportunity to examine manuscripts of his other works.

The same is also true of most of the *Siddhāntasārvabhauma*, which was completed by Munīśvara[35] on 7 September 1646; of its twelve adhyāyas, on which Munīśvara wrote his own *ṭīkā*, only the first two and part of the third have been published with their commentary. In these chapters are found such relatively trivial matters as the recording of the definition of a sidereal month according to the Pārasīkas[36] (Munīsvara claims that the concept is useful for astral omens, but not in astronomy); it is stated that the origin of longitudes in the geographical tables of the Pārasīkas is a city called Khāladātta near Romaka[37] (in fact, of course, this place is the Eternal Islands – *al-jazā'ir al-khālidāt* – of Arabic geographers); it is claimed that, even though the methods of the Pārasīkas for correcting the mean longitudes of the planets beginning with the moon are described in the language of the gods (that is, in Sanskrit), yet they must be rejected by the wise because they are without proof;[38] and it is mentioned that, whereas for the orthodox the blue sky is a sphere of metal (a *lohagola*), the Pārasīkas claim that the heavenly spheres are crystalline.[39] All of these matters, even the last, seem to trouble Munīśvara very little; the reader is warned against some, but never in a very emphatic manner. He was much more incensed by the theory of precession when understood to imply a tropical rather than a sidereal reference system. For the Indians, though they have various theories of precession and trepidation,[40] traditionally used them only for the correction of the sun's declination; the juncture of the sun's declination circle with the equator may be permitted to move with respect to the fixed stars, but the traditional Indian method of describing mean motions as integer numbers of sidereal rotations within a *Kalpa* or a *Mahāyuga* necessitated, in Munīśvara's opinion, the unswerving connection of the origin of the zodiac with

34. *Marīci* 1, 2, 1-6.
35. *CESS* A4.
36. *Siddhāntasārvabhauma* 1, 17.
37. *Siddhāntasārvabhaumaṭīkā* 1, 136.
38. *Siddhāntasārvabhauma* 2, 222.
39. *Siddhāntasārvabhauma* 2, 228.
40. D. Pingree, "Precession and Trepidation in Indian Astronomy before A. D. 1200", *Journal for the History of Astronomy*, 3 (1972), 27-35.

are repeated often in Islamic zījes. These Goal-year periods, with the exception that Venus' eight-year period was altered to a 227-year period, were soon used as the basis of an enormous set of planetary tables, the *Jagadbhūṣana*, compiled by Haridatta[27] in Mewar in Rājasthān in 1638; Haridatta, however, apparently used an Indian rather than a Persian set of astronomical tables in carrying out the computations of his own tables; the same is true of Trivikrama,[28] who composed a similar set of planetary tables based on the Goal-year periods at Nalinapura in 1704. Their knowledge of the Goal-year periods, then, simply provided a convenient framework for a form of perpetual tables, as it had in the West for al-Zarqālī and his source and successors.

In Benares in the eighteenth century the most important astronomers belonged to two Mahārāṣṭrian Brāhmaṇa families which had migrated to the city in the sixteenth century. The descendents of Cintāmani, a member of the Devarātragotra residing at Dadhigrāma on the Payoṣṇī, include Munīśvara Viśvarūpa,[29] who was born in 1603, the year in which his father, Raṅganātha,[30] completed his famous *ṭīkā* on the *Sūryasiddhānta*, the *Gūḍhārthaprakāśikā*. Munīśvara's great rival was Kamalākara,[31] who was descended through Divākara, a pupil of Gaṇeśa, from Rāma of the Bhāradvājagotra, a resident of Golagrāma on the Godāvarī, not more than a few days' journey from Dadhigrāma. These two men and their numerous siblings, cousins, and nephews were all engaged in astronomical activities, but always within the context of the traditional Indian siddhāntas, particularly those of the Saura and Brāhma pakṣas. From time to time, however, they display an awareness of Islamic astronomy, which seems to have been available to them in the form of a Sanskrit translation of the *Zīj* completed by Ulugh Beg[32] at Samarqand in about 1437/1438 or some derivative of that zīj. The precise source of their knowledge remains obscure, however, we will return to the question of the Sanskrit versions of Ulugh Beg's astronomy later in this paper.

The earliest of these Benares astronomers to demonstrate a knowledge of Islamic astronomy is Kamalākara's father, Nṛsiṃha,[33] who wrote a commentary on the *Sūryasiddhānta* in 1611 and one on the *Siddhāntaśiromaṇi* of Bhāskara in 1621. Unfortunately, of these two gigantic works all that has been published is his commentary on the first adhikāra of the grahagaṇita

27. *CESS* A6.
28. *CESS* A3, 92b-93b, and A4.
29. *CESS* A4.
30. *CESS* A5.
31. *CESS* A2, 21a-23a; A3, 18a; and A4.
32. *CESS* A4; Storey, pp. 67-72.
33. *CESS* A3, 204a-206a.

of the astrolabe stars – Mahendra is quite willing to substitute Islamic procedures and values for the Indian, without any apparent effort to determine in what sense they might be superior; it was easier to take them over than to recast them in an Indian mold. In the other elements of astronomy he gives no indication that it is at all advisable to abandon or modify existing Indian theories.

The next major infusion of Islamic astronomy into science in Sanskrit seems to have occurred under the Moghuls, who, like Fīrūz Shāh, promoted intellectual exchanges between their Muslim and Hindu subjects. I employ the word "major" because there is one minor case of transmission that cannot be ignored. The Kerala astronomer, Acyuta Piṣāraṭī,[19] in his *Sphuṭanirṇaya* and *Rāśigolasphuṭānīti* written in the 1590's, proposed a formula for reducing the mean longitude of the moon in its orbit to an ecliptic longitude. Such a reduction had first been suggested, by Yaḥyā ibn Abī Manṣūr in the *Zīj al-mumtaḥan*, composed under al-Maʿmūn in the 820's. Acyuta probably bears witness to some transmission of at least a part of Islamic lunar theory that took place on the Malabar Coast in the fifteenth or sixteenth century.

A survey of Sanskrit astronomical texts composed in Western and Northern India in the sixteenth century, however, has yielded no reflexions of Islamic astronomy. I have examined, among others, the works, published and unpublished, composed by Jñānarāja[20] at Pārthapura on the Godāvarī in 1503; by Gaṇeśa[21] at Nandigrama in Gujarat between 1520 and 1552; by Dinakara[22] at Bārejya in Gujarat between 1578 and 1583; by Gaṇeśa's nephew and pupil, Nṛsiṃha,[23] at Nandigrāma between 1588 and 1603; and by Rāmacandra[24] at Benares between 1590 and 1600. Members of the families of several of these sixteenth century astronomers, however, were the leading advocates and critics of Islamic astronomy in Benares in the seventeenth century.

But the first author to whom we must refer is Visrāma from Jambūsara in Gujarat, who wrote a description of various astronomical instruments, the *Yantraśiromaṇi*,[25] in 1615. What is of immediate interest to us in his work is the inclusion of the Babylonian Goal-year periods of the planets,[26] which, of course, figure prominently in Book IX of Ptolemy's *Almagest*, and

19. *CESS* A1, 36b-38b, and A4. *Rāśigolasphuṭānīti* 47; *Essay* IX 2.
20. *CESS* A3, 75a-76b.
21. *CESS* A2, 94a-106b; A3, 27b-28a; and A4.
22. *CESS* A3, 102b-104b, and A4.
23. *CESS* A3, 202b-204a.
24. *CESS* A5.
25. *CESS* A5.
26. *Yantraśiromaṇi* 92-94.

is probable that he derived this second component also from an Islamic source. It was also known to his contemporary, Bhojarāja,[13] who wrote the *Rājamṛgāṅka*, with epoch of 21 February 1042, at Dhārā in Mālava.

It is highly unlikely, however, that this source should have been the translations of Euclid's *Elements* and of Ptolemy's *Almagest* that al-Bīrūnī claimed, in about 1030, to be engaged in.[14] This claim must be regarded as sheer bravado, since the knowledge of astronomers' Sanskrit displayed by al-Bīrūnī and his paṇḍitas was totally inadequate to the task. Another channel of scholarly exchange must be imagined, and of a more limited character; the only elements of Islamic astronomy that appear in Sanskrit texts at this early date relate to the sun and the moon.

The next phase in the transmission of Islamic astronomy to India, if we regard Bhāskara's[15] innovations in trigonometry as entirely his own, was the introduction of the astrolabe into Western India under the Tughluqs. Mahendra Sūri[16] composed the first description of this instrument in Sanskrit, the *Yantrarāja*, at Bhṛgupura – that is, modern Broach in Gujarat – in about 1370; according to his pupil, Malayendu,[17] who wrote a commentary on the *Yantrarāja* in about 1382, Mahendra undertook to write his treatise at the request of the astronomers of Fīrūz Shāh (1351-1388), during whose reign Sanskrit works were also translated into Persian. The astrolabe itself, of course, was developed in the Roman empire, though our earliest extant examples are Arabic. Mahendra and Malayendu not only introduced the construction and use of the instrument to Indian astronomers, but also an Islamic sine table in which R equals 3600 or 1, 0, 0; a table of declinations with the Islamic value, 23;35°, for the obliquity of the ecliptic; a list of the latitudes of 77 cities, most of which are in India though many are located elsewhere in the Middle East (the Ptolemaic system of representing terrestrial coordinates had not previously been used in Sanskrit texts); a catalogue of 32 astrolabe stars whose coordinates are derived from the *Almagest*, with the Ptolemaic longitudes corrected for precession (at the rate of 1° in 66 2/3 years) for 1370; and the cotangent tables normal on the backs of Eastern Islamic astrolabes.[18] Thus, in those elements necessary for the use of the astrolabe – trigonometry, terrestrial latitudes, and the coordinates

13. *CESS* A1. *Rājamṛgāṅka* 1, 25; *Essay* V 124.

14. D. Pingree, "Al-Bīrūnī's Knowledge of Sanskrit Astronomical Texts", in *The Scholar and the Saint* (New York, 1975), pp. 67-81.

15. *CESS* A4. *Siddhāntaśiromaṇi* 1, 2, 23; *Essay* Table V 43, and jyotpatti 16 and 21; *Essay* V 127-128.

16. *CESS* A4.

17. *CESS* A4.

18. *Yantrarājaṭīkā* 1, 5-6; *Yantrarāja* 1, 22-40, and 1, 70; *Essay* Tables XI 1 - XI 3.

between the sun and the moon. The result of Ptolemy's model, with its specified dimensions, is that the maximum equation at syzygies is 5;1°, at quadratures 7;40°. In the tenth century a model producing an identical effect first appears in India. The epoch of Muñjāla's[7] lost *Bṛhanmānasa* is 9 March 932 at noon (noon-epoch in itself is characteristic of Ptolemaic and Islamic astronomy, but alien to India); his extant *Laghumānasa* was commented on by Praśastadhara[8] in Kāśmīra in 958; and both of these treatises were encountered by al-Bīrūnī in the Pañjāb in the 1020's. It is likely, therefore, that, although Muñjāla's *Laghumānasa* is now found only in South India, he originally composed it in the West or Northwest, and had contact there directly or indirectly, with Muslim astronomers.

Muñjāla, however, following the Indian tradition, did not regard planetary models as cinematic or as in any way representing physical reality, but as calculating devices. Thus he felt free to replace Ptolemy's crank mechanism with an elegant formulation of the evection.[9]

$$0 = (\bar{v}_m - 11^\circ) \cdot \mathrm{Cos}\,(\lambda_s - \lambda_a) \cdot \mathrm{Sin}\,(\lambda_m - \lambda_s),$$

where λ denotes celestial longitude, and the subscripts m, s, and a denote moon, sun, and apogee respectively. Because of his choice to express his parameters as integer parts of a radius of 488, his simple lunar model generates a maximum equation of 5;2°; while his formula for evection, since he employs the integer 11° in the first factor, results in a maximum of about 2;29°, so that Muñjāla's maximum lunar equation at quadratures is 7;31° instead of Ptolemy's 7;40°.

A result closer to Ptolemy's was provided by Śrīpati,[10] who wrote various works between 1039 and 1056, at Rohiṇīkhaṇḍa, about 150 miles south of Ujjayinī. Śrīpati accepts the Brāhmapakṣa's simple lunar model with an epicycle that pulsates in a complex fashion as the body approaches the horizon, but which at its mean, in the meridian, produces a maximum equation of 5;2,7°. For the evection Śrīpati[11] accepts Muñjāla's formulation, but modifies the first term so that the maximum correction is 2;40° – just 1 minute more than Ptolemy's – and the maximum equation at quadratures, when the center of the moon's epicycle is on the meridian, is 7;42,7°.

Śrīpati also gives a complete formulation of the equation of time including both that part which is due to the sun's velocity, which had already been known to Brahmagupta,[12] and that dependent on the sun's longitude. It

7. *CESS* A4.
8. *CESS* A4.
9. *Laghumānasa* 18-19; *Essay* IX 1.
10. *CESS* A6.
11. *Siddhāntaśekhara* 11, 2-4; *Essay* V 123.
12. *CESS* A4. *Brāhmasphuṭasiddhānta* 2, 29; *Essay* V 66.

of planetary motion to scientists of the early ʿAbbasid period,[2] emphasized – perphaps over-emphasized – the role of observation in refining planetary theories, and because of this emphasis developed both the necessary instruments and theories of optics and of the behavior of light. The most noteworthy Indian reaction to these aspects of Islamic astronomy, though characteristically having no discernible practical effect, was the program for the reform of Indian astronomy instituted by Jayasiṃha, the Mahārāja of Amber from 1700 till 1743.[3] Under his patronage were built the massive observatories at Vārāṇasī, Ujjayinī, Mathurā, Dillī, and his own Jayapura, while under his patronage the industrious Jagannātha[4] translated Euclid's *Elements* and Ptolemy's *Almagest* into Sanskrit, and the less well-known Nayanasukhopādhyāya,[5] at the dictation in Persian of Muḥammad Ābida (who acted as an intermediary in the way that Spanish-speaking Jews had for some of the Latin translators of Spain in the twelfth and thirteenth centuries) translated Theodosius' *Spherics* and Naṣīr al-Dīn's *Tadhkira* with al-Barjandī's *Sharḥ* thereon. But these achievements, impressive though they might appear, were at the end rather than the beginning of the Islamic influence on Indian astronomy. Let us turn now to the predecessors of that beginning.

Non-Ptolemaic forms of Greek astronomy, sharing many characteristics with what we can reasonably reconstruct of the theories of Hipparchus, were transmitted to India in the third or fourth century A.D., including several alternative planetary models and mathematical descriptions of other celestial phenomena;[6] these were given their characteristic Indian expressions in the fifth, sixth, and seventh centuries, from which developed four of the five schools of astronomy or pakṣas – in chronological order the Brāhma, the Ārya, the Ārdharātrika, and the Saura. These astronomical schools were generally conservative, but did permit the development of new computational techniques; and it is in the mathematics ancillary to astronomy – trigonometry and indeterminate equations – rather than in astronomy itself that the Indians excelled. There was no tradition of systematic observation in early Indian astronomy.

The Hellenistic lunar model that was transmitted to India allowed for only one inequality in its motion, which was accounted for by an epicycle; Ptolemy's model had a more complex structure, with the center of the moon's deferent traveling on a concentric at double the rate of the mean elongation

2. D. Pingree, "The Greek Influence on Early Islamic Mathematical Astronomy", *Journal of the American Oriental Society*, 93 (1973), 32-43.

3. *CESS* A3, 63a-64b, and A4.

4. *CESS* A3, 56a-58a, and A4.

5. *CESS* A3, 132a, and A4.

6. D. Pingree, "The Recovery of Early Greek Astronomy from India", *Journal for the History of Astronomy*, 7 (1976), 109-123.

Islamic Astronomy in Sanskrit

David Pingree*

The problem that I wish to examine in this paper involves in particular the awareness of and reaction to Islamic astronomy on the part of the traditional Indian astronomers practicing their science in northern India under the Moghuls. But in more general terms I believe that it illustrates the characteristic methods by which Indians throughout their history, until the nineteenth century, have responded to a superior foreign science (the judgment of superiority is here based on experience rather than on theory), though in the last phases of Moghul astronomy in Sanskrit one can perceive the beginnings of a new attitude foreshadowing that which has become the prevalent one among contemporary Indian scientists. Briefly, the shift in attitudes to which I allude is from the classical position that alien scientific systems may be adopted to Indian use, but that they must somehow be made to conform to the older Sanskritic tradition, and the resulting mutation ought to be presented as the revelation of a divinity or of an *ṛṣi*; the attitude of the contemporary Indian scientist is, normally, that there is one scientific method, internationally approved of and validated by experience and by its pragmatic success, and that the views expressed by gods and seers in the past are not guides to scientific truth, though some weaker souls may wish to vindicate them by reinterpreting them to conform to, and thus to anticipate, contemporary scientific hypotheses.

In the seventeenth and eighteenth centuries Indian intellectuals were forced to respond to a forerunner of modern science in the form of Ptolemaic astronomy as practiced by Muslims.[1] Though accepting Aristotelian physics, Muslim astronomers for a variety of reasons, not the least of which was the availability of the conflicting Ptolemaic and Indian models and parameters

* Brown University, Providence, R. I. O 2912, U. S. A.

1. For biographical and bibliographical information on the authors discussed in these pages I refer the reader to D. Pingree, *Census of the Exact Sciences in Sanskrit* (henceforth *CESS*), of which Series A, vols. 1-3 have appeared as *Memoirs of the American Philosophical Society*, vols. 81, 86, and 111 (vol. 4 is in press), and to C. A. Storey, *Persian Literature*, vol. 2, part 1 (henceforth Storey), (London, 1958). See also D. Pingree, "Essay on the History of Indian Astronomy". (henceforth *Essay*, cited according to formulas and tables) in *Dictionary of Scientific Biography*. vol. 15, (New York, 1978), where the few technical matters touched on in this paper are discussed, and B. Datta, "Introduction of Arabic and Persian Mathematics into Sanskrit Literature", *PBMS* 14 (1932), 7-21.

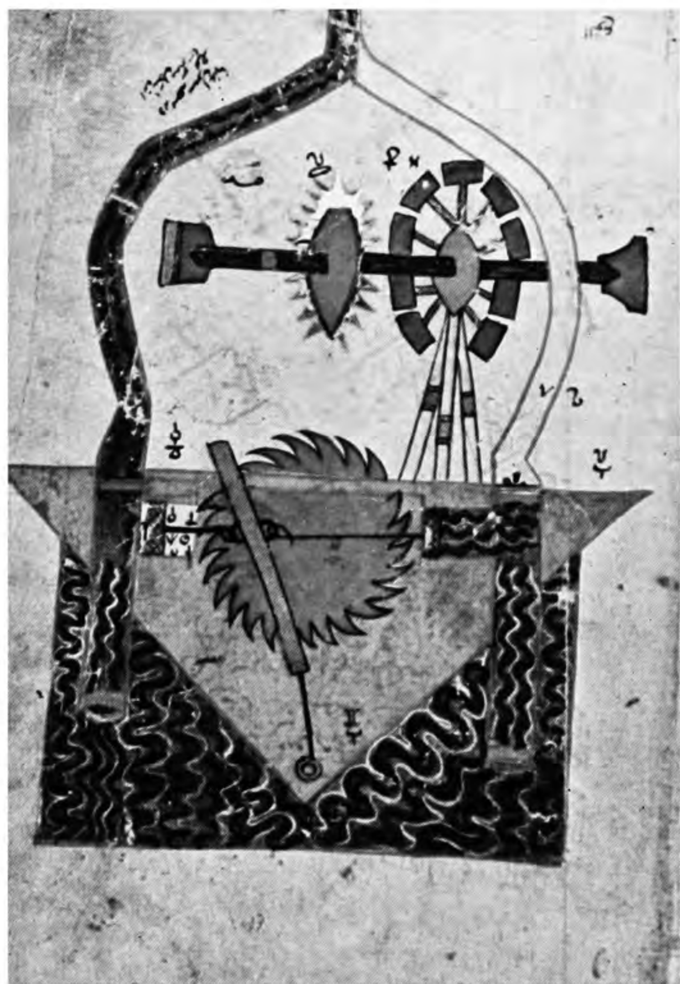


Fig. 7.

The main illustration of the complete machine: it is probable that this is a plan view, rather than an elevation (see Hassan op. cit. 56-59).

الى طرف البربخ فان ردادة ح ترتفع وتنطبق ردادة د والهوا يجذب الماء من
انبوب ف فيمتلى بربخ ا ماء ومتى دفع قضيب ه انطبقت ردادة
ح وانبعث الماء ورفع ردادة د وصعد الماء بقوة فى انبوب ر
الدقيق الى فوق نحو عشرين ذراعا وهو مسافه طول الانبوب ثم
تخذ بربخ آخر بهذه الصفة المتقدمة وما يتعلق به وعلى البربخ



ط وانبوب ك عليه لا وفيه ردادة عليها ى ويقابله من فوق
انبوب غليظ ثم دقيق وفيه ردادة عليها ص والقضيب وطرفه
حلقه وعلى الطرف الاخر فرصان بينهما قب وعليه ته وعند
نحو ذلك يخرق فى ارض الصندوق من جهة ح خرق
وينزل فيه انبوب ب من بربخ ا الى حد نصفه ويوثق على حاله
ويحمل بربخ ا على حمالات ثابتات ويوثق ويخرج انبوب ر من اعلى
الصندوق معوجا الى جهة وسطه ويتخذ على وسط جانب خرق سهم
ق عند نقطة ه رزة قد اجيزت فى حلقة طرف قضيب ه وكذلك
يركب البربخ الآخر فى زاوية سه من الصندوق ويتخذ عند وسط
جانب خرق السهم رزة قد اجيزت فى حلقة طرف قضيب ل وقد
تبين انه متى تحرك سهم ق يسارا اندفع الماء من بربخ ط فى انبوب ف
وارتفع من انبوب س ما الى بربخ ا ومتى عاد السهم يمينا اندفع الماء
من بربخ ا فى انبوب ر وارتفع فى انبوب لا ما الى بربخ

Fig. 6.

A drawing of one of the two cylinders — the ring at the end of the connecting rod is attached to the side of the slot-rod.

من المحور في ارض الصندوق يدور على سكرجة وتحت القرص
حلقة يدور فيها المحور وعلى داير القرص دندانجات بارزات
عن الصندوق وعلى القرص في داخل الصندوق و وعلى
الدندانجات وهي خارجة عن جانب الصندوق س وعلى وجه
القرص وتد منتصب عند حرفه ثم نتخذ سهم واحد في احد طرفيه
ثقب فيه مسمار ثابت عند زاوية ع من الصندوق والطرف الاخر
مخروق طولا خرقا طوله
قطر دايرة يوترها راس
وتد القرص وهو في
الخرق ليصير الوتد في
غاية بعد عن زاوية ح
من الصندوق في طرف
الخرق وعلى وسط الخرق
تمثال ل وعلى وسط
الخرق بيناه فاذن سهم
ق لا ميل له الى جهة ح
ولا الى جهة س وهو
بالحقيقة متوسط بينهما



ومتى دار قرص و من جهة ح الى جهة س ربع دورة فان وتد
القرص الى ناحية س ويميل معه سهم ق وهو غاية ميله هناك
وحركة قرص و دايمة حتى يدور ربع دورة ويصير الوتد الى الجهة

Figs. 5, 6, and 7
(V.5, Figs. 139, 140, 141)

These illustrations are of the second of the alternative designs of the well-known slot-rod pump.

Fig. 5.

The two meshing cogwheels, the upper one driven from a paddle-wheel, the lower one having the slot-rod on its face. The orientation of this sketch is the same as in Topkapi 3472, whereas in Oxford Graves 27 it is turned through 90 degrees. The orientation shown here is almost certainly correct. The cogwheels are shown disengaged, otherwise the illustration is good.

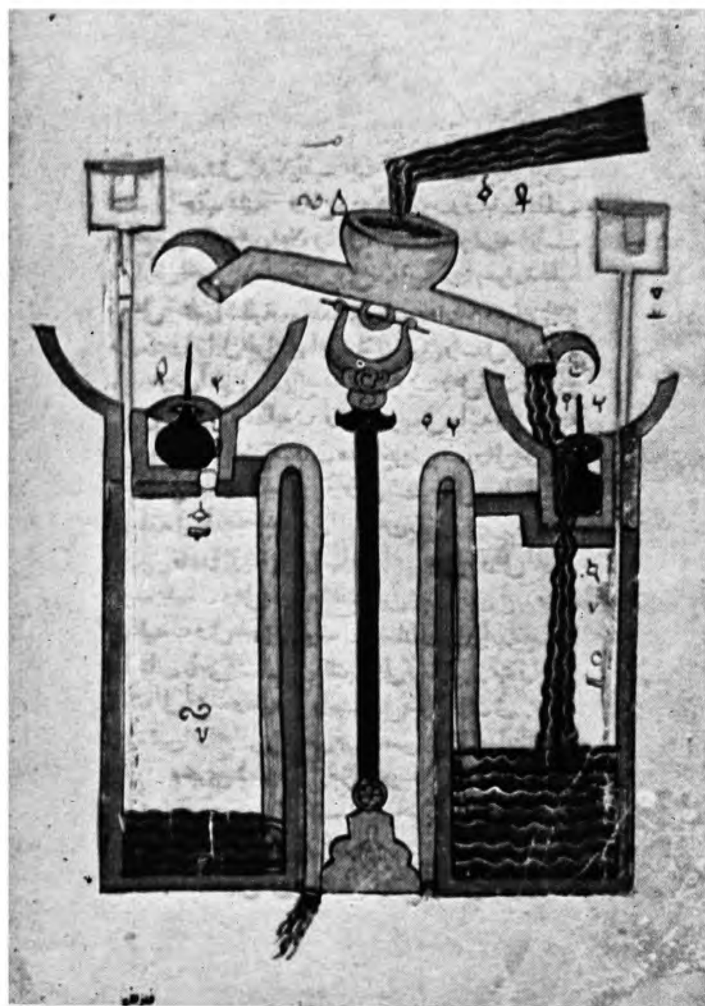
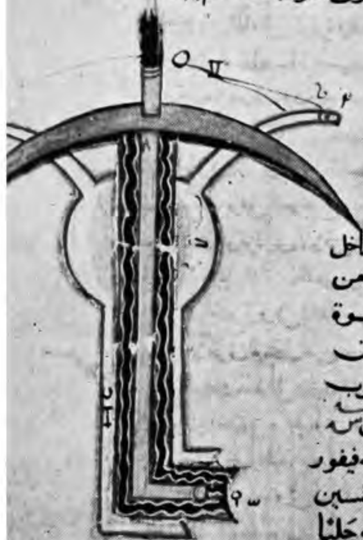


Fig. 4.

(IV. 10, Main illustration, Fig. 133).

Musical automaton. The whistles are at either side, at the top; air-pipes lead into them from the two tanks. The water runs into one side from the balanced supply pipe, causing the whistle to sound, until the float in the chamber at the top of the tank rises. The vertical rod on top of the float causes the supply pipe to tilt and discharge into the other tank. A siphon evacuates the first tank. The cycle repeats itself as long as water flows into the system.

الى فوارة ح فيفور منها صولجانا وكذلك ما دام الما يجرى من
انبوب د وذلك ما اردت ايضاحه جليا واقول ان لهذا
الشكل وجه ثانى وممكن فيه ان يفور احد الفوارتين خيمة
وقضيبا واحدا ويفور الفوارة الاخرى صولجة ستة ثم يتبدلان
دايما وامثل ذلك صورة



واحدة يقوم مقام الاخرى
وذلك ان انبوب ه يجرى
فيه الما من حوض ص
الى الكرة م ويفور منها فى
انابيب ستة كقطع قسى
ينفذن فى الدرقة وعليهن د و فى داخل
انبوب الكرة انبوب ح فيه الما من
حوض س ويفور من راسه بقوة
ويتلقاه مقعر الدرقة فينزل من
دايرها خيمة وفى وسط هذا الانبوب
انبوب ا يجرى فيه الما من حوض س
ويرتفع حتى ينفذ فى مركز الدرقة فيفور
قضيبا وهذا الشكل خارج عن الخمسين
شكلا وذلك ما اردت ايضاحه جليا
واصف ما صنعته وهو فوارة تتبدل فى كل نصف ساعة سنوية

الشكل الخامس من النوع الرابع

Fig. 3.

(Addendum to IV.4, Fig. 125)

A fountainhead having three possible shapes. It is supplied from two tanks, with a switching system similar to that described for Fig.4 below. Three concentric pipes enter the fountainhead, the two inner ones from one tank, the outer one from the other. Water from the innermost pipe emerges as a straight jet; it emerges from the second pipe as a 'tent' - the water impinges on a convex plate and descends as a curved sheet. After change-over it emerges from the outermost pipe as a number of curved jets.

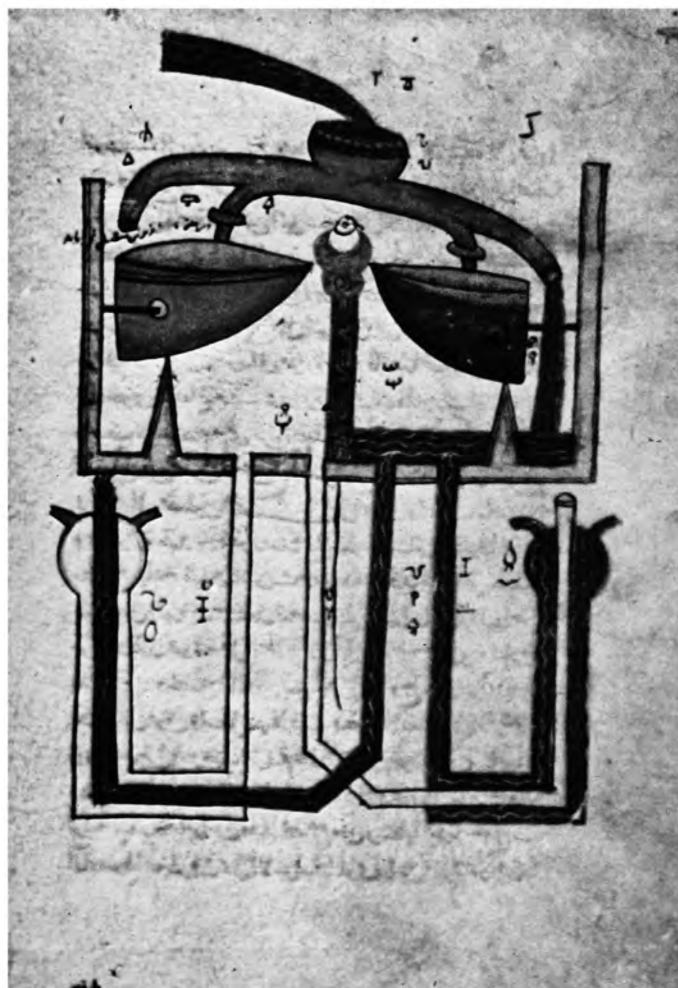
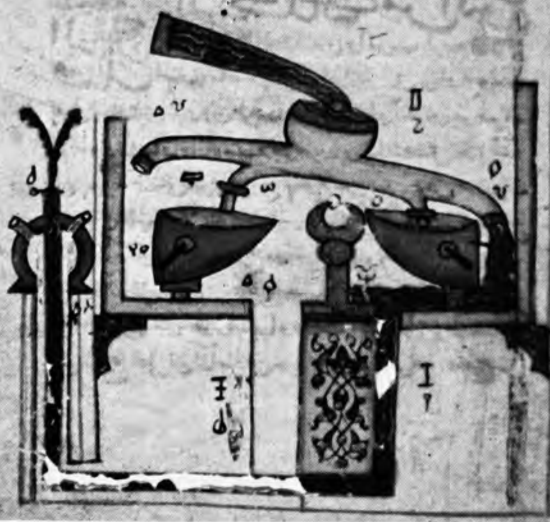


Fig. 2.

(IV.2, Main illustration, Fig. 122)

This is a doubled version of IV.1. One fountain-head emits a single jet when the other is discharging several. When they change over, the situation is reversed. Again, the rods attached to the tipping-buckets are omitted.

في عدة مواضع ولكن عظم كل كفة ما يسع من الماء خمسة ارطال بالبغدادي
ويوضع كل كفة تحت انبوب من الانبوبين الصغيرين اللذين عليهما
ق ه وضعا مستقيما وكفة عليها ط يصب اليها انبوب م ومتى امتلأت بماء
معلوم يخرج من جزعة في طرف انبوب م في ساعة مستوية فانها تميل
وتفرغ ما فيها من الماء الى الحوض ح ويرفع موخرها بشظية متصلة بها انبوب ب
فيميل الانبوب الكبير ويصب الى الحوض ع والى كفة تحت انبوب ق وعليها ا
يصب اليها فمتى امتلأت بماء معلوم يخرج من جزعة في انبوب ق ه ثم تفرغ ما فيها من الماء الى
حوض ع ويرفع موخرها بشظية متصلة بها انبوب ج فيعود الماء ينصب الى
حوض ح والى كفة ط وكذلك ما دام الماء يجري في ساقية الاصل وهذه صورته



Illustrations

(The numbers in parentheses give the Category, Chapter, and Figure Nos. from Hill)

Fig. 1.

(IV. 1, Main illustration, Fig. 121)

A fountain made to alternate by bleeding water from the main supply pipe, which is free to oscillate about an axle, into one or other of the tipping-buckets. As shown here, the discharge is into the right-hand side. When the tipping-bucket fills, it tilts and a vertical rod soldered to its rear face pushes the supply pipe, causing it to tip towards the left . The vertical rods are not shown in this illustration but appear in the parallel illustration in Topkapi 3472.

The fountainhead emits a straight jet when supplied from the left-hand tank, and several curved jets when supplied from the right.

the end of Chapter 10 of Category IV. The first part describes a woodwind instrument having 'fingers' that are raised and lowered in succession over its holes by cams fixed to the axle of a water-wheel. There is no illustration for this instrument. The second part of the addendum describes the device shown in the illustration mentioned above. This is a rocker-arm consisting of two flume-beam swapes joined at right angles, and oscillating about an axle located at the joint. The oscillation is produced by the 'bleeding' of water through a narrow pipe from the main supply channel into whichever of the flumes is temporarily horizontal; when the scoop at the end of the flume fills, this side tilts and the other flume comes to the horizontal and its scoop begins to fill, and so on. Al-Jazarī says that this device was not only used for fountains and musical automata, but that it was incorporated in many different machines.

References

1. A. K. Coomaraswamy, *The Treatise of al-Jazarī on Automata*, Museum of Fine Arts, Boston, 1924.
2. A. Y., Hassan, *A Compendium of the Theory and Practice of the Mechanical Arts*. Arabic text of al-Jazarī's work, collated from three of the best manuscripts. (Aleppo, Institute for the History of Arabic Science, 1978).
3. *Idem*, 'The Arabic Text of al-Jazarī's "A Compendium of the Theory and Practice of the Mechanical Arts"'. *Journal for the History of Arabic Science*, Aleppo, Vol. 1, No. 1, 1977. 47-64 in English, 129-165 in Arabic.
4. Donald R. Hill, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*. An annotated translation of al-Jazarī's work. (Dordrecht, Reidel, 1974).
5. Sotheby, *Spring Islamic Sales*; catalogue for sale on 3rd April, 1978, 122-127.
6. E. Wiedemann, and F. Hauser, 'Über die Uhren in Bereich der Islamischen Kultur', *Nova Acta Abh. der Kaiserl. Leop. Deutschen Akademie der Naturforscher* 100, Halle 1915, 1-168.

The colophon is on page 293, after the end of VI. 5. On page 294 the letters of the 'secret' alphabet are given with their equivalents from the normal Arabic alphabet; the few lines of explanatory text are in a different handwriting from the rest of the manuscript - it is a badly written *naskhī*. There are three illustrations on page 295. The largest of these is in the centre of the page and is the main illustration of II.1, i.e. Fig. 80. It is clearly by a different draughtsman than the one who drew the illustrations for the main part of the manuscript; it is badly drawn and would be almost useless for explanatory purposes. Lower down, to the right and left of the page are two small, crude sketches of devices similar to those described by the Banū Mūsā, indeed the one on the right can be identified as their Model 79. Above either sketch there are passages describing these two devices (there is no text relating to the al-Jazarī device). These descriptions are not in the words of the Banū Mūsā. The handwriting is different again, a somewhat better *naskhī* from that on page 294, but not as good as as that of the main manuscript. At the bottom of the page there is the start of a passage in Fārsī, which continues on page 296. This passage, in yet another *naskhī* hand, is part of a treatise on weighing; at the bottom of the page there is a drawing of a balance with five pans. The contents of page 294 appear in most of the al-Jazarī manuscripts, and this page was probably added to supply an obvious omission. Pages 295 and 296, however, are quite extraneous.

Summarising from the foregoing tabulation, the only absolutely complete chapters are: III,1. - pitcher for dispensing hot and cold water; III,2. - pitcher for dispensing water; III,4. - peacock for dispensing water; IV, 1 to 6. - fountains; IV, 9 and 10. - musical automata; V,1. - pump; VI,2. - protractor; VI,3. - combination locks. All the illustrations are included in these fourteen chapters with, of course, all the main illustrations. There are also another five main illustrations which appear in incomplete chapters, namely: I,9., Fig. 76 - monkey candle-clock; I, 10., Fig. 78 - candle-clock of the doors; IV, 7 and 8., Figs. 130 and 131 - musical automata; VI,5. Fig.173 - water-clock of the sailor. Half of the illustration of the door, VI, 1., Fig. 141, remains. This fine miniature was originally on one full folio, and it seems likely that the other demifolio is lost for good. Fourteen of the dispersed main illustrations were published as plates in Hill, *op. cit.*, so we now have a record in two documents of 33½ of the original 50 main illustrations.

There are three chapters on water-raising machines, namely V, 1, 2 and 4, for which the text is complete although there are no illustrations.

In Hill, p. 238, Plate XXXII shows a device for which there was no description in the manuscripts that were available to me when I made the translation. There is, however, an addendum, to the text in the manuscript under review and in Topkapi 3472; in both cases this addendum occurs at

Category	Chapter	Pages in new numbering	Original contents	Omissions	
				Illustrations	Text
IV	Introduction	212	Text only	None	All except last two lines
	1 to 10	212 to 245	10 Chapters Figs. 120 to 133, Pl. 32	This Category is complete, with all the illustrations, except for the following part of the text:	end of chapter 7, start of chapter 8
V	1	245 to 248	1 Section Fig. 134	134*	None
	2	248 to 250	1 Section Fig. 135	135*	None
	3	250, 251	2 Sections Fig. 136	136*	End of S.1, start of S.2
	4	251 to 253	1 Section Fig. 137	137*	None
	5	253 to 260	3 Sections Figs. 138 to 141*	None (This chapter	None is complete)
VI	1	261 to 264, 269 to 273	3 Sections Figs. 142 to 148	Half of 142*	Introduction, start of S.1 (section 2 is complete but is misnumbered as section 1)
	2	273 to 277	3 Sections Figs. 149 to 152	None (This chapter	None is complete)
	3	277 to 286	2 Sections Figs. 153 to 166	None (This chapter	None is complete)
	4	287 to 290	2 Sections Figs. 167 to 172	172*	End of S.2
	5	291 to 293	1 Section Fig. 173	None	Last paragraph

Category	Chapter	Pages in new numbering	Original contents	Omissions: Illustrations	Omissions: Text
III	1	170 to 175	2 Sections Figs. 103, 104*	None (Chapter	None is complete)
	2	175 to 183	2 Sections Figs. 105 to 108	None (Chapter	None is complete)
	3	183 to 188	2 Sections Figs. 109 to 111	111*	Middle of S.2
	4	188, 189, 265, 266	1 Section Fig. 112*	None (Chapter	None is complete)
	5	266, 267	2 Sections Fig. 113	113*	Most of the chapter
	6	267, 268, 190 to 193	2 Sections Figs. 114, 115	114, 115*	Last few lines of S.2
	7	194 to 196	2 Sections Fig. 116	116*	Start of S.1, middle of S.2
	8	196 to 201	2 Sections Fig. 117	117*	End of S.2
	9	202 to 207	4 Sections Fig. 118	118*	Start of S.1, end of S.4
	10	208 to 211	2 Sections Fig. 119	119*	Start of S.1, end of S.2

Category	Chapter	Pages in new numbering	Original contents	Omissions	
				Illustrations	Text
I	9	108 to 110	2 Section Fig. 76*	None	All S.1 except last two lines
	10	110 to 113, 130, 131	2 Sections Figs. 77, 78*	None	End of S.2
II	1	114 to 117	2 Sections Figs. 79, 80	80*	All S.1 except last three lines
	2	117, 118	1 Section Fig. 81	81*	Middle of Section
	3	119 to 129, 132 to 139	5 Sections Figs.82 to 86	82*	End of S.1
	4	139 to 145	3 Sections Fig. 87	87*	None
	5	146 to 155	3 Sections Figs. 88 to 93	88*	All S.1, start of S.2
	6	156 to 159	2 Sections Figs. 94 to 97	94*, 97	Start and end of S.2
	7	160 to 162	3 Sections Fig. 98	98*	All S.1, centre of S.3
	8	162, 163	2 Sections Fig. 99	99*	End of S.2
	9	164 to 167	2 Sections Fig. 100	100*	Title, end of S.2
	10	168 to 170	2 Sections Figs. 101, 102	102*	Start of S.1, middle of S.2

Category	Chapter	Pages in new numbering	Original contents	Omissions: Illustrations	Omissions: Text
Cover		1	–	–	–
Introduction		2 to 4	Same	–	–
I	1	4 to 10, 69, 70, 11 to 30	10 Sections, Figs. 1 to 33	4*, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22 to 25, 28 to 33	End of S.1, centre of S.2, start and end of S.3, first few words of S.4, most of S.6 - only the start remains, all S.7, start and end of S.8, start and end of S.9
	2	30 to 36	5 Sections Figs. 34 to 40	34*, 39, 40	Most of S.1 - only the start remains, first few words of S.2, last few lines of S.3, all S.4, most of S.5
	3	59, 60 37 to 45	6 Sections, Figs. 41 to 47	41*, 42	All S.1, all S.2
	4	45 to 68, 71 to 76	15 Sections Figs. 48 to 59	48*, 51, 52, 59	End of S.1, last few lines of S.5, all S.6, start of S.7, end of S.12, start of S.13, end of S.15
	5	77 to 82	3 Sections Figs. 60 to 62	60*, 62,	Start of S.1, middle of S.3
	6	82 to 95 (86 is a duplicate of 85)	6 Sections Figs. 63 to 70	63*, 66, 67	Most of S.1 - only start remains, most of S.3 - only start remains, and some lines at the end, all S.4
	7	98, 96, 97, 99 to 103	3 Sections Figs. 71 to 74	74*	Last part of S.3
	8	104 to 107	3 Sections Fig. 75	75*	Start of S.1, most of S.3 - only the start remains

715, or December 1315. This is therefore the third oldest known copy of al-Jazarī's work, being pre-dated by Topkapi Ahmet III 3472 and Topkapi H. 414. The list of Mss given by Hassan (*op. cit.* 60-62) brings up-to-date the the list in Hill 3-6. Of these fourteen Mss I have now examined the originals of eight, namely: Bodleian Library, Oxford, Graves 27 and Fraser 186; University of Leiden Or. 117 and Or. 656; Bibliothèque Nationale, Paris, Fonds Arabe 2477 and 5101, Suppl. Pers. 1145 and 1145a. I have also seen pages from Hagia Sophia 3606. I have photocopies of Topkapi Ahmet III 3472 and Chester Beatty Library, Dublin, No. 4187. I have yet to examine, therefore, Topkapi Hazine H 414 dated 672/1274, Topkapi Ahmet III 3350 dated 863/1459, and Topkapi Ahmet III 3461, date unknown. Hassan assesses the first of these three as a very good copy, the second as inferior with regard to the illustrations, and the third as uneven, with some sections poorly written and illustrated but most of it of good quality. Leaving aside the question of completeness, it seems that the 715/1315 manuscript can be ranked among the best. The calligraphy is excellent, the illustrations are very fine, and the text, though not without errors, is free from major blemishes.

The manuscript has Persian pagination, added at some time after the copy was made. Unfortunately, this pagination is unreliable: some pages are unnumbered, some are out of order, and in certain cases the lengths of the lacunae indicated by the gaps in the numeration do not match the lengths of the missing text. The expedient was therefore adopted of numbering the pages (i. e. demifolios), starting with the cover, and then sorting the pages so numbered into order. This produced the following sequence: 1 to 10, 69, 70, 11 to 36, 59, 60, 37 to 68, 71 to 95, 98, 96, 97, 99 to 113, 130, 131, 114 to 129, 132 to 189, 265 to 268, 190 to 264, 269 to 296.

In the following analysis this new pagination is used, and the illustrations are given the Figure Nos. from Hill. In the right-hand column the abbreviation 'S' is used for Section. Al-Jazarī provided one main illustration for each chapter and numbered them from 1 through to 50; these are marked with an asterisk.

Notice of an Important al-Jazarī Manuscript

Donald Hill*

This notice refers to a manuscript of al-Jazarī's book on machines entitled *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, or *A Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts*. It had previously been thought that the manuscript of this work dated 715/1315 had been completely dispersed; see, for example, Hill *op. cit.* p. 5, and Ahmad Y. al-Hassan in Vol. 1, No. 1 of this journal. Happily, this assumption proved to be incorrect, since about two thirds of the original manuscript, the property of the Hagop Kevorkian Fund, was included in Sotheby's Spring Islamic Sales on 3rd April 1978 in London. As reported in "The Times" of 4th April 1978, the manuscript was purchased by Messrs. Spink and Son of St. James's, London for a little over £ 160,000. I would at the outset like to express my sincere gratitude to these two highly respected and responsible companies for the courtesy and co-operation that they have extended to me in the furtherance of my researches. Sotheby's gave me access to the manuscript before it was sold, and sent me a number of colour transparencies of the illustrations. I had fruitful discussions with members of the staff of Spink and Son, who provided me with a complete black-and-white photocopy of the manuscript. I am also very grateful to both companies for having given me permission to publish this paper, and to include in it, as I saw fit, any of the material that they so generously provided.

Some time ago a number of the illustrations were removed from the manuscript and found their way into various public and private collections. In my book I published twenty-one of these illustrations, these being all that I was able to trace. There are, however, 66½ illustrations missing from the manuscript sold by Sotheby's, so clearly a number remain undiscovered. Most of the lacunae in the manuscript can be accounted for by the removal of these illustrations, since either the accompanying demifolios of text or the surrounding text were removed with the illustrations.

The manuscript is written on thick polished paper, 314 mm. by 219 mm. to the page, in very fine *naskhī* script with 21 lines to the page. The colophon on page 207a (Persian pagination – see below) gives the name of the scribe as Farkh ibn ʿAbd al-Laṭīf and the date of his copy as the end of Ramaḍān

* 3 Amey Drive, Great Bookham, Surrey, England. I wish to express my gratitude to the Royal Society for awarding me a grant in 1978/79 to assist me in my work on medieval Arabic technology.

"Much has been said about the composition of (books on) the art of medicine, and the part of it which is on therapy is dealt with far more than is necessary, (while) the theoretical part (is dealt with) far less than is necessary".

It is possible that the concentration of theoretical matter and the dearth of description of practical procedures rendered it less useful and so less popular than al-Majūsī's book. And hence, it never diffused to the West like the other book. The same fate seems to have befallen another *kunnāsh* written within 50 years of *K. al-Mi'a* and contemporary with al-Majūsī's book, perhaps for the same reason. *Al-Muᶜālajāt al-buqrāṭiyya* is a large system of medicine in 10 *maqālāt* compiled by Abū'l-Ḥasan Aḥmad al-Ṭabari,[49] the court physician to Rukn al-Dawla (932-976). This book has a similar arrangement of subject matter to *K. al-Mi'a* and deals with all the classical topics of medical theory. Diseases are likewise set out in the usual head-to-toe arrangement. The book is heavily biased towards theoretical discussion and is of high intellectual calibre. Relatively little attention is paid to matters of practical importance and it could not have had much appeal for the average practitioner. The author explains in the introduction to the book[50] that he has compiled it in order to salvage medicine from the hands of the ignorant and the superficial, and to return it to the tradition of the ancients he so admires. The result is not unlike *K. al-Mi'a*, except that it is perhaps less lucid and complete. This book likewise did not claim the attention of the Latin translators, nor was its author apparently known in the Latin West. In recent times, its fourth *maqāla*, which is on ophthalmology, was studied by Hirschberg,[51] and some of its sections on diseases of the skin were translated into German by Mohammed Rihab.[52] Otherwise, it has remained relatively unknown.

Despite these considerations, the question with regard to al-Masīḥī's book must remain largely unanswered. It must be said in conclusion that the omission of this book from the mediaeval list of translations deprived the West of an important compendium, equally as valuable as al-Majūsī's *Kāmil al-ṣināᶜa* and of the same calibre as Ibn Sīnā's *Canon*.

49. Some meagre facts about al-Ṭabarī's life are to be found in IAU, I, 321. See also GAL I, 237; SI, 422.

50. There is a complete manuscript of this work in the Bodleian Library, Oxford, Marsh 158.

51. J. Hirschberg, *Geschichte der Augenheilkunde bei den Arabern* (Leipzig, 1908), pp. 107-114.

52. Mohammed Rihab, "Der arabische Arzt aṭ-Ṭabarī. Übersetzung einzelner Abschnitte aus seinen 'Hippokratischen Behandlungen'" *Sudhoffs Archiv*, 19 (1927), 123-168.

territories. If they translated only what was available to them in Spain, then the choice of book was indeed dependent on its being present there. This raises the further question of why *K. al-Mi'a* was not available in Spain. In fact, as was noted earlier none of al-Masīḥī's other books were translated into Latin either, nor does he himself seem to have been known to the Latin West. This is indeed a puzzle. Why, for instance, should ᶜAlī b. al-ᶜAbbās al-Majūsī's *kunnāsh*, *Kāmil al-ṣināᶜa* have been translated into Latin and not *K. al-Mi'a*?[48] These writers are quite comparable to each other: both were Persians and wrote their books in Persia within 50 years of each other. Thus, the problem of geographical diffusion should have been the same for both. The books are comparable in scope and style. Al-Majūsī's book is a large two-volume encyclopaedia on the whole of medicine, theory and practice. Like *K. al-Mi'a*, it discusses every aspect of medicine and classifies its subject-matter in the same thorough way. The accounts are of the same order of lucidity and precision. *Kāmil al-ṣināᶜa* is likewise written with great authority. However, there is a difference between the two in the amount of space given to practice as opposed to theory. In this sense. *Kāmil al-ṣināᶜa* is the more balanced, for half of it is on theory and half on practice, whereas, *K. al-Mi'a* is mainly devoted to theory, as has been shown above. This is in line with al-Masīḥī's pupose in writing the book, for he says in his introduction:

فاقتضى هذا العلم بحسب ما هو موجود عليه في نفسه اما في جملته فانه يرتب ويسهل ويلخص واما في الجزء النظري منه فانه يتمم ويصحح واما في العلاجات فانه يختصر ويقرب فقمت بهذه الشرائط كلها وبذات الوسع والطاقة فيها فخرج أصح وأتم وأسهل واصغر ما امكن .

"This science, by its present nature, requires that it should be arranged in its entirety, simplified, and summarised. As to its theoretical part, this should be made complete and corrected; and as to its therapeutic part, this should be condensed and made more accessible. So I fulfilled all these conditions to the utmost of my capacity, and (the book) emerged more correct, complete, and easy to use, and as short as possible."

And further on in the introduction, he adds this:

لقد اكثر الكلام في التصنيف وفي صناعة الطب والجزء العلاجي منه زائد على المقدار الواجب بافراط والجزء العملي قالل عن الواجب .

48. ᶜAlī b. al-ᶜAbbās al-Majūsī lived and worked during the reign of the Persian ruler, ᶜAḍud al-Dawla (949-982). Very little is known of his life (see IAU, I, 236; al-Qifṭī, *op. cit.*, p. 232; GAL, I, 237; SI, 423). His book. *Kāmil al-Ṣināᶜa*, also known as *al-Kitāb al-Malakī* (because it was dedicated to ᶜAḍud al-Dawla), was translated into Latin by Constantine the African as *Liber Pantegni* in the 11th century, and by Stephen of Antioch as *Liber Regius* in 1127, and enjoyed great fame and popularity in mediaeval Europe. (See Leclerc, *op. cit.*, II, 359 and H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin durch des lateinische Mittelalter*, *Sudhoffs Archiv*, Beihefte, Heft 3, Wiesbaden, 1964, p. 35).

hyenas, and tigers, as many other *kunnāshāt* did, nor does it mention poisonous substances or medicines, as was also usual.

Comment

It should be clear from the foregoing description of contents that *K. al-Mi'a* is a large, comprehensive work which attempts to systematise the whole of medical theory. The major part of the book is devoted to theoretical considerations, and only a small part deals with practical procedures. There are no quotations from other medical authorities, a practice common to many *kunnāshāt*, where a quotation from an Arabic or Greek physician was often added either to lend support to the writer's opinion or to provide additional information on the subject under discussion. There may have been other reasons also.[47] The general style of the book is authoritative and it may be that the author's sense of his own authority made the inclusion of the sayings of others unnecessary. Be that as it may, it is easy to see why such scholars as Leclerc and Sarton saw *K. al-Mi'a* as a model for Ibn Sīnā's *Canon*. Its encyclopaedic range, extreme systematisation, and authority are indeed reminiscent of the *Canon*.

In a sense, it may have even been preferable to the *Canon*. For, the scholarship of the Middle Ages which was so inclined to favour rigid classifications and compact systems might well have welcomed the relative brevity of *K. al-Mi'a*. Furthermore, al-Masīḥī's book is written in a lucid and didactic manner that would have made it of the greatest use to the mediaeval pedagogic tradition. It is extraordinary therefore to observe that al-Masīḥī's encyclopaedia was not known to the Latin West.

This of course raises the unresolved question of why certain Arabic works and not others were translated into Latin.From the point of view of subject matter and form, *K. al-Mi'a* should have been ideal for the Latin mediaevalists. Its omission from their translations is difficult to explain. Of course, it is known that the bulk of translation from Arabic into Latin was carried out in Spain, and therefore the choice of material for translation must have been dictated in part by the availability of books in Toledo and other Spanish centres of translation. We do not know what efforts were made by the Latin translators, if any, to obtain books from elsewhere in the Islamic

47. Such quotations have been of the greatest value to modern scholarship. For example, Ibn al-Jazzār's book, *Zād al-Musāfir*, provided Daremberg during the last century with important fragments of Rufus' medical writings which he incorportated into his *Oeuvres de Rufus d'Ephèse* (ed. C. Daremberg and E. Ruelle, Paris, 1879). ᶜAlī b. Rabban al-Ṭabarī's *Firdaws al-ḥikma* (ed. by M. Z. Siddīqī, Berlin, 1928) contains a rich variety of quotations from Greek, Arabic, and Indian sources. Pseudo-Thābit's *K. al-Dhakhīra fī ᶜilm al-ṭibb*, (ed. by G. Sobhy, Cairo, Government Press, 1928), also transmits many quotations from others.

on the uterus and on pregnancy. This is followed by a book "on the treatment of diseases special to men" and concerns inflamations and ulcers of the genital organs. But it also includes something on what may be termed "sexual medicine".[45] This is concerned with the ill effects of sexual over-indulgence and not with ways of increasing pleasure, as is to be found in the comparable sections of some other *kunnāshāt.*

The head-to-toe diseases end with gout and sciatica. The books after that are on external, or skin diseases. This includes the conditions affecting the hair such as alopecia and splitting of hair, and the disorders of the complexion like vitiligo, and the scars of smallpox and ulcers, as well as other skin diseases. Such a section on external diseases was a standard component of all *kunnāshāt.* It also included a certain amount on cosmetics: such matters as the dyeing and curling of hair, the removal of unwanted hair and remedies for purifying the complexion and changing its colour. The external disease part of *K. al-Mi'a*, however, has very little cosmetic emphasis and no directions for the dyeing or curling of hair. Book 99 is on fractures and dislocations. It is a short chapter and describes the general treatment of the body when a fracture takes place: this consists of evacuation and blood-letting in order to prevent the seepage of humours from the fracture site. There are some directions on how to correct dislocations and fractures and on binding the affected part.

But it is unlikely that such brief directions as are given would have been of much use to an orthopoedic practitioner. What is more likely is that, as this was a routine inclusion for most *kunnāshāt*, it was included here for the sake of completeness and does not necessarily imply that the author had ever practised any of the procedures he describes or that he intended them for practical purposes.

The last book is on another standard inclusion of *kunnāshāt*, namely, the bites of venomous animals: these include the snake, scorpion, tarantula, and wasp; there is also a chapter on the bites of rabid dogs, again a favourite subject with Arabic physicians. Snake and scorpion bites are treated, as might be expected, with the theriac, since theriacs were originally made up as antidotes, and it was only later that their use became widespread as universal panaceas.[46] The book does not deal with the bites of large animals, such as lions,

45. In Arabic literature, this phrase includes a number of related topics: the place of coitus in health; disorders associated with the performance of coitus such as impotence and priapism; gonorrhoea and nocturnal emission. The remedies in such sections often included numerous aphrodisiacs. Some books added chapters with a strongly erotic flavour on such subjects as ways of increasing sexual pleasure and sexual positions.

46. The theriacs were a group of compound medicines said to have been devised by the Greek physician, Andromachus, as antidotes against poisons of all types. By Galen's time, they were in use for other conditions as well, and later still, they became universal panaceas. See G. Watson, *Theriac and Mithridatum* (London, the Wellcome Historical Medical Library, 1966).

For example:

"Book 65: The treatment of diseases occurring in the organs of sensation and motion, that is to say the treatment of spasm, tetanus, flaccidity, numbness, and tremor".

"Book 79: the treatment of gastric evacuations, that is to say the treatment of cholera, dysentery, and lientery".

In general, the head-to-toe disease section of *K. al-Mi'a* is relatively short and relegated to a place of secondary importance. All chapters on disease are short and contain a cursory account of causes and symptoms. This is unlike the practice employed in many *kunnāshāt* of the time, where the head-to-toe diseases were given a place of pre-eminence as being the main subject matter around which the other principal subjects of medical theory were arranged. The reason for this departure in al-Masīḥī's book is evident from the fact that he devotes considerable space to the theoretical principles underlying the causes and mechanisms of disease, symptoms, and therapy. Hence, when he comes to the description of actual disease entities, he is very brief on their specific features, having already explained their general characteristics at length.

The account of epilepsy is a typical illustration:

(f. 282, 1.4 – 1.11)

قد يكون من آفة مخصوصة بالدماغ ويكون من مشاركة المعدة وبعض الاطراف كالرجل او اليد او مشاركة الرحم للنساء بأن يصعد من كل واحد من هذه الاعضاء ما يسد منافذ بطون الدماغ فيحدث الصرع فان كان يصعد من بعض الاطراف فينبغي في وقت النوبة قبل ظهورها أن يشد فوق ذلك الموضع برباط شدا محكما الى أن تنقطع النوبة ثم يطلى الموضع بالفلفل والخردل والفرفيون وعسل البلادر ويترك حتى يتنفط .

"(Epilepsy) may occur from a malady specific to the brain, or it may occur in association with the stomach and some of the extremities, such as the leg or the hand; or because of association with the womb in women. Thus, something ascends from each of these organs which obstructs the apertures of the ventricles of the brain and so epilepsy occurs. If it ascends from one of the extremities, it will be necessary at the time of the fit and before it happens to bind (the part) above that place with a firm, tight bandage until the fit is stopped. Then the part should be painted with pepper, castor, euphorbium, and anacardium honey, and left until it blisters".

It will be readily seen that there is no clinical description here. The rest of the chapter is concerned with therapy, which is given in some detail.

The list of diseases described goes down through the body in descending order. After the books on diseases of the urinary tract, there is a short section

significance, (this is to be differentiated from prognosis, which is the subject of book 54); the periods of disease, meaning the four stages of disease as classified by Greek and Arabic physicians: commencement, increase, culmination, and decline; and the three cornerstones of mediaeval disease theory: coction, crisis, and critical days. The subjects are dealt with in characteristically detailed and lucid manner, and the accounts are exactly in line with the earlier Greek teaching and with the other Arabic books on the same theme.

There are three books on the preservation of health. These include the healthful regimen to be adopted at various ages. Attention is to be paid to the diet, sleep, movement and rest, baths, massage, psychical events, and the ambient air – in other words, to the six non-naturals. This matter was a regular component of Arabic *kunnāshāt*, and was also treated as a separate subject, as the many Arabic tracts on hygiene testify.[44] Book 59 is on the principles of the treatment of diseases, and contains a clear statement of the physician's function with regard to disease and its management:

(f. 267a, 1.12 – 1.14)

فالطبيب فاعل كالمعين للطبيعة بأن يقرب منها الدواء وغيره من داخل أو خارج على ما ينبغي في الوقت والمقدار فهو يحضر بحصولها ما تتقوى به فتستعين به في دفع المرض ولذلك صارت الطبيعة قد تدفع وتزيل كثيرا من الامراض من دون دواء أو طبيب وليس يقدر الدواء ولا الطبيب إزالة المرض البتة متى خارت القوة وعجزت

"The physician acts as an assistant to nature, in that he brings to it medicine and other things either internally or externally, in the correct amounts and at the correct times. For he aids (nature) to attain what strengthens it and assists it in repulsing the disease. In this way, nature repulses and eliminates many diseases without either medicine or physician, nor can either medicine or physician eliminate a disease once the strength has collapsed and become impotent".

Thus, here is a clear adherence to the Hippocratic attitude with regard to the importance of nature and to its standing as the real physician. There is then a detailed and highly systematic account of the things which have to be taken into account when deciding on the correct treatment. It is only at this point in the work that practical directions as to the management of specific diseases are given, but even then, there is little emphasis on therapeutic detail. The next series of books represent the head-to-toe disease section of the book. There is an unusual tendency to classify some diseases according to functional and pathological considerations rather than on the basis of pure anatomical site.

44. Qusṭā b. Lūqā, Isḥāq b. ʿImrān, Ibn Sīnā, Ibn al-Muṭrān, and many others wrote seperate tracts on hygiene.

The function of air is to be a cooling agent for the heart, which is conceived of as a furnace wherein the innate heat burns. The lung therefore acts as a bellows to cool the heart. Thus,

(f. 216b, 1.10 – 1.14)

فصارت الرئة تنبسط وتنقبض بانبساط الصدر وانقباضه ومتى انبسطت امتلأت تجاويفها هواء ومتى انقبضت اندفع الى خارج ما اندفع اليها من دخان القلب فالتنفس هو سبب حصول الهواء للقلب الذي به يتروح اولا وتبقى حرارته معتدلة نقية وتكون منه الروح الحيواني الذي بتوسطه تصل قوة الحياة والحرارة الغريزية الى جميع البدن

"The lung expands and contracts with the expansion and contraction of the chest. When it expands, its cavities fill with air, and when it contracts, the smoke of the heart which has been expelled to it is expelled to the exterior. For respiration is the means whereby the heart obtains the air with which it is fanned and (hence) its heat remains moderate and pure, and from which is created the animal spirit by whose agency the life force and the innate heat reach the rest of the body".

These ideas on respiration are very similar to the ideas expressed by Aristotle and Galen, in particular the concept of the bellows and the burning furnace wherein combustion takes place, and hence the need to expel 'the smoke of the heart'.[43] The next 9 books deal with 'pathology', for they concern the pulse, the urine, and faeces, and their features in health and disease.

The book on the pulse is complicated and detailed. Pulse lore was a most important aspect of the Arabic medical system. Arabic physicians routinely described 10 kinds of abnormal pulse. These went under certain names, such as the "mouse-tail pulse" and the "gazelle-like pulse", and their patterns were intricately described. This seems to have been a theoretical artifice more than anything else, and it is doubtful whether anyone actually ever felt most of what was described. Of no less importance was the subject of the urine. Al-Masīḥī goes into the matter of uroscopy at length and in great detail, with great emphasis on its pre-eminence in the art of medicine. He explains how urine is formed from the watery part of blood and stresses that its examination will give information about many internal conditions. The different kinds of pathological urine are described, which, like the kinds of pulse, were common to all Arabic medical writing.

The following books deal with several important subjects: on the anticipation of illnesses by warning signs, which was a review of signs of prognostic

43. There is a similar description in Aristotle's *De Respiratione*, transl. by W.S. Hett, Loeb Classical Library, (London, Heinemann, 1957), p. 479; and at greater length in Galen's *On the Usefulness of the Parts*, *op. cit.*, I, 316.

latter survives only in Arabic translation.[41]

The subsequent books have detailed discussions on the signs of psychical ailments, on secretions evacuated from the body, and on fevers. The book on fevers is devoted to the theoretical understanding of the nature and differentiation of fevers. He defines fever as a contranatural heat; the site of this heat in the body determines the type of fever it is, as follows:

(f. 194a, 1.15 – f. 194b, 1.2)

فمتى كانت في الارواح كانت حمى يوم وهي تنقضي اما في يوم واحد وإما في نوبة واحدة إن بقيت اكثر من يوم واحد ومتى كانت في الاخلاط كانت حمى العفونية وحمى العفونية منها دائمة وهي التي مادتها محصورة في العروق ومنها ذات افتراق ونوايب وهي التي مادتها خارجة عن العروق ومتى كانت في الاعضاء كانت حمى الدق .

"When the heat is in the spirit, it is an ephemeral fever; it goes either in one day or in one paroxysm. If it stays for longer than one day, and when (the heat) is in the humours, then it is a putrid fever. Putrid fever may be continuous, and that is when its matter is confined to the veins, or it may have periods and paroxysms, and that is when its matter is outside the vein. When (the heat) is in the organs, it is a hectic fever."

His account of fevers follows this pattern and makes the subject, which must have posed the physician of the time the greatest diagnostic difficulties, seem simple and straightforward. Book 41 is on the signs of diseases of various parts of the body. The next book gives an account of the signs of the temperaments. This describes the signs of a hot, cold, wet, dry temperament, and compounds of these (i. e. hot-dry, cold-wet, etc.), and how the temperament may be diagnosed from the colour, the facial expression, the touch, and the actions. The temperaments of organs are also included. There is a section on the indications from the facial features, the teeth, the nails, and the skin as to the temperament (for example, a hairy chest indicates a hot temperament of the heart). This science, (physiognomy, Arabic: *al-firāsa*), was a most important subject in Arabic medicine. Al-Rāzī has a large section on it in his *K. al-Manṣūrī*, and several Greek works on the subject were available in Arabic translation from the time of Ḥunayn b. Isḥāq.[42]

Book 44 is on respiration and forms a compact and interesting account of the physiology of respiration of the time. There is a reiteration of the doctrine of spirits and a discussion of their entry and elaboration in the body.

41. This tract has been translated from the Arabic by M. C. Lyons as *On the Cohesive Causes*, in *Corpus Medicorum Graecorum Supplementum Orientale*, *II*, (Berlin, Akademie-Verlag, 1969).

42. Notably, the book on physiognomy of the Greek sophist, Polemo, which survives only in Arabic translation as *K. Iflīmūn fi'l-firāsa*. The material here is very similar to that in *K. al-Mi'a*.

and urine are also listed here. Book 32 continues an account of drugs classified according to their qualities, degrees, and special effects; that is, under "heating medicines in the first degree", there follows a list of substances; under "those medicines which attract the humours", another list of substances, and so on.

Book 35 discusses the classification of diseases, their causes, and their signs. As if by way of introduction, al-Masīḥī explains something of the nature of all diseases:

(f. 164b, 1.15 – 1.20)

وإن الامراض واسبابها واعراضها كلها امور خارجة عن الطبع وغرض صناعة الطب هو ازالتها كلها على القصد الأول فان الذي يقصد إلى ازالته اولا هو المرض لأنه هو الذي يضر بالفعل إلا أنه لا يزول الا بزوال السبب الذي احدثه

"Diseases, their causes, and their symptoms are all contranatural matters. The purpose of the art of medicine is to remove them all, in order of priority. For (although) that which it is intended to remove first is the disease, because it is what is harmful in fact, (yet) it will not be removed unless the cause which has brought it about is removed (first)".

There then follows a classification of diseases according to the four primary qualities with examples to illustrate each type, and according to the compounds of the primary qualities, and whether these are accompanied by matter or not. As to the causes of disease, he classifies them and explains these in this way:

(f. 167b, 1.15 – f.168a. 1.1)

واسباب الامراض ثلاثة اجناس احدها جنس الاسباب البادئة والثاني جنس الاسباب السابقة والثالث جنس الاسباب الواصلة والاسباب البادئة هي التي تؤثر في البدن وهي خارجة عنه مثل حرارة الشمس القوية التي تولد الحمى واما الاسباب التي تؤثر في البدن من داخل فما كان بينه وبين المرض سبب آخر فهو سبب سابق وما كان منها ليس بينه وبين المرض سبب آخر فهو سبب واصل .

"The causes of disease are of three kinds: the first is that of the immediate causes; the second is that of the antecedent causes; and the third, that of the connecting causes. The immediate causes are those which affect the body (but) are external to it, like the strong heat of the sun which gives rise to fever. As to the causes which affect the body from inside, if there is a connection between them and the disease, then it is an antecedent cause. But if there is no (causal) connection between the disease and one of them, then that is a connecting cause".

This classification is in fact very similar to the Galenic classification of the types of causes, as explained in his tract *De Causis Contentivis*. The

Books 30 to 34 are concerned with the faculties of medicines and their classification. The subject of medicines was of the utmost importance to mediaeval physicians. Here is a clear exposition of the theoretical approach to the use of medicines in terms of their qualities and their special actions, whether purgative, diuretic, emetic, and so forth. The author encourages the use of "empirical medicines", (*mujarrabāt*), but stresses that where possible, only one drug should be used at a time. These *mujarrabāt* are of some interest; many books were devoted to this subject during the Arabic period, including those by al-Kindī, al-Rāzī, Ibn Sīnā, Ibn Zuhr, Ibn al-Tilmīdh and many others. Sarton[37] was very impressed with the tradition of *mujarrabāt*, and held that it represented the earliest example of an experimental method in medicine. But in fact, the *mujarrabāt* were nothing to do with the experimental method but were rather medicines which had been found to work by experience.[38] Many of them had obvious magical associations, particularly in the later writings of the 14th century and onwards.

The book on simples classifies them in alphabetical order, using the earlier type of Arabic alphabet (which follows the Hebrew order). Under each medicinal herb, there is a definition of its properties according to degrees from 1 to 4. Thus, a medicine is described as 'cooling in the first degree' and 'drying in the fourth degree,'. Its special effects and properties, diuretic, purgative, binding, etc. are then listed. For example,

(f.135 b, 1.6 – 1.8)

افيون بارد في الرابعة يابس في الثانية ينفع من الاورام الحارة الملهبة خاصة من العين مجلب للسبات مخدر
للحس قليله ينفع في تسكين الاوجاع والتنويم وكثيره يقتل

"Opium is cold in the fourth (degree), dry in the second; efficacious in hot, inflamed swellings, especially of the eye; causative of lethargy: anaesthetic; a small amount of it is efficacious in stilling pain and for narcosis; a great deal of it kills."

This system of degree classification was a refinement of the Galenic arrangement whereby drugs were graded according to their qualities and their efficacy.[39] The Arabic physicians broadened and expanded Galen's ideas into a neat and well-ordered system.[40] Parts of animals are also included here as substances with medicinal properties, as for example with the livers of certain animals, which are used as sympathetic medicines in diseases of the liver. The gall, tongues, and secretions of animals, such as their saliva, milk,

37. Sarton, *op. cit.*, II, 94.

38. In this, one must agree with Ullmann who takes issue with Sarton in his special section on *mujarrabāt*, (*Die Medizin, op. cit.*, pp. 311-3).

39. For a study of the Galenic system of drug classification, see G. Harig, *Bestimmung der Intensität im medizinischen System Galens* (Berlin, 1974).

40. Al-Majūsī devotes a large section of his book (*op. cit.* above) to this classification of drugs.

al-Manṣūrī, is almost identical),[33] to the extent of repeating Galen's erroneous assertion that there were communications between the right and left ventricles. It was this assertion which was countered by Ibn al-Nafīs two hundred years later, and which earned him the enthusiastic description of "the discoverer of the pulmonary circulation" by certain modern writers.[34] The next book is also Galenic in concept, for it contains a teleological account of the function of organs on the lines of the large work of Galen, *On the Usefulness of the Parts of the Body*.[35] There is much useful information in this book on the physiology of the time, and a remarkably clear exposition of the role of the vital heat and the elaboration of the animal spirit.

The books that follow may be said to be about the environment: on airs and winds, on dwellings, and on waters. Books 12 to 18 inclusive are on dietetics: the principles governing the choice of food and drink which are connected with a study of the temperament, the season, and the preponderant humours; the faculties and qualities of simple foods; and the benefits and properties of wine and other drinks. Book 16 deals with the healthful preparation and cooking of food, and explains that foods are classified as digestible, indigestible, high in superfluities, or low in superfluities, and the like.

The next few books deal with the non-naturals. On the subject of evacuation, there is a lengthy book devoted to blood-letting ; its advantages and disadvantages, the indications for blood-letting, and how much blood to remove. It ends with a detailed and fascinating account of the technique of blood-letting, what instrument to use, what shape incision to make, whether along the length or width of the vein, and what to use to keep the vein patent. Al-Masīḥī's contemporary in Spain, Abū'l-Qāsim al-Zahrāwī, also left a long and detailed account of the technique of venesection and its indications.[36] Book 29 is on the signs of psychical origin, such as grief and anger. The observation is made here that anger leads to a yellow complexion, due to an increase in yellow bile. This brings to mind the use in this connection of the English word "choleric" and its obvious humoral origin.

33. For comparison, see Galen's description of the heart in his *On Anatomical Procedures*, transl. C. Singer, Wellcome Historical Museum Publications, (Oxford University Press, 1956), VII,175; 179-188. The anatomy of the heart is given in *maqāla I* of the *K. al-Manṣūrī*, "On the form and appearance of organs".

34. See M. Meyerhof, "Ibn al-Nafis (XIIIth century) and His Theory of the Lesser Circulation" *Isis*, 23 (1935), 100-20.

35. Transl. by M. T. May, Cornell University Press, 1968.

36. *Albucasis on Surgical Instruments*, ed. and transl. by M. S. Spink and G. L. Lewis, (London, Wellcome Institute for the History of Medicine Publications, 1973), pp. 624-655 (on veins), and pp. 174-183 (on arteries).

This extract displays the general style of the book quite well. It also reveals the neat systematisation typical of Arabic writers. This economy of description of the faculties should be compared with the prolixity and disorganisation of Galen's work on the same theme, *On the Natural Faculties.*[31] The other books on the temperaments, the actions, and the spirits are just as well-ordered and provide a thorough review of the principles of medical theory in readily assimilatible form.

The two books on the like and unlike organs constitute the anatomy section of the work. These terms refer to the classification of the parts of the body into those whose constituents are homogenous, such as fat, bone, cartilage, and so on, and those which are made up of different tissues, such as arms, legs, hands, and so on. This division was common to Arabic anatomy, and derived from an Aristotelian classification of the organs of the body into 'homeomerous' and 'anhomeomerous' types.[32] The unlike organs are classified from top to bottom, in the same way as diseases, and in fact represent the internal organs. The anatomical descriptions are exact, as for instance this extract on the heart:

(f. 21b, 1.6 – 1.12)

والقلب صنوبري الشكل قاعدته الى جهة أعالي البدن ورأسه المخروط الى جهة أسافل البدن وقاعدة القلب موضوعة في وسط الصدر ومن جميع جهاتها ورأسه المخروط مائل إلى ناحية اليسار وللقلب غلاف من غشاء كثيف محيط به متميزا منه إلا عند قاعدته وفيه تجويفان أحدهما في الجانب الايمن والآخر في الجانب الأيسر وفي التجويف الأيمن الدم أكثر من الروح وفي الأيسر الروح أكثر من الدم ومن الايمن الى الايسر منافذ لطيفة .

"The heart is cone-shaped, its base being towards the top of the body, and its pointed end towards the lower part of the body. The base of the heart is in the middle of the chest (equally) on all its sides, (but) its pointed head is inclined towards the left side.

"The heart has an envelope made of a thick membrane, which surrounds it but is distinct from it (i. e. not adherent) except at its base. It has two cavities, one on the right side and one on the left. There is more blood than spirit in the right cavity, and more spirit than blood in the left. There are small apertures from the right to the left (cavity)".

This description is interesting in more ways than one. It is modelled on Galenic anatomy, like other Arabic books of the time, (for example, the section on the anatomy of the heart in al-Rāzī's famous *kunnāsh*, *K.*

31. Translated by A. J. Brock, Loeb Classical Library (London, Heinemann), 1928.

32. *Cf.* Aristotle, *De Partibus Animalium*, 646b, 11-20, in *The Works of Aristotle*, ed. and transl. by W.D. Ross (Oxford University Press, 1910-49). This section includes a discussion on the "homeomerous" and the "anhomeomerous" parts.

black humour go beyond the nature of blood, because they have reached the limits of combustion. The presence of all these in the body is normal, meaning that blood is the true nutrition that is intended and phlegm is a humour which could be digested so that the body could be nourished by it".

And still on the subject of humours, al-Masīḥī explains how it is that they cause disease:

(f. 30b, 1.12 – 1.15)

وهذه هي الاخلاط التي تسمى اركان البدن وأما إذا زادت على هذا المقدار أو الكيفية فخارجة عن الطبع لسبب مرضي ويجب ان تعدل إن كانت مفرطة الكيفيات وتستفرغ إن كانت كثيرة المقادير

"These are the humours which are called the fundamental components of the body. But if they increase over their (normal) amount or their qualities, they become contra-natural due to a pathological cause. It is (then) necessary to bring (the body) back to a state of moderation if (the humours) are in excess in their qualities, and to evacuate it if they are excessive in amount."

In this brief extract, he enunciates the principles of disease causation and therapy which were the essence of the humoral theory followed by himself, his contemporaries, and the Greek physicians before him. As to the other aspects of the humoral theory, the faculties are explained in a systematic manner:

(f. 36a, 1.14 – 1.22)

فانالبدن اربع قوى احداها نفسانية وهي التي تفعل الاحساس والتمييز والتحريك بالاختيار والثانية حيوانية وهي تعطي جميع البدن الحياة والحرارة الغريزية والثالثة طبيعية وهي التي تعطي جميع البدن الغذاء وتدفع فضولاته والرابعة مولدة وهي التي تعد الزرع وتكمل الجنين وقد تعد في صناعة الطب القوة المولدة مع القوة الغاذية ويسمى جميع ذلك الطبيعية .

"The body has four faculties, the first is psychic and it is (the faculty) which effects sensation, discrimination, and voluntary motion. The second is animal and it is the one which gives life and the innate heat to the whole of the body. The third is natural, and it is the one which gives the whole of the body nutrition and which expels its superfluities. The fourth is generative, and it is the one which prepares for fertilisation and which completes the growth of the foetus. In medicine, the generative faculty is counted with the nutritive faculty, and the two together are called the natural (faculty)".

The first book is a highly theoretical and philosophical introduction to medicine. The second book presents a lengthy account of the theory of elements and how they enter into the formation of the human body:

(f. 6b, 1.17 – f. 7a, 1.12)

والاجسام الاول بالطبع اربعة النار والهواء والماء والارض وإنما سميت اجساما أول لانها لا تتركب ولا تتكون من اجسام أخر غيرها... والبدن مركب من الاعضاء المتشابهة الاجزاء وكل واحد من هذه قد يكون إما اولا في المني وإما من بعد ذلك في الدم والمني يتكون من الدم والدم من الغذاء والغذاء إما حيوان وإما نبات والحيوان حال بدنه كحال بدن الانسان فاذن كلها من النبات والنبات يتكون من الارض والماء فاذن بدن الانسان مركب من الاسطقسات الأول .

"The elements in nature are four: fire, air, water, and earth. They were named elements because they are not constructed or formed from any other bodies. . . and the (human) body is made up of organs of like parts. Every one of these (organs) exists either in the semen first or in the blood after that. And the semen is formed from blood, and blood (is formed) from food, and food is either animal or plant. The state of an animal's body is like that of man, so, therefore, all of them come from plants; and plants are formed from earth and water. Therefore, the body of man is made up of the primary elements".

He goes on to define the qualities of the four elements as hot, wet, dry, etc. His style is clear, didactic, and detailed. The other sections on medical theory are likewise lucid. The book on the humours, for example, could not have left any student of the art in much doubt as to the nature of the humours in health and disease:

(f. 28a, 1.1 – 1.11)

والاخلاط وهي اربعة الدم والخلط الأصفر والخلط الاسود والبلغم وحصولها كلها في البدن بسبب الغذاء بمعنى أن بعضها غذاء وهو الدم وبعضها فضولات الغذاء وهي الثلاثة الاخلاط الباقية لأن البلغم فضلة متقدمة على الدم لأن الغذاء لم ينهضم ولم ينضج فبقي على نبوءته والخلط الاصفر والخلط الاسود مجاوران لطبيعة الدم لأنهما قد صارا في حد الاحتراق ووجودها كلها في البدن طبيعي بمعنى أن الدم هو الغذاء الحقيقي المقصود والبلغم خلط يمكن أن ينهضم فيغتذي به البدن .

"The humours are four: blood, the yellow humour, the black humour, and phlegm. They are all to be found in the body by reason of food, meaning that some of them are food, and that is blood, and some are superfluities of food; these are the three remaining humours, for phlegm is a superfluity which comes before blood because the food has not been digested and has not reached coction yet, so that it stays unripe. The yellow humour and the

and external diseases. The external diseases section here is subdivided into diseases of the scalp, the skin, and the skin colour. Two other topics, which were also very commonly included in medical compendia, although not uniformly so, appear: fractures and dislocations, and venomous bites. Several books are devoted to the subject of medicines both, simple and compound, matter of the highest importance in any medical book.

Subjects of Books in K. al-Mi'a

Introduction to medicine
The elements
The homeomerous organs
The anhomeomerous organs
The usefulness of the parts of the body
The humours
The temperaments
The faculties
The actions
The spirits
The natural states of the body
Airs and winds
Dwellings and waters
Faculties and qualities of foods
Drinks and wines
Sleep and waking
Massage
Movement and rest
Baths
Purgation
Emesis
Venesection
Diuresis
Perspiration
Gargling
Clysters
The signs of psychical origin (grief, anger, etc..)
Faculties of medicines
Simples
Medicines with special properties
Causes and signs of disease
Psychical ailments
Secretions evacuated from the body
The types of fevers
Swellings
The signs of diseases of various parts of the body
Respiration
The pulse
The urine
The faeces
Premonitory signs
Periods of disease
Coction
Crisis
Critical days
Favourable and unfavourable signs
The signs of disease
The preservation of health
Principles of treatment of diseases
The treatment of fevers
The treatment of swellings
The treatment of ulcers
Diseases from head to toe
Pregnancy and diseases of the uterus
Diseases special to men
Diseases of the hair
Scars of ulcers
Disorders of skin colour
Diseases of the skin
Fractures and dislocations
Bites of venomous animals

are not properly organised, so that the divisions of the art are not known; there is either too much detail or too little; theory receives too little attention, while practical methods and therapy receive too much. For these reasons, the author has decided to write a book which will remedy all these failings in as synoptic a way as possible.

The result is an encyclopoedia of medicine in which everything is systematised as far as possible. It is organised on a basis of the standard divisions of medicine, (best expressed in Ḥunayn b. Isḥāq's pithy introduction to medicine, *al-Masā'il fi'l-ṭibb)*.[28] The descriptions are lucid, well-ordered, and there is indeed an attempt to make each book complete in itself. There is a strong emphasis on theoretical aspects, and indeed the major part of the book is devoted to theoretical principles and discussion. It is only when the 60th book is reached on f. 267b, that is, after two-thirds of the book have been gone through, that practical methods are included in any detail.

The index of "books" is set out soon after the introduction. Each section is named "the book of such-and-such." The subjects dealt with in these books have been listed on the following page. They do not correspond to the actual titles in *K. al-Mi'a*, where the same subject sometimes has several books devoted to it, but are meant here to convey a general idea to the reader of the contents of the *kunnāsh*. In this way, it may be seen that all the standard topics in medicine which were current at the time are covered: all essential aspects of the humoral theory, the naturals: which are the organs, the elements, the temperaments, the faculties, the actions, and the spirits; the non-naturals,[29] which are six and which may be picked out among the list of subjects early on in the *kunnāsh* as air, food and drink, sleep and waking, movement and rest, evacuations (detailed into purgation, emesis, venesection, and the like), and the passions of the soul (the signs of psychical origin); and the contra-naturals, meaning the cause and process of disease. There is a section on 'pathology', that is, coction, crisis, the pulse, and the urine; a section on prognosis; and a section on the preservation of health. All these were standard subjects of importance which were included as a matter of routine in most *kunnāshāt*. Likewise, there is the inevitable classification of diseases from head to toe,[30] and the other two classical subjects: fevers

28. This work, alternatively known as the *Isagoge*, was celebrated throughout the Middle Ages. It is setout in a question-and-answer form and summarises the medical theory of the time using a rigid classification of subject matter which became standard for all medical books thereafter. (This important work is still unedited and exists only in manuscript form.)

29. There are several studies on the non-naturals. For example, P. H. Neibyl, "The non-naturals", *Bull. Hist. Med.*, 45 (1971), 486-92; and L. J. Rather, "The six things non-natural, a note on the origins and fate of a doctrine and a phrase", *Clio Medica*, 3 (1968), 337-47.

30. This was a classification that was universally employed in Arabic medical textbooks and in the Greek medical books of late antiquity.

well written, and provided a wide selection of treatments.[21] It was recommended for use by students in the medical teaching syllabus of the *Chahār Maqāla*, as was noted above. Modern commentators have also been impressed with this book: both Leclerc and Sarton believed it to have been a model for Ibn Sīnā's *Canon*.[22] The book survives in at least 29 manuscript copies. The earliest of these is said to be to be dated 400/1010, which, if true, means that it must have been made either during the author's lifetime or shortly after his death.[23] There are six other early manuscripts, that is, dating from before 1300 A.D.[24] In the centuries that follow, there are manuscripts dating from each century, and a high concentration of very late manuscripts: five are said to be dated between 1233/1818 and 1300/1883.[25] Thus, manuscripts survive from every century beginning virtually from the date of death of the author until the end of the last century. This, and the large number of surviving manuscripts is impressive evidence of the popularity and importance of the book.

In the account that follows, only the briefest summary of the book's contents has been given, for it is such a large and comprehensive work that it could (and should) form the subject of a much longer study.

Contents of K. al-Mi'a

K. al-Mi'a is a large work: the British Library manuscript, on which this study is based, contains 376 folios of small script.[26] It is divided into a hundred chapters or "books", (hence the title), and, as the author says in his introduction, each is meant to be a complete work of its own, not dependent on the others for its understanding . The introduction is long and contains an analysis of the problems which beset the writing of medical books:[27] they

21. This information is supplied by IAU, I, 328. Amīn al-Dawla b. al-Tilmīdh was a distinguished physician of the 12th century, (d.1165), who was chief physician at the ʿAḍudī hospital in Baghdad. (For his biography, see IAU, I, 259-76).

22. Leclerc, *op. cit.*, I, 356-7; Sarton, *op. cit.*, I, 678.

23. This MS., Istanbul, Nuruosmaniye 3557, is described by Dietrich, (A. Dietrich, *Medicinalia Arabica*, Göttingen, Vandenhoeck and Ruprecht, 1966, p. 70). The dating is only presumptive.

24. The manuscript citations for these are to be found in GAL, I, 238; SI, 423; and Sezgin, *op. cit.*, III, 326-7.

25. The most recent is MS. Tehran, Danishkada-i Pizishki, 247/1.

26. This is MS. Or. 6489. It is dated (on f. 194a) as 1105 A. H. (1694 A. D.) and is written in clear, good naskh. It is well preserved but part of the introduction is obliterated and some of the folios of chapter 99 on fractures and dislocations are missing. (See also S. Hamarneh, *Catalogue of the Arabic Manuscripts on Medicine and Pharmacy at the British Library*, Cairo, "Les Editions Universitaires d'Egypt", 1975, pp. 88-90).

27. This was a common format for introductions to compendia of medicine. There was always some fault with the others which the author had decided to rectify in his book. A lengthy critique of other *kunnāshāt*, both Greek and Arabic, is to be found in the introduction to al-Majūsī's *Kāmil*.

b. Muḥammad (992-1009), (the father of Abū'l-ᶜAbbās Ma'mūn b. Ma'mūn mentioned above). Al-Bayhaqī[13] also links al-Masīḥī with this ruler, for he says that the patron of al-Masīḥī was the king of Khwārizm, Ma'mūn b. Muḥammad, to whom he dedicated another of his works, *K. Taᶜbīr al-ru'ya* ("the interpretation of dreams").

As to his dates, there is the usual difficulty with determining these exactly. Wüstenfeld,[14] who describes him as the teacher of Ibn Sīnā, gives his date of death as being around 390/1000, though on what evidence is not clear. Sarton[15] gives a similar date, saying that al-Masīḥī died aged 40 in 999-1000. Leclerc,[16] likewise, puts his date of death at 1000. (It should be pointed out that all these authorities, presumably following Ibn Abī Uṣaybiᶜa, state that al-Masīḥī was Ibn Sīnā's teacher). Brockelmann,[17] however, gives the later date of 401/1010, as does Ullmann.[18] Sezgin[19] cites a manuscript of one of al-Masīḥī's works which is dedicated to Abū'l-ᶜAbbās Ma'mūn (1009-1017). If this is indeed the case, and the book was not in fact dedicated to his father (as noted above on the authority of al-Bayhaqī), then the later date will have to be accepted. It is certain at least that al-Masīḥī was alive in 1002, for it is known that Ibn Sīnā dedicated a missive to him from Jurjān in that year.[20] From this information, all that can be said is that al-Masīḥī was alive in 1002 and died some time after 1009.

Kitāb al-Mi'a fi'l-Ṭibb

Seven works of al-Masīḥī's survive: the best known is *K. al-Mi'a*. It was considered by the famous physician Ibn al-Tilmīdh, who wrote a gloss on it, to have been of the greatest value because it was exact, not repetitious,

13. Ẓahīr al-Dīn al-Bayhaqī, *Ta'rīkh ḥukamā' al-Islām*, ed. M. Kurd ᶜAlī, (Damascus, Maṭbaᶜat al-Ṭaraqī 1946), pp. 88-9.

14. F. Wüstenfeld, *Geschichte der arabischen Aerzte und Naturforscher*, (Göttingen, 1840), p. 59, No. 118.

15. G. Sarton, *Introduction to the History of Science* (Baltimore, Williams and Wilkins, 1927-48), I, 678.

16. L. Leclerc, *Histoire de la Medecine Arabe*, (Paris 1876), I, 356-7.

17. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, (henceforth: GAL) and *Supplement* (henceforth: S), (Leiden, Brill, 1937-42), I, 238: SI, 423.

18. Ullmann, *op, cit.*, p. 151.

19. F. Sezgin, *Geschichte der arabischen Schrifttums* (Leiden, Brill, 1967), III, 327, No. 6, *Risāla fī taḥqīq sū' al-mizāj mā huwa wa kam aṣnāfuhu*, MS. Shehid Ali, 2095/5.

20. IAU, II, 19, 1.10-11, lists this among Ibn Sīnā's works: "A missive to Abū Sahl al-Masīḥī on the angle, which he wrote in Jurjān". It may be calculated from Ibn Sīnā's autobiography, (*The Life of Ibn Sina*, ed. and transl. by W. E. Gohlman, (State University of New York Press, 1974), that he was in Jurján in 1002.

He describes him as a "practitioner" *(al-mutaṭabbib)* and a logician *(al-manṭiqī)*, presumably implying by the latter description that he was interested in or had written works on logic. He wrote a famous *kunnāsh* called *al-Mi'at maqāla* (more usually known as *Kitāb al-mi'a fi'l-ṭibb)*. He died "in middle age" at the age of 40. Ibn Abī Uṣaybiʿa is able to give more information about him:[8] he praises his skill as a physician and his great learning and stresses his fluency and excellence in the Arabic language, which he wrote with a beautiful hand. Ibn Abī Uṣaybiʿa says that he examined a copy of al-Masīḥī's book, *Fī Iẓhār ḥikmat Allāh taʿāla fī khalq al-insān* ("On the Revelation of God's Wisdom in Creating Man"), written in his own handwriting, and was impressed by its excellence of grammar and linguistic precision. He goes on to report what Shaykh Muhadhdhab al-Dīn ʿAbd al-Raḥīm b. ʿAlī said of al-Masīḥī: he had never known any Christian physician, either ancient or modern, who could express himself as well as al-Masīḥī. (All this implies that al-Masīḥī's first language was not Arabic, and since he was a Christian, his mother tongue might well have been Syriac; it also implies that Christians in general did not know Arabic well). Then, Ibn Abī Uṣaybiʿa says that al-Masīḥī is said to have been the teacher of Ibn Sīnā in medicine, and that the latter became proficient in this and in philosophy at his hands, such that he dedicated several books to him.

It is not by any means certain that al-Masīḥī was indeed Ibn Sīnā's teacher. Ibn Sīnā himself asserts in his autobiography that he had no teachers in medicine,[9] not that that necessarily rules it out completely. But al-Qifṭī makes no mention of this claim either.[10] The two men are, however, connected in the Persian 12th-century work, the *Chahār Maqāla*, where the story is recounted that when both of them took flight from the court of the ruler of Khwarizm Abū'l-ʿAbbās Ma'mūn (1009-1017), they were overtaken by a sandstorm in which al-Masīḥī died.[11] *The Chahār Maqāla* extols the virtues of al-Masīḥī and calls him the successor in philosophy to Aristotle. His book, *Kitāb al-Mi'a*, is recommended as part of the syllabus for medical students.[12]

Ibn Abī Uṣaybiʿa provides a list of al-Masīḥī's books. He begins with *K. al-Mi'a fi'l-ṭibb*, considered to be the best and most famous of his books. There are three other titles of books on medicine, three on philosophy, and one book, *Fi'l-Wabā'* which he dedicated to the ruler of Khwarizm, Ma'mūn

7. Al-Qifṭī, *Ta'rīkh al-ḥukamā'*, ed. J. Lippert, (Leipzig, 1903), pp. 408-9.
8. IAU, I, 327-8.
9. Al-Qifṭī, *op.cit.*, p. 414.
10. *Ibid*, p. 408.
11. Niẓāmī-i ʿArūḍī. *Chahār Maqāla*, ed. and transl. by E. G. Browne, (Cambridge University Press, 1921), pp. 88-9.
12. *Ibid*, p. 79.

included sections on medical theory, that is: the nature of humours, temperaments, crisis, coction, and so on. Diseases were described in a stereotyped way: cause, symptoms and signs, and therapy. The therapy section was usually the biggest part and often included a number of prescriptions. They also included a section on external or skin diseases, and a section on fevers. Many of them, but not all, also added a usually brief chapter on fractures and dislocations. Many of them also had a section on simple and compound drugs, and on poisons of animal origin or otherwise, and many books included a section on the preservation of health.

Kunnāshāt were used for practical purposes as manuals for medical practitioners and also for the teaching of practitioners and medical students.[4] The relative emphasis on these two functions varied from one *kunnāsh* to another. For example, some *kunnāshāt* were no more than pure manuals of medicine, written in a simple, condensed style with a great deal of detail on therapeutics and very little on medical theory;[5] this type was obviously of use to the practitioner. At the other end of the spectrum, was the type of *kunnāsh* which laid specific emphasis on medical theory, perhaps at the expense of detail on practical procedures, and which favoured a more complicated, intellectual approach; such *kunnāshāt* were useful for teaching purposes and could also be read by the intelligent and educated layman. Abū Sahl al-Masīḥī's *kunnāsh* entitled *Kitāb al-mi'a fi'l-ṭibb* ("The Book of the Hundred on Medicine") is an example of the latter sort.

The study which follows is based entirely on manuscript material, for this worthy and elegant book has never been edited in whole or in part. The 13th-century writer, Nuᶜmān b. ᶜAlī al-Riḍa al-Isrā'īlī, composed a synopsis of it which was edited by Sharafī in 1959.[6] Despite its prestige and popularity (see below), it was never translated either into Latin or into a modern language. Neither, for that matter, were any other of al-Masīḥī's books.

Abū Sahl al-Masīḥī's Biography

Abū Sahl ᶜĪsā b. Yaḥya al-Masīḥī al-Jurjānī was, as is revealed by his name, a Christian and a man of Jurjān in Persia. Al-Qiftī says that he was learned in the sciences of the ancients, and famous among his countrymen.

4. This is made clear in the introductions of many of these books, wherein it is stated that both practitioner and student will benefit from the book: a typical example is Ibn al-Jazzār's introduction to his book, *Zād al-musāfir wa qūt al-ḥāḍir*.

5. Such a book is Ibn Buṭlān's *Kunnāsh al-ruhbān wa'l-adyira*, which is a simple manual of diseases and their treatments.

6. Qadri Sharafī, *Al-Ḥawāshī al-nuᶜmāniyya wa'l-maqāṣid al-ṭibbiyya*, (Hyderabad, 1959). (I have not seen this work). There is a manuscript of the synopsis at the Bibliothèque Nationale, no. 2883. See M. G. de Slane, *Bibliothèque Nationale, Catalogue des Manuscrits Arabes* (Paris, 1883-95), p. 518.

A Mediaeval Compendium of Arabic Medicine: Abū Sahl al-Masīḥī's "Book of the Hundred"*

GHADA KARMI**

Introduction

The *kunnāsh*[1] (or compendium) type of book was very popular among Arabic physicians of the mediaeval period and became the commonest form of medical book to be written. It was supposed to be a comprehensive system of medicine in condensed form, so as to acquaint the reader with all the essentials of medicine without overloading him with too much detail. Many *kunnāshāt* declared this to be their explicit aim in their introductory remarks.[2] As time went on, the *kunnāsh* became the preferred type of medical work, to the despair of such educational purists as Ibn Riḍwān who strongly deprecated the substitution of these derivative works for the original works of the ancients.[3]

These books were not identical either in arrangement or in content, but they resembled each other in certain important respects: they all included at some point a section on diseases arranged from head to toe; many also

* Grateful acknowledgement is due to the Wellcome Trust for the History of Medicine which supported the research for this paper.

** Institute for the History of Arabic Science, Aleppo University, Aleppo, Syria.

1. The word *kunnāsh* is interesting. It does not appear to be of Arabic derivation, but comes from the Syriac *kunnāsha* (M. Ullmann, *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache*, Vol. I (Wiesbaden, 1970), p. 387, 20 A.

2. For example, ᶜAlī b. al-ᶜAbbās al-Majūsī (fl. 949-982) writes in the introduction to his *kunnāsh*, *Kāmil al-ṣināᶜa al-ṭibbiyya* (Cairo, Bulaq, 1294/1877), Vol. I, p. 7, 1.28f, that he has composed his book:

"That it might be easy (for physicians) to find one book which contains all that is necessary (in medicine). I will not leave out anything that might be needed by students and learned scholars."

3. Ibn Riḍwān was an 11th-century physician of Cairo (d.1061) who took a great interest in the medical education of his day. For his biography, see Ibn Abī Uṣaybiᶜa, *ᶜUyūn al-anbā' fī ṭabaqāt al-aṭibbā'*,(henceforth: IAU) ed. A. Müller, (Königsberg, 1884). He wrote a tract on this subject, *al-Nāfiᶜ fī kayfiyyat taᶜlīm ṣināᶜat al-ṭibb* ("the useful book on the quality of medical education"). The relevant extract is quoted by A. Z. Iskandar in his, "An attempted reconstruction of the late Alexandrian medical curriculum", *Med. Hist.*, 20 (1976), 241.

One wonders whether the *kunnāsh* type of book was not always preferred, almost from the beginning of the translation movement from Greek and Syriac into Arabic. *Kunnāshāt* in Syriac were certainly available before 700 A. D. and came to be written in Arabic from 800 A. D. onwards.

et se l'approprie. Déchaînement d'al-Sijzī qui l'attaque alors avec la dernière véhémence, sans toutefois le nommer. Entre temps al-Qūhī et al-Ṣaghānī étaient entrés en lice et donnaient leurs solutions en 360 H., semble-t-il, celle d'al-Qūhī étant la plus élégante de toutes et antérieure de peu à celle d'al-Ṣaghānī.

La construction de l'heptagone régulier restera une des grandes questions classiques: al-Qūhī en fera l'objet de son deuxième mémoire, Ibn al-Layth en donnera une 2e solution (dans sa 3e lettre). Celui-ci est devenu depuis un géomètre réputé dont al-Bīrūnī et ᶜOmar al-Khayyām feront l'éloge.[9] Ibn al-Haytham donne une solution entre 417 H. et 429 H.[10] Al-Bīrūnī évoque l'heptagone dans "al-Qānūn al-Masᶜūdī, al-Samaw'al b. Yaḥyā dans *Kashf ᶜuwār al-munajjimīn.*[11] L'heptagone donna l'élan vers d'autres tentatives; construction de l'ennéagone régulier,[12] construction du polygone régulier de 11 côtés (qu'Ibn al-Layth crut avoir trouvée), du polygone régulier de 13 côtés, division de l'angle en 5 parties égales.[13] Il reste un des multiples témoins de la faveur que la géométrie a connue dans la 2e moitié du 4e siècle, époque où l'on peut voir la première gestation de l'algèbre géométrique dᶜOmār al-Khayyām.

9. Al-Bīrūnī, *Al-Qānūn al-Masᶜūdī*, (Hyderabad, 1954), vol. 1, p. 297. Al-Khayyām, *Al-jabr w'al-muqābala* Ms. Columbia Univ. Or. Smith 45, 10, pp. 28, 37.

10. Ibn Abī Uṣaybīᶜa, *ᶜUyūn al-anbā'*, (Cairo, 1882), vol. 2, p. 98.

11. Al-Bīrūnī, *ibid* p. 297. Al-Samaw'al b. Yaḥyā, *Kashf ᶜuwār al-munajjimīn*, Ms. Leiden Or. 98, f. 2b.

12. *Al-Qānūn al-Masᶜūdī*, vol. 1, p. 287; voir aussi *al-Rasā'il al-mutafarriqa fi-l-hay'a* (Hyderabad, 1948) , 10, p. 22.

13. Al-Samaw'al b. Yaḥyā, *op. cit.* f. 2l

4 Construction du triangle ABD tel que $\widehat{B} = 2\widehat{A}$ et $\widehat{A} = 2\widehat{D}$ et par suite division du cercle en sept parties égales.

Méthode d'al-Qūhī (1er mémoire)

La division d'un segement AB arbitraire en C et D de sorte que $CB \cdot CD = \overline{AC}^2, AD \cdot AC = \overline{DB}^2$ a donc été opérée. Al-Qūhī a démontré aussi que chacun des segments BD, DC, AC est inférieure à la somme des deux autres. Il peut donc construire le triangle CDE où $DE = DB$ et $CE = AC$.

Je dis que $\widehat{ECD} = 2\ \widehat{EDC} = 4\ \widehat{CED}$. (Par suite si on circonscrit un cercle au triangle CDE on aura la division du cercle en sept parties égales). Prolongeons EC en CF tel que $CF = CD$. On a $BC \cdot CD = \overline{AC}^2 = \overline{CE}^2$ d'où $BC/CE = CE/CD$. Les triangles BCE et DCE sont semblables. D'où $\widehat{B} = \widehat{DEC}$ et $\widehat{CEB} = \widehat{EDC}$. Mais $\widehat{EDC}$ extérieur au triangle BDE égale $2\ \widehat{B}$; donc $\widehat{EDC} = 2\ \widehat{CED}$. De même $\widehat{ECD} = 2\ \widehat{CDF} = 2\ \widehat{CFD}$. Comme $CE = AC$ et $FC = AD$ alors $AD \cdot AC = FE \cdot EC = \overline{DB}^2 = \overline{DE}^2$.

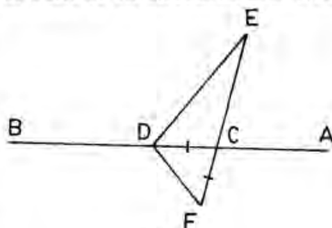


Fig. 6

D'où $\dfrac{FE}{DE} = \dfrac{DE}{EC}$. Les triangles EFD et CED sont semblables d'oû $\widehat{EDC} = \widehat{EFD}$.

Par suite $\widehat{ECD} = 2\ \widehat{EDC}$.

IV

L'historique de la découverte peut être présenté ainsi:

En 358 H., ou peu avant, Ibn al-Layth encore inconnu et qui brûle de percer, donne le premier coup de pioche dans la construction de l'heptagone. Il énonce quatre lemmes, ramène la question à la division d'un segment suivant une certaine relation, et réussit cette division, pense-t-il, par l'intersection de cercles et de droites. Or il est en correspondance avec le jeune mathématicien al-Sijzī. Celui-ci découvre la faute, s'efforce en vain de la corriger et finit par recourir à Abū Saᶜd al-ᶜAlā' ibn Sahl. Ce géomètre y parvient par les sections coniques. Mis au courant, Ibn al-Layth malheureux, de voir l'occasion lui échapper, apporte à la solution quelques modifications insignifiantes

3. *Partage du segment AB par les sections coniques, al-Qūhī (1er mémoire)*

Prenons deux droites perpendiculaires en D et $DA = DS$ (longueur arbitraire). Traçons la parabole d'axe SD, de sommet S et passant par A. Traçons l'hyperbole équilatère de sommets D et A et d'axe AD. Elle coupe le parabole en M dont la projection est E sur AD, et L sur SD. Prenons $AB = DL$ sur le prolongement de DA.

Dans la parabole $\overline{ML}^2 = SD{\cdot}SL$ ou $\overline{ED}^2 = DA{\cdot}DB$

Dans l'hyperbole $\overline{ME}^2 = DE{\cdot}AE$ ou $\overline{AB}^2 = DE{\cdot}EA$

Ainsi un segment BE a été divisé dans les conditions voulues.

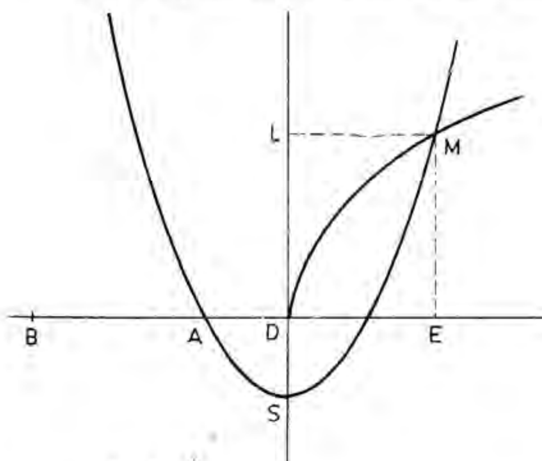


Fig. 4

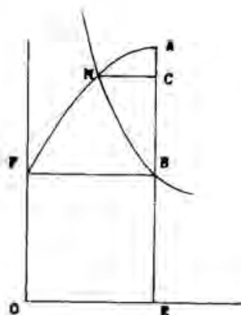


Fig. 5

Méthode d'al-Sijzī et d'Ibn al-Layth

Sur le prolongement du côté EB du carré $OEBF$ on prend $BA = EB$. On trace la parabole d'axe AB, de sommet A passant par F. (Donc dans l'équation de la parabole $y^2 = 2\,px$, $2p = AB$). On trace aussi l'hyperbole d'asymptotes OE, OF passant par B. Elle coupe la parabole en M qui se projette en C sur AB. Posons $BE = BF = BA = a$, M appartenant à l'hyperbole $(a + BC)\,(a - MC) = a^2$ d'où $aBC = (a + BC)\,MC$.

Comme M appartient à la parabole $MC = \sqrt{AC{\cdot}AB}$. Par suite AB est divisé en C suivant la condition voulue.

III

Contenu mathématique des mémoires

Pour construire l'heptagone régulier il s'agit de diviser un cercle en 7 parties égales.

1. (1) Archimède suivi par al-Qūhī (premier mémoire) et al-Ṣaghānī se propose de construire le triangle ABD où $\widehat{B} = 2\,\widehat{A}$ et $\widehat{A} = 2\,\widehat{D}$.

(2) *Al-Qūhī* (2[e] mémoire) veut construire le triangle ABG où $\widehat{A} = 5\,\widehat{B} = 5\,\widehat{G}$.

(3) *Ibn al-Layth et al-Sijzi* construisent ADE où $\widehat{D} = \widehat{E} = 3\,\widehat{A}$.

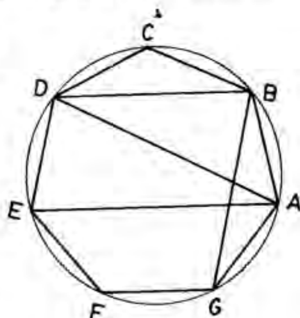


Fig. 1

2. Dans une 2[e] étape, les égalités entre les angles vont céder la place à des égalités entre les côtés.

Archimède et al-Qūhi (1[er] et 2[e] mémoires) et al-Ṣaghānī aboutissent à division d'un segment en trois parties (voir début de l'article). Donnons la méthode d'al-Qūhī (2[e] mémoire).

Dans le triangle ABC, $\widehat{A} = 5\,\widehat{B} = 5\,\widehat{C}$, nous prolongeons BA en ADE de sorte que $\widehat{ACD} = \widehat{ACB}$ et $DC = DE$. Les triangles semblables EDC et ECA, ADC et DBC donnent:

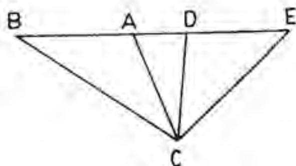


Fig. 2

$$ED \cdot EA = \overline{EC}^2 = \overline{AC}^2 = \overline{AB}^2$$

$$DA \cdot DB = \overline{CD}^2 = \overline{DE}^2$$

Ibn al-Layth (dans mémoire perdu) et al-Sijzī remplaçent la relation angulaire (3) par la divison de AB en deux segments AC et BC tels que

$$\frac{\sqrt{AB \cdot AC}}{BC} = \frac{AB}{AB + BC}.$$

Ibn al-Layth indique dans sa 2[e] lettre une autre division de AB en C et D.

telle que $AB \cdot DB = \overline{AC}^2$

$CB \cdot CD = \overline{AC}^2$

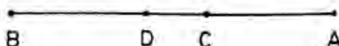


Fig. 3

la course fiévreuse vers le but, les chutes, les arrêts forcés, voire les irrégularités ne vont pas manquer: toutes circonstances qui donneront lieu à une querelle de priorité sur laquelle se greffe pour l'exacerber la vieille "Querelle des Anciens et des Modernes". Dans le brouhaha des revendications contradictoires et des anathèmes qui vont s'élever, nous avons pour interprète et guide précieux sinon impartial, un géomètre attardé al-Shannī[8] qui s'est intéressé à la querelle et en connaît bien les dessous.

II

Les mémoires à verser au dossier du procès sont:

1°) Une première lettre d'Abūl'-Jūd ibn al-Layth, adressée en 358 H. à Abūl-Ḥusayn ʿUbayd Allāh b. Aḥmad, dont copie adressée à Abū M. ʿAbdallāh b. ʿAli al-Ḥāsib. Cette lettre est perdue mais son contenu nous est révélé par les lettres 2 et 3 d'Ibn al-Layth, 4 d'al-Sijzī, 8 d'al-Shannī.

2°) Lettre adressé par Ibn al-Layth à Abū M. ʿAbdallāh b. ʿAlī al-Ḥāsib. L'auteur y analyse les solutions d'al-Qūhī et d'al-Ṣaghānī et la sienne propre. (Ms Paris 4821, f.37^{b}–46^{a}.)

3°) Lettre d'Ibn al-Layth à Abū'l-Ḥasan Aḥmad b. Isḥāq, plusieurs années après la clôture de la querelle (Ms Caire 7805, f. 117^{b} - 120^{a}.)

4°) Mémoire d'al-Sijzī sur la construction de l'heptagone régulier et la trisection de l'angle; (Ms Paris 4821, f.10^{b}–16^{b}; le même que Caire 7805 f. 113 – 117.)

5°) Mémoire d'al-Qūhī dédié à ʿAḍud al-Dawla. (Ms Paris 4821, 17^{b} - 23^{b} ; Caire 7804 f. 222^{b} - 225^{a}. La dédicace au roi dans le ms. Caire est très embellie).

6°) 2^{e} mémoire d'al-Qūhī dédié à Abū'l-Fawāris b. ʿAḍud al-Dawla postérieur au précédent et tout à fait différent. (Ms Paris 4821, f. 1^{b} - 8^{a}).

7°) Mémoire d'al-Ṣaghānī dédié à ʿAḍud al-Dawla. Il y est fait mention d'un mémoire antérieur présenté au roi à Rayy et dont le mémoire actuel est un remaniement. La date de résolution d'une proposition du mémoire est fixée au 12.X.360 H. (Ms Paris 4821, 23^{b} - 28^{b}.)

8°) Mémoire d'al-Shannī, *Kitāb kashf tamwīh Abū'l-Jūd* (Ms Caire 780, f. 129^{b}-134^{b}). Al-Shannī relate les circonstances de la découverte de la solution, les erreurs d'Abu'l-Jūd et analyse les solutions.

De ces mémoires, C. Schoy a étudié en 1926, la construction de l'heptagone par al-Sijzī (*Isis*, 8 (1926), 21-35), et Y. Samplonius, en 1963, celle d'al-Qūhī (*Janus* 50 (1963), 227-249, d'après F. Sezgin, *GAS*, V, p. 318, 3^{e}).

8. *Ibid*, p. 352.

This is a French version of a paper which appeared in Arabic in JHAS, 1 (1977), 352-384. Its present form makes the results available to a wider circle of readers.

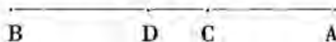
Construction de l'heptagone régulier par les Arabes au 4e siècle de l'hégire

ADEL ANBOUBA*

I

Au 3e siècle H., Thābit b. Qurra traduit un mémoire d'Archimède sur l'heptagone régulier dont le texte grec est actuellement perdu.[1] La solution d'Archimède revient à diviser un segment AB en deux points C et D de sorte

que $$(AC + CD) \cdot CD = \overline{DB}^2$$ $$(CD + DB) \cdot DB = \overline{AC}^2$$



ce qu'Archimède résout par le procédé de "la règle mobile" et non par la géométrie fixe.[2] On sait que la construction de l'heptagone régulier mène à une équation du 3e degré et par conséquent, ne peut résolue par intersection de cercles et de droites.

La question en reste là jusque vers le milieu du 4e siècle H. A cette époque un intense bouillonnement agite la vie scientifique arabe, exalté par la dynastie Bouyide. Quatre géomètres de valeur vont s'attaquer à la construction de l'heptagone. Ce sont:

1. Abū'l-Jūd M. b. al-Layth[3]
2. Abū Saᶜīd Aḥmad b. M. ᶜAbd al-Jalīl al-Sijzī[4]
3. Abū Sahl Wayjan b. Rustam al-Qūhī[5]
4. Abū Ḥāmid Aḥmad b. M. b. al-Ḥusayn al-Ṣaghānī[6]

En coulisse se tient un géomètre éminent dont l'intervention auprès d'Ibn al-Layth et d'al-Sijzī sera décisive: Abū Saᶜd al-ᶜAlā' b. Sahl.[7] Dans

* Institut Moderne du Liban, Fanar - Jdaidet, Beyrouth, Liban.

1. T. L. Heath, *A Manual of Greek Mathematics*, (Oxford, 1931), pp. 283-286.
2. *Ibid.* pp. 340-342.
3. F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Bd. V (Leiden, E. V. Brill, 1974), pp. 353-355 (où l'on trouvera toutes références utiles).
4. *Ibid.* pp. 329-334.
5. *Ibid.* pp. 314-321, 403.
6. *Ibid.* p. 311.
7. *Ibid.* pp 341-342.

The intersection of any circular cone or cylinder with a plane parallel to the base is also a circle. And the line drawn from the vertex to the center of the base passes through the center of the intersection.

The proposition is followed by an example with proof, but no drawing.

References

Yvonne Dold-Samplonius, *Book of Assumptions by Aqāṭun* (Doctoral Thesis, Amsterdam, 1977).

Max Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abt. B, vol. 3 (Berlin, 1934), 437-532.

Carlo A. Nallino, "Tracce di opere greche giunte agli Arabi per trafila pehlevica", *A Volume of Oriental Studies Presented to Edward G. Browne*, T. W. Arnold and R. A. Nicholson eds. (Cambridge, 1922), 345-363.

Ibn al-Qifṭī, *Ta'rikh al-ḥukamā'*, Julius Lippert ed. (Leipzig, 1903).

Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*. Band V, Mathematik. Bis ca. 430 H. (Leiden, 1974).

Manfred Ullmann, "Der Werwolf", *Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes*, 68 (1976), 171-184

with an article in the last two marginal notes (fol. 102v). Aflāṭūn is never written with an article. Van Ess adds that in general an article with the name of an ancient author is somewhat curious. As the addition "translated from the Greek language" has been omitted in the Istanbul manuscript, its redactor may not have recognized Aqāṭun as an ancient Greek author. As the name Aqāṭun occurs, according to Lippert in this same form in all codices of the *Ta'rīkh al-ḥukamā'* (p.195), I assume its writing to be correct. This would point to a Greek name like ῾Εκατον. A more probable Greek name would be ᾿Αγαθων. However, this means three exceptions in one word from the normal rules of transliteration. M. Ullmann has shown that the Greek word λυκανθρωπος (werewolf) became *quṭrub* in Arabic by means of a Syrian intermediary, in which θ was already rendered by *ṭ*. In our case he also suggested an intermediary, namely Pahlavi (= the Iranian language of Sassanid Persia). D. N. MacKenzie and W. Sundermann agreed with this eventual possibility, and gave more details:

Although one expects *g* in Pahlavi for γ, *k* sometimes occurs *(hykmun* for ηγεμόν*)*. Then ᾿Αγαθων could have been rendered by *'k'twn*, which would have to be written in Arabic as *'q'ṭwn*. Because of the ambiguity of some Pahlavi letters, the ending – *wn* could have been misread as -*n*'. In this way one could arrive at *'q'ṭn*, Aqāṭun. Already C. A. Nallino pointed out that scientific works were translated from Greek into Pahlavi into Arabic. He notes in this context that the extreme ambiguity of Pahlavi writing makes it impossible to read foreign names with certainty. A. Schall comments that the rules in everyday life are not so strict: the correlation γ ∼ ق (*q*) still exists in dialects, especially in names, e.g. (Jordan:) قُسُّوس (priest) is rendered by Goussous, and (Sudan:) عبد القادر by Abdel Gadir. ᾿Αγαθων was a rather common Greek name, but no mention of a mathematician of this name has been transmitted to us.

Appendix

Among the pages of the treatise one, fol. 95, does not belong to the text, which after fol. 94v continues on fol. 96r. This page may belong to another treatise of the manuscript, as it contains on one side, fol. 95v, a referential proposition which has no apparent connection with the contents of the *Kitāb al-mafrūḍāt*. It is written in the same hand as our treatise. Fol. 95r consists of two three-dimensional drawings not belonging to the proposition on fol. 95v. Seemingly they are not of an astronomical nature.

The proposition on fol. 95v reads: Proposition by Muḥammad ibn Mūsā from the book "On the Sphere", which refers to it:

His name is given as Muḥammad ibn Sartāq from Marāgha. It is remarked that he has studied this book by Aqāṭun, has verified and corrected it. The redactor is not otherwise known to us.

To the title of the Bankipore manuscript is added "Thābit ibn Qurra translated the treatise from the Greek language into the Arabic language". This leads to the question of what the original Greek title may have been, and the Greek spelling of Aqāṭun [On author and title see thesis, Chapter II]. The suppositions were excluded from the thesis, as no definitive answer can be given. The hypotheses are laid down in the following.

a. *The Title*

In the Arabic sources we find the titles *Kitāb al-ma'khūdhāt*, *Kitāb al-muᶜṭayāt*, *Kitāb al-mafrūḍāt*. The first of these is connected with the verb *akhadha* (أخذ) with basic meaning "to take". This corresponds with the Greek verb λαβειν. Also the original meaning of *ma'khūdhāt*, i. e. takings, receipts, returns (commerce) and of λημματα are equivalent. Thus *Kitāb al-ma'khūdhāt*, refers to the Greek title "Lemmata", e. g. Archimedes.

The second title, *Kitāb al-muᶜṭayāt* is related to the verb *aᶜṭaya* (عطو IV) which means "to present, offer". The corresponding Greek verb is διδόναι. Thus *Kitāb al-muᶜṭayāt* is the translation of the Greek title δεδόμενα, e. g. Euclid's Data.

As for the title *Kitāb al-mafrūḍāt*: in the case of Thābit ibn Qurra this title is sometimes translated as "Data". As I pointed out above, Data has usually a different Arabic equivalent. Therefore I tried to find another possible Greek title. *Mafrūḍāt* is a form of the verb farada (فرض) meaning something like "to decide, impose, assume, suppose, postulate". This could be rendered by the Greek verb υποτιθεσθαι (inf. med.), and thus *mafrūḍāt* could be a translation of υπόθεσεις. To this E. M. Bruins objects that nowadays the Arabic word for assumption, supposition, hypothesis is *iftirāḍ*. He therefore suggests starting from a more special meaning of *faraḍa*, namely "to take for granted". This could then correspond with the Greek verb συγχωρεω and we could assume *mafrūḍāt* to be a translation of συγχωρησεις.

This small exposition may have made clear how difficult it is, if not impossible, to establish the original Greek title.

b. *The Author*

The author's Greek name, which was arabized into Aqāṭun can only be guessed at. Some want to explain Aqāṭun as a misreading of Aflāṭūn (= Plato). According to J. van Ess this cannot be correct as Aqāṭun is written

Prop. 40: (= Prop. 43): If in the right-angled triangle ABG with angle ABG right, angle BAG is bisected by line AD, line AE drawn at random, from point E line EZ constructed parallel to line AD, ZB joined cutting AD in T, and ET joined, then AZ : ZT = AE : ET.

Prop. 41 (1) Let in the right-angled triangle ABG, with angle BAG right, from point A to line BG the lines AD and AE be drawn such that angle DAG is equal to angle GAE, then BE : EG = BD : DG.

(2): Conversely: If BE: EG = BD: DG [and angle BAG be right], then $\sphericalangle$ DAG = $\sphericalangle$ GAE.

(3): (margin) Let $\sphericalangle$ EAG = $\sphericalangle$ GAD, and BD: DG = BE :EG, then $\measuredangle$ GAB = 90°.

Prop. 42 Let in triangle ABG angle B be bisected by line BD and angle G by line GD, then angle A is bisected by line AD.

Prop. 43 is identical with Prop. 40 but has been proved in a different way. Here Propositions 41 and 42 are used, whereas for the proof of Prop. 40 Propositions 38 and 39 are applied.

From these contents the impression is gained that Aqāṭun made an effort to understand plane geometry. Maybe this was done in a school where this treatise served as a textbook or exercise book. In this case, however, one would suppose more copies of the treatise to be extant. It seems therefore more probable to me that this was a one-man effort. Aqāṭun worked out new propositions and also, like Pappus, gave some proofs that had been left out in the existing mathematical literature, but no references are added. There may have been a mutual influence between Pappus and Aqāṭun. Other mathematicians exercising an influence on our author appear to be Archimedes, Euclid, and Apollonius. Also a connection with Menelaus exists: propositions 33 and 34 contain two special cases of Menelaus' theorem in the plane. Some of the propositions in the *Kitāb al-mafrūḍāt* may be later Arabic insertions [Thesis, Chapter I].

As the treatise is only moderately original, which may be the reason why not many copies seem to have existed, its impact on later mathematics was small. The only connection found is in Ibn al-Haytham. An interesting feature of our copy are the marginal notes. In these notes improvements on the text are made, i. e. some missing words are inserted and some different proofs added. This is done conscientiously and with great care. E.g. in the case of Prop. 6 the addition ends "I had written down this remark before looking at the construction of the proof. So I apologize." The marginal notes at the beginning and the end of the treatise inform us about the redactor.

Prop. 31: If the tangents ED and EA to circle ABTD be drawn, and if an arbitrary line EZ be drawn cutting the circle at Z and B; if AD be joined, if to EZ the perpendicular ZT be drawn cutting AD in Y and the circle in T, and if EY and ZD be joined, then $\sphericalangle$ DEY = 2 $\sphericalangle$ DZT.

Prop. 32: If to the semicircle with diameter AG the tangents EA and EB be drawn, EB and AG be extended until the intersection point D, if BZ be drawn parallel to AD, DZ and AB be joined intersecting in H, and HT be drawn perpendicular to AG, then T is the center of the circle.

Prop. 33: If line AG of triangle ABG be bisected at D, line BA be extended to E, and ED be joined and extended to Z on line BG, then BE : EA = BZ : ZG.

Conversely, if BE : EA = BZ : ZG, then AD = DG.

Prop. 34: If line BA of triangle ABG be extended from A to E, line BG bisected at Z, and line AG divided at D such that BE : EA = GD : DA, then E, D, Z are collinear.

Prop. 35: Through point D outside line AB let the lines ED and DZ be drawn both parallel to line AB, then EDZ is a straight line.

Prop. 36: From point E let the lines EZ and ED be drawn cutting the lines AB, AG, AD respectively in Z, T, L and in B, G, D, and let EZ : ZT = EL : LT, then EB : BG = ED : DG.

Prop. 37: In the right-angled triangle ABG, with angle BAG right, let the lines AD and AE be drawn such that angle DAE is equal to angle ABG, and from point B let the perpendicular BZ to AE [cutting AD in T] be drawn and extended to H on AG. Then DA·AT + GB·BD = HB·BT + GA·AH; and secondly GB·BD + GA·AH = AB^2· DA·AT + GB·BD = HB.BT + GA.AH.

Prop. 38 (1): Let the lines AB, AG, AD be of equal length and DG, GB, BD be joined, then $\sphericalangle$ GBA + $\sphericalangle$ GDB = 90°.

(2): Moreover, if AB = AG and $\sphericalangle$GBA + $\sphericalangle$GDB = 90°, then the lines AB, AG, AD are of equal length.

(3): Also, if AD = AB and $\sphericalangle$ GBA + $\sphericalangle$ GDB = 90°, then the lines AD, AG, AB are of equal length.

(4): Finally, if AD = AG and $\sphericalangle$ GBA + $\sphericalangle$ GDB = 90°, then the lines AD, AG, AB are of equal length.

Prop. 39: If in triangle ABG line AD is drawn meeting BG in D such that angle DAG is equal to angle ABG, then

$$BG : GD = BG^2 : GA^2 = BA^2 : AD^2.$$

Prop. 20: If in the isosceles triangle ABG, with AB equal to AG, lines AE and AD be drawn, meeting BG at E and D such that $BD \cdot DG : DA^2 = GE \cdot EB : EA^2$, then $DA = AE$.

Prop. 21: Let in triangle ABG angle BAG be bisected by line AD, meeting BG at D, then $(BA + AG) : GB = AB : BD$.

Prop. 22: Let from triangle ABG AB be extended to D and AG to E, let DH be drawn parallel to EB and EZ parallel to DG, then ZH will be parallel to BG.

Prop. 23: Let in triangle ABG AD be equal to BE and AZ equal to GH, let GE, GD, BZ, BH be joined, GE and BZ intersecting in W and GD and BH in S. If AS and AW be joined and extended meeting BG in T and Y, then BT is equal to GY.

Prop. 24: Let angle AGB in the right-angled triangle ABG, with angle ABG right, be bisected by line GD, and angle DAE be equal either to angle AGD or angle BGD, then $GD > GE$.

Prop. 25: Let angle AGB in the right-angled triangle ABG, with angle ABG right, be divided by line GD such that angle BGD is twice angle DGA, then $BG \cdot GA > GD^2$.

Prop. 26: Let in the semicircle with diameter AD arc AB be equal to arc BG, let GD be joined, and BE be drawn perpendicular to AD, then $GD < ED$.

Prop. 27: If in triangle ABG BG be bisected at D and AD be joined. If from B an arbitrary line be drawn cutting AD in Z and AG in E, and GZ be joined and extended to H on AB, then, if HE be joined, it is parallel to BG.

Prop. 28: If in the circle-segment standing on line BG arc BG be bisected at A, E be taken on the extension of BG, and AG and AE cutting the segment at D be joined, then $EA \cdot AD = AG^2$.

Prop. 29: If through two circles intersecting in A and D, an arbitrary line be drawn cutting one circle in Z and H and the other in B and E, and ZA, AB, ED, DH be joined, then $\sphericalangle ZAB = \sphericalangle EDH$.

Secondly, if HD and ZA be extended to K and T on circle ABED, and BK and ET be joined intersecting in L, then $BL = LE$.

Prop. 30: If from triangle ABG with angle BAG right, BA be extended to D, and from D, DE be drawn perpendicular to BG cutting AG in Z, then $BD \cdot DA = GZ \cdot ZA + ZD^2$.

Conversely: If $BD \cdot DA = GZ \cdot ZA + ZD^2$, then $\sphericalangle DEB = 90°$.

Prop. 6: If BG is the diameter of a semicircle, and the chords AG, BD meet in Z, and if BA, GD be drawn meeting in E, then $BD \cdot DZ = GD \cdot DE$.

Prop. 7: Let BG be the diameter of a semicircle, and the chords AG, BD meet in Y. Take Z on BD and E on AG so that $BD \cdot DY = DZ^2$ and $GA \cdot AY = AE^2$, and let EB, ZG be joined meeting in H, then $ZH = HE$.

Prop. 8: In the equilateral triangle ABG the heights AZ, BD, GE are of equal length.

Prop. 9: Let ABG be an equilateral triangle, and AD its height. Let from a point E on BD the perpendiculars EZ and EH be drawn to the sides GA and AB, then $AD = EZ + EH$.

Prop. 10: Let ABG be an equilateral triangle, and AD its height. Let from an interior point E the perpendiculars to the sides EZ, EH, ET be drawn, then $AD = EZ + EH + ET$.

Prop. 11: If in triangle ABG the line AD be drawn meeting BG at D such that angle BAD be equal to angle AGD, then $GB \cdot BD = AB^2$.

Prop. 12: Let in triangle ABG, with AB equal to AG, AD be drawn perpendicular to AB meeting the extension of BG in D. If AB be bisected at E and ED be joined cutting AG at Z, and if through Z, HZ be drawn parallel to AB, then $DA \cdot AH = AG^2$.

Prop. 13: If in triangle ABG, with AB equal to AG, AD be drawn perpendicular to BG, then $2\ DG \cdot GB = AG^2$.

Prop. 14: If in triangle ABG the perpendicular AD to BG be drawn, then $BD^2 - DG^2 = BA^2 - AG^2$.

Prop. 15: Let line AB be equal to line AG and line BD equal to line DG, and let both angles BAG and BDG be right, then $\angle ABD = \angle AGD$.

Prop. 16: Let A be the right angle of the right-angled triangle ABG. If BG be bisected at D and AD be joined, then $BD = DG = DA$.

Prop. 17: Let in the right-angled triangle ABG, with angle BAG right, on the extension of AG a point D be taken, from which DE is drawn perpendicular to BG and cutting AB at Z. Let GZ be joined and on it H be taken such that $BH^2 = AB \cdot BZ$ and let DH be joined, then $DH^2 = DE \cdot ZD$.

Prop. 18: Let the lines AB and BG meet at B, and on AB point D be taken, such that $AB^2 = AD^2 + BG^2$. Let DG be joined and bisected at E, and AE be joined, then $\angle DAE = \angle DGB$.

Prop. 19: If in the isosceles triangle ABG, with AB equal to AG, an arbitrary line AD be drawn cutting BG at D, then $BD \cdot DG + DA^2 = AG^2$.

manuscript 2468,29 (fol. 141r – 144v) [Sezgin, p. 135]. An Arabic edition of the latter together with Bankipore 2468,28 (fol. 134v – 141r, *Kitāb Arshimīdis fi'l-dawā'ir al-mutamāssa*, has been published by the Osmania Oriental Publications Bureau (Hyderabad-Dn., 1947).

In the Aya Sofia manuscript the date of copying is given as ca. A. D. 1230,mentioning as place of copying,sometimes Damascus, sometimes Marāgha. At the end of the Bankipore manuscript the date of its composition is indicated as A. D. 1027/1028. In the present copy some of the treatises are dated Mosul A. D. 1234/35. Thus the present copies of both treatises date from the same period. Both are written in Naskhī. The mathematical quality of the treatise is higher in the Aya Sofia manuscript than in the Bankipore manuscript.

The reasons for accepting the title *Kitāb al-mafrūḍāt* and Aqāṭun as its author are laid down in Chapter II of the thesis.

The Contents [*Thesis, Chapter III*]

Prop.1: If the base BG of the circle-segment ABG be extended in either direction with pieces of equal length, and from the endpoints D and E the tangents EZ and DH be drawn to the segment, then the line ZH connecting the tangential points is parallel to the line ED.

Prop. 2: Assume the two lines DB and DG are tangents to a circle. Let the chord BG connecting the tangential points be extended to E, and let from E a third tangent be drawn, touching at A and meeting DG in Z and BD in T, then TE : EZ = TA : AZ.

Prop. 3: Assume the two lines EG and ED are tangents to a circle, while EB cuts it at H and B. Let DA be the chord through D parallel to EB, and let AG meet BH in Z. Then BZ = ZH.

Remark: There is no drawing in the Aya Sofia manuscript as the room left open for this purpose is too little. Later I discovered that the drawing had been made on a loose leaflet which lies now, on the microfilm, between fol. 87v and fol. 88r.

Prop. 4: Let ABG be an isosceles triangle and AD the perpendicular to the base BG. Assume on AB the points Z, E such that $BD^2 = BE \cdot BZ$. Let ZD be joined, ZH be drawn parallel to BG, and EH be joined, then $\sphericalangle EHG = 2 \sphericalangle AZD$.

Prop. 5: If AG is the diameter of a semicircle and B the middle of the arc AG; let from D, on the extension of AG, DB be joined cutting the circle at Y. If YE = EB and from the center Z, ZE be drawn until it meets the extension of AB in H, then AH : HB = DZ : ZB.

Some Remarks on the "Book of Assumptions by Aqatun"

Yvonne Dold-Samplonius*

Introduction and Conclusion

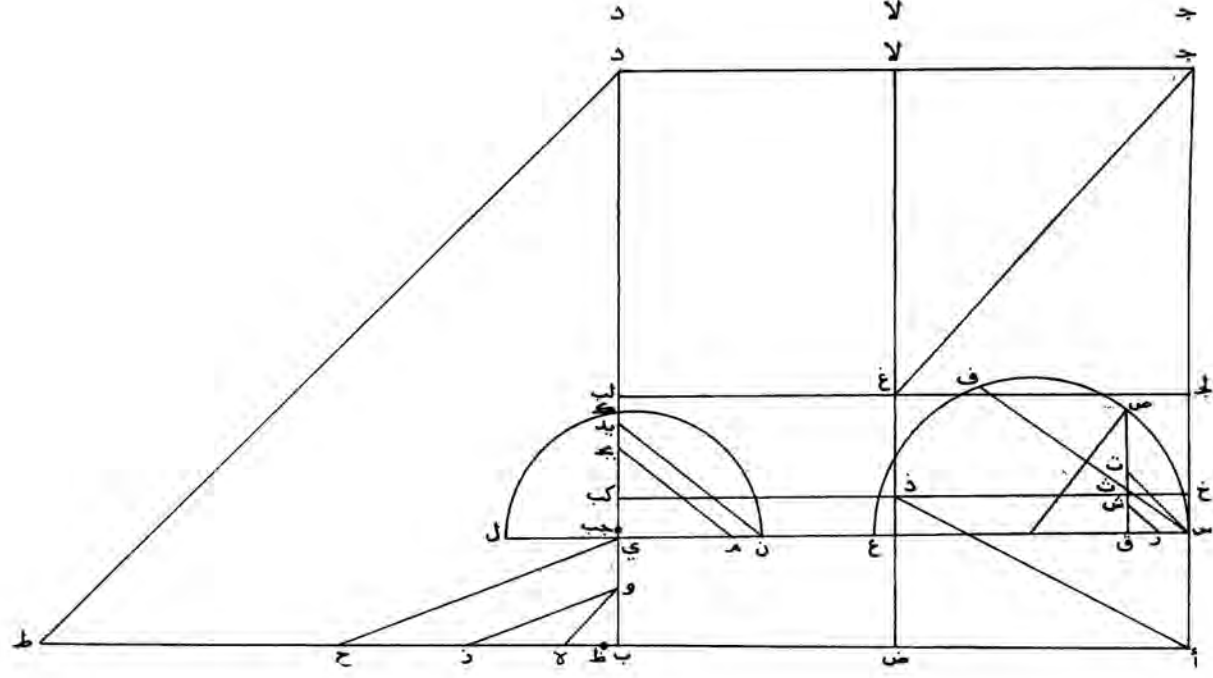
The treatise *Kitāb al-mafrūḍāt li Aqāṭun* (Book of Assumptions by Aqāṭun) has been treated in full in my doctoral thesis (Amsterdam, 1977). The present paper contains an abstract of this thesis. It consists of the contents of the treatise, i.e. propositions only without either proofs or drawings, along with some remarks describing the manuscript and pointing out several influences. In addition the questions of the original Greek title and putative Greek name of the author are extensively discussed. The offered solution is, however, too vague to have been included in the thesis.

My conclusion is that the treatise contains interesting propositions, but no sensational theorems. Some propositions deal with fundamental properties of triangles, some go in the direction of trigonometry, others could be connected with optics. The author, i.e. Aqāṭun seems to have been a man with a good knowledge of the mathematical literature, judging from the different influences on his treatise [Thesis, Chapter IV]. He may have lived around the same time as Pappus: on the one hand Aqāṭun gives two converses to a lemma by Pappus (prop. 41), on the other hand both Pappus and Aqāṭun prove a lemma related to Apollonius' *Conics* (prop. 27) and a lemma connected with Euclid's *Porisms* (prop. 22); these proofs by Aqāṭun and Pappus are similar but not identical. The treatise was still of value and interest to Arabic mathematicians in the thirteenth century, according to the extensive marginal notes. Yet the sphere of influence apparently was not very large.

Description of the Manuscript [Thesis, Chapter I]

The treatise "Book of Assumptions by Aqāṭun", *Kitāb al-mafrūḍāt li Aqāṭun*, is contained in the Istanbul manuscript Aya Sofia 4830,5 (fol. 89v–102v) [Krause, p. 439]. It consists of 43 propositions dealing with plane geometry. Nineteen propositions, all from the first half, form a separate treatise entitled "Book by Archimedes on the Elements of Geometry", *Kitāb Arshimīdis fī'l-uṣūl al-handasīya*. This is contained in the Bankipore

* Department of Mathematics, University of Heidelberg, W. Germany.



د
لا
جـ
د
لا
جـ
لب
غ
ف
لج
ص
كا
يد
يجـ
ت
كب
ذ
ث
خ
ش
جب
ل
س
ي
م
ن
ع
ق
ر
و
ط
ح
ز
ه
ظ
ب
ض
أ

هذا الشكل ويصفح عن السهو القليل إن وقع[١٠٨] في بعض حسباناتها الجزئية فقط ، وإن عثر على خطأ في بعض براهينه فينبهنا[١٠٩] عليه مفيدا ادّعاءه[١١٠] فقد[١١١] عسى علينـا لكثرة المقدمات واختلاط الهندسية فيها بالحساب ، ولا ينكر كثرة التطويل في مقدماتها فإن الوصول [redacted] إلى المطلوب البرهاني بكثرة المقدمات <و> بالمتوسطة مع العصمة من الغلط إن كانت يكون[١١٢] إليه بالدربة والارتياض ، وأدل على <أن> الإصابة في المعقولات يكثر بالضرورة مقدمات براهينها ومتوسطاتها ، وأعظم فوائد العلوم الرياضية إنما هو ذلك . ولقد[١١٣] تحيّزت عن التطويل في مقدمات براهين هذا الشكل مع كونها حقا ضرورية[١١٤] في إفادة النتيجة المطلوبة ، ثم إن أشار المخدوم المنعم فسأعرض سائر الطرق[١١٥] ، على رأيه الناقد العالي إن شاء الله تعالى ،

والسـلام[١١٦] .

١٠٨ – ك ، ل : وقعت ١٠٩ – ك : مسهيا ١١٠ – ل : ادعاه ؛ ك: للدعاة والمقصود ما ذهب إليه
١١١ – ك ، ل : قد ١١٢ – ل : ناقصة ١١٣ – ك ، ل : ولهذا ١١٤ – ك ، ل : ضروريا
١١٥ – ك : الطرف ١١٦ – ل : والحمد لله وحده

مـــن أحد عشر جزءا ونصفه عشرة أجزاء من أحد عشر جزءا من الواحد وإذا(٨٨) قسمنا العشرة بأحد عشر قسما يكون كل قسم عشرة أجزاء مـــن أحد عشر من الواحد فخط ب ى جزآن من أحد عشر جزءا من ب د العشرة وسطح ب س(٨٩) من سطح ب ج يكون على هذه النسبة، فمنحرف ا ذ كب ب(٩٠) جزآن من أحد عشر جزءا من مربع ا ب ج د . ولأن نسبة منحرف ا ذ كب ب(٩٠) إلى منحرف ج د لب غ كنسبة قاعدة ب كب إلى قاعدة لب د — وبالمقدار الذي به ب كب اثنان فلب د خمسة لأنه(٩١) مثلاه ومثل نصفه— فيكون منحرف ج د لب غ خمسة أجزاء من أحد عشر جزءا من المربع الكبير. ولأن نسبة مثلث ا ض ذ(٩٢) المساوي لمستطيل خ ى(٩٣) إلى مثلث ج غ لا(٩٤) كنسبـــة قاعدة ض ذ(٩٥) إلى قاعدة غ لا ، وهو مثلان ونصف ، فيكون مثلث ج غ لا / [redacted] مثلي ونصف(٩٦) ا ض ذ(٩٢) ومجموعهما ثلاثة أمثال ونصف مستطيل خ ى(٩٧) . ولأن مستطيل ا لا مركب من ضرب ضلع المربع الكبير في جزأي ا ض —وأحدهما(٩٨) مثل ونصف ب ى والأخر ثلاثة أمثال ونصف خ س(٩٩) وذلك يساوي مجموع المثلثين < ومنحرف ج غ ذ ا > — فاذا فصلنا المثلثين من سطح ا لا فكأنا قد فصلنا منه سطح ضلع المربع الكبير في ثلاثة أمثال ونصف خ س(٩٩)، فيكون منحرف ج غ ذ ا(١٠٠) مساويا لضرب ضلع المربع الكبير في مثل ونصف ب ى . فمنحرف ج غ ذ ا(١٠١) مثل ونصف سطح ب س أي منحرف ا ذ كب ب(١٠٢)، فبالمقدار الذي به يكون منحرف(١٠٣)/ ج د لب غ خمسة يبقى(١٠٤) سطح غ لب كب ذ(١٠٥) واحدا(١٠٦)، وهو واحد وهو المطلوب.

والمأمول من كرم المخدوم والمنعم أدام الله علوه أن ينعم بالنظر(١٠٧) والتأمل في

٨٨ – ل : وإذ   ٨٩ – ل : ر س   ٩٠ – ك ، ل : ا ظ كب ب   ٩١ – ك ، ل : لأن مثليه
٩٢ – ك ، ل : ا ض ظ   ٩٣ – ك ، ل : ح ى   ٩٤ – ك ، ل : وغ لا   ٩٥ – ك ، ل . ض ط
٩٦ ، – ك : أضافها الناسخ في الهامش   ٩٧ – ك ، ل : ح ى   ٩٨ – ك ، ل : أحدهما
٩٩ – ك ، ل ح س   ١٠٠ – ك ، ل : ج ع ظ ا   ١٠١ – ك ج غ ظ ا ، ل ج ع ظ ا
١٠٢ – ك : ا ظ كب ب ، ل : ا ط كب ب   ١٠٣ – ك : ومنحرف   ١٠٤ – ك ، ل ويبقى
١٠٥ – ك : غ لب كب ظ ، ل : ع لب كب ط   ١٠٦ – ك ، ل : واحد
١٠٧ كذا في الاصل والمعروف أن فعل «أنعم» يتعدى بنفسه فيقال «أنعم النظر في كذا»— انظر معجم «متن اللغة»

الآخر أربعة و ٣٠ من ٥٥ من الواحد وهو سطح ع كب الباقي . ولأن سطح خ ض(٦٣) هو (٦٤) ضرب ا خ(٦٥) في ا ض(٦٦) و ا خ(٦٧) يساوي ب كب — وهو واحد وتسعة أجزاء من أحد عشر جزءا من واحد مع زيادة خ س(٦٨) أي ر س — وضلع ا ض(٦٩) هو(٧٠) مثل ونصف ب ى مع ثلاثة أمثال ونصف ر س فببرهان(٧١) أشكال المقالة الثانية من أقليدس يكون ضرب ا خ(٦٧) في ا ض(٦٩) يساوي سطح ا ض(٦٩) في ا س وسطح ا ض في خ س(٦٨). ولأن أحد قسمي ا ض(٦٩) مثل ونصف ا س وقسمه الآخر ثلاثة أمثال ونصف س خ(٦٨) فسطـــح(٧٢) ا ض(٦٩) في ا س يساوي مجموع(٧٣) سطحين أحدهما <ثلاثة أنصاف مربع> ا س — وهو واحد وتسعة أجزاء من أحد عشر فيكون تكسيره(٧٤) أربعة و ٢٩٠٠ من ٣٠٢٥ والسطح الآخر هو(٧٥) ثلاثة أمثال ونصف ر س في ا س وهو سطح يكون أحد ضلعيه ر س والآخر ستة و(٧٦) ٢٥ من ٥٥ . أما سطح ا ض في ر س فينحل(٧٧) أيضا إلى ضرب جزأي ا ض(٧٨) في ر س[redacted](٧٩) أي إلى(٧٩) ضرب اثنين وثمانية أجزاء من أحد عشر جزءا من واحد في ر س — فيحصل(٨٠) سطحٌ أحد ضلعيه ر س والآخر اثنان وثمانية أجزاء من أحد عشر من واحد — وإلى سطح ر س في ثلاثة أمثاله ونصف فيحصل ثلاثة مربعات / ر س ونصف مربعه . فحصل لنا < من > جميع أجزاء خ ض(٨١) سطح تكسيره أربعة و ٢٩٠٠ من ٣٠٢٥ من واحد وسطحان آخران مجموعهما سطحٌ أحد ضلعيه ر س وضلعه الآخر < ضعف > أربعة و ٣٠ من ٥٥ من واحد وثلاثة مربعات ونصف مربع ر س . فاذا أضفنا يكون نصفها مساويا لأجزاء سطح خ ى(٨٢) المستطيل . ولأن(٨٣) سطح خ ب(٨٤) إذا فصل منه مستطيل خ ى(٨٢) يبقى مستطيل س ب وإذا فصل منه مثلث ا خ ذ(٨٥) يبقى منحرف ا ذ كب ب(٨٦) فيكون مستطيل س ب مساويا لمنحرف ا ذ كب ب(٨٧). ولأن ب ى واحد وتسعة أجزاء

٦٣ – ك ، ل : ح ص ٦٤ – ك ، ل : وهو ٦٥ – ك ، ل . ا ح ٦٦ – ل : ا ص
٦٧ – ك ، ل : ا ح ٦٨ – ك ، ل : ح س ٦٩ – ك ، ل : ا ص ٧٠ – ك ، ل : وهو
٧١ – ك ، ل : فبرهان ٧٢ – ل : كرر الناسخ كتابتها ٧٣ – ل : فوق السطر ٧٤ – ك ، ل : تكسير
٧٥ – ك ، ل : وهو ٧٦ – ل : ناقصة ٧٧ – ك ، ل : ينحل ٧٨ – ل : ا ص
٧٩ – ك ، ل : أما ٨٠ – ك ، ل : يحصل ٨١ – ك ، ل : ح ض ٨٢ – ك ، ل : ح ى
٨٣ – ل : لأن ٨٤ – ك ، ل : ح ب ٨٥ – ك ، ل : ا ح ظ ٨٦ – ك ، ل : ا ظ كب ب
٨٧ – ك : ا ظ كب ب ، ل : ا ط كب ب

ولأن م ى ضعف و ب (٤٠) و ىجى ٣٠٢٥ (٤١) أمثال ى جب و يد يج ٧٢٥ أمثاله ونسبة ن م إلى م ى كنسبة يد يج (٤٢) إلى ىجى فيكون ن م ٧٢٥ جزءا بالمقدار الذي < به > يكون م ى ٣٠٢٥ . وهو ضعف و ب ، وبالمقدار الذي < به > يكون و ب ٣٠٢٥ فيكون ن م ١٤٥٠ .

وقد ذكرنا أن ى ل مثل وثلاثة أرباع ب و الواحد ، فسطح ى ن (٤٣) < في ى ل هو سطح م ى > — الذي هو اثنان — و م ن (٤٤) — وهو ١٤٥٠ (٤٥) من ٣٠٢٥ من الواحد (٤٦) — في ى ل الذي هو واحد وثلاثة أرباع ، فيكون (٤٧) تكسيره أربعة <و> ١٠٢٥ من ٣٠٢٥ من واحد . وهو تكسير مربع ك ى لأن ضرب ن ى في ى ل يساوي مربع ك ى . ولأن س ف ضعف (٤٨) ك ى و ص ق (٤٩) نصف س ف يكون ص ق ـــ يساوي ك ى ومربعه مربعه ، ومربع ص ق يساوي س ق في (٥٠) ق ع فيكون تكسير سطح س ق في ق ع أربعة و ١٠٢٥ من ٣٠٢٥ من واحد. ولأن ق ش ثلاثة بالمقدار (٥١) الذي به يكون ش ت (٥٢) أربعة ونسبة س ر إلى ر ق كذلك فيكون ر ق ثلاثة أسباع ق س و ر س أربعة أسباعه . فيكون سطح ع ق في ر س أربعة أسباع ع ق في (٥٣) ق س المذكور تكسيره ، وسطح ع ق في ر س هو (٥٤) سطح ع ث لأن ق س يساوي س خ (٥٥) و س خ (٥٥) مثل س ر . فسطح ع ث اثنان و ١٤٥٠ من ٣٠٢٥ وسطح ر خ (٥٦) مربع ر س (٥٧) وسطح ر ث ثلاثة أرباع مربعه . ولأنا فصلنا س ع خمسة [و ٢٥ من خمسة] (٥٨) و ٢٥ من ٥٥ / <من> واحد يبقى ع ى من (٥٩) تمام العشرة أربعة و ٣٠ من ٥٥ من واحد . فجميع سطح خ ى (٦٠) المستطيل يساوي مربع ر س — وهو سطح ر خ (٦١) — وثلاثة أرباع مربعه — وهو سطح ر ث — وسطحاً تكسيره اثنان ١٤٥٠ من ٣٠٢٥ من واحد — وهو (٦٢) سطح ث ع — وسطحا أحد ضلعيه ر س وضلعه

٤٠ — ل : ى ب ٤١ — ل ١٠٢٥ ٤٢ — ل : يد ى ٤٣ — ل : ن ى ن ٤٤ — ك ، ل و ه
٤٥ — ك ، ل : ١٤٥ ٤٦ — ل : واحد ٤٧ — ك ، ل : يكون ٤٨ — ل : ضعيف
٤٩ — ل : ض ق ٥٠ — ل : و ٥١ — ك ، ل : المقدار ٥٢ — ك ، ل : ش ث ٥٣ — ل : ناقصة
٥٤ — ك ، ل : وهو ٥٥ — ك ، ل : س ح ٥٦ — ك ، ل : ر ح ٥٧ — ل : ر كه
٥٨ — زائده في ل فحسب ٥٩ — ك ، ل : في ٦٠ — ك ، ل : ح ى ٦١ — ك ، ل : ر ح
٦٢ — ل : كتبها الناسخ فوق السطر .

ونخرج من نقطة ح(١٨) خطا يوازي خط زو وهو خط ح ى(١٩) ثم نخرج من نقطة ى خط ى س يوازي اب ونخرج(٢٠) خط س ى على استقامته إلى نقطة ل حتى(٢١) يكون خط ى ل مثل ب و وثلاثة أرباعه . ونجعل ى ه مثلي(٢٢) ب و . ثم يتعلم نقطـة جب ونجعل خط جب يد ٣٠٢٤ مثل خط ى جب . ثم نجعل خط يد ٧٢٥ أمثالاً لخط ى جب ونصل خط يه ونخرج خط يدن موازيا له وندير على قطر ن ل نصف دائرة ثم نجعل خط س ع خمسة أمثال(٢٣) وخمسة أجزاء من أحد عشر [redacted] جزءا من خط ب و . ولأن قطر س ع أعظم من قطر ن ل فلنا أن نخرج من نقطة س في دائرة س ع وترا مساويا لضعف ك ى وهو س ف . ونقسم قوس س ف بنصفين على ص ونخرج من نقطة ص عمود ص ق ثم نعلم نقطة ش على ص ق كيف <ما> وقعت . ونجعل(٢٤) ش ت مثل وثلث ق ش ونصل(٢٥) خط ت س(٢٦) ونخرج من ش خط ش ر موازيا له ونجعل س خ(٢٧) مثل س ر ونخرج خ كب يوازي اب ثم نجعل د لب مثلي ونصف ب كب ونخرج لب لج يوازي اب، ونجعل اض مثل ونصف ب ى مزيداً عليه ثلاثة أمثال ونصف ى كب ونخرج ض لا ثم نخرج اذ(٢٨) جع(٢٩) .

فأقول إن المربع قد انقسم على الجهة المطلوبة وهي أن منحرف اب ذ كب(٣٠) ضعف سطح ذ غ لب كب(٣١) ومنحرف اذ غ ج(٣٢) خمسة(٣٣) أمثاله ومنحرف جد لب غ(٣٤) ثلاثة(٣٥) أمثاله(٣٦) .

برهان ذلك : لأن ب ط عشرة أمثال ب ه ونسبة د ب إلى ب و كنسبة ط ب إلى ب ه فيكون د ب عشرة أمثال ب و ونسميه الواحد . ولأن ز ب ٥٥ أمثال ب ظ(٣٧) وز ح ٤٥ مثلاً له يكون نسبة ز ب إلى ز ح كنسبة ٥٥ إلى ٤٥ ونسبة(٣٨) ب و إلى و ى كنسبة ٥٥ إلى ٤٥(٣٨) فيكون و ى تسعة أجزاء على(٣٩) أن و ب الواحد أحد عشر جزءا .

١٨ – ك ، ل : خ ١٩ – ك ، ل : خ ى ٢٠ – ل : ونخرج من ٢١ – ل : إلى أن ٢٢ – ل : مثل
٢٣ – ك ، ل : أمثاله ٢٤ – ك ، ل : ونزيد عليه ٢٥ – ل : ونخرج ٢٦ – ك ، ل ث س
٢٧ – ك ، ل : س ح ٢٨ – ك : اظ ، ل : اط ٢٩ – ل : جع ٣٠ – ك : اب ظ كب ، ل اب ط كب ٣١ – ك ظ ن غ لب كب ، ل : ص ع لب كب ٣٢ – ك ، ل : اظ ع ج
٣٣ – ك ل ثلاثة ٣٤ – ك ، ل : جد لب ع ٣٥ – ك ، ل : خمسة ٣٦ – أي أمثال المستطيل
٣٧ – ل : ب ط ٣٨ – .. ٣٨ – ما بينهما نساه الناسخ في ل ثم أعاد كتابته في الهامش ٣٩ – ل : ناقصة

بسم الله الرحمن الرحيم (١)

الحمد لله رب العالمين والصلوة والسلام على رسوله محمد وآله أجمعين .

مسألة(٢) سألها شمس الدين* أمير الأمراء النظامية عن الإمام الأجل الأوحد العالم شرف الدين بهاء الإسلام حجة(٣) الزمان مظفر(٤) بن محمد(٤) المظفر الطوسي أدام الله توفيقه ببلد همدان سنة ست(٥) وستمائة(٦) هجرية .

عن مربع متساوي الأضلاع كلُّ ضلع منه معلوم وأردنا أن نقسمه إلى أربعة(٧) سطوح(٨) أحدها(٩) سطح متوازي الأضلاع مستطيل ، في الوسط ، وثلاثة منحرفات(١٠) تحيط به(١١) من ثلاثة جوانب على(١٢) هذا المثال على وجه تكون السطوح الأربعة بعضها إلى بعض < على > نسبة مفروضة معلومة وقد عُيِّن ضلع المربع ونسبة السطوح : يقال كل ضلع من أضلاع المربع عشرة والمطلوب أن يكون السطح المتوازي الأضلاع الذي في الوسط نصف المنحرف الذي على أحد(١٣) جانبيه والمنحرف الذي فوقه ثلاثة أمثاله والمنحرف الذي على الجانب الآخر منه خمسة أمثاله .

مثال ذلك : مربع ا ب جـ د متساوي الأضلاع وضلع ا ب عشرة وأردنا العمل المذكور ، فنخرج ضلع < ا ب > على استقامته ويتعلم عليه نقطة ه كيفما اتفقت(١٤) ونزيد على خط ب ه تسعة أمثاله فيكون خط ب ط عشرة أمثال خط ب ه ونصل ط د ونخرج من نقطة ه خط ه و ويوازي ط د ثم يتعلم نقطة ظ على خط ب ه ، نقطة ظ كيفما وقعت(١٥) . ونجعل ظ ز ٥٤ مثل ب ظ(١٦) وخط ز ح(١٧) ٤٥ مثل ب ظ ونصل ز و /

١ – ل : تعقبها " وبه ثقتي " ٢ – ك : مسئلة ٣ – ك : حجب ٤ – ل : كتبها الناسخ أولا " محمد " ثم كتب فيما بعد مظفر فوقها . ٥ – ك : ناقصة وفي ل : ستة ٦ – ك : وخمس مايه ٧ – ك ، ل : أربع ٨ – ل : اسطوح ٩ – ل : كتبت أولا احداهما ثم رجع الناسخ وكتب فوق " هما " " ها " ١٠ – ل : متحرفات ١١ – ك ، ل : بها ١٢ – ل : على كل ١٣ – ل : ناقصة ١٤ – ل : اتفق ١٥ – ل : بدأ الناسخ بكتابه وقعت ثم عدل عن هذا وكتب اتفقت ١٦ – ل : بط ، ك : ب ط ١٧ – ل ، ك : رخ

* من الواضح أن هذا لقب ، ولم نهتد إلى معرفته من الدراسات التي رجعنا إليها عن المدرسة النظامية .

تقديم

لقد حققنا نص شرف الدين الطوسي على مخطوطتين :

الأولى هي مخطوطة جامعة كولومبيا **Smith MS. Or. 47** من صفحة **٢٩** إلى صفحة **٣٥** . وهي مخطوطة من القرن الثالث عشر حسب تقدير مصنف مخطوطات مكتبة جامعة كولومبيا . ولقد أشرنا بحرف ك إلى هذه المخطوطة .

الثانية هي مخطوطة ليدن **Or. 14** من صفحة **٣٢٣** وجه الى **٣٢٦** ظهر . ومن المعروف من فهارست دوزى أن هذه المخطوطة قد نُسخت في القرن السابع عشر وسنشير لها بحرف ل . وسنبين في تحقيقنا لجبر عمر الخيام أصلها ، ويكفينا الآن أن نقول إن المخطوطتين ترجعان إلى نفس الأصل بل من المؤكد أن مخطوطة كولومبيا هي أقرب إلى الأصل للأسباب التالية :

ـ ١ ـ باستثناء ثلاثة أخطاء في ك نجد كل أخطاء ك مع كثرتها في ل والعكس غير صحيح .

ـ ٢ ـ ينقص ل خمس كلمات نجدها في ك بينما ينقص ك كلمة واحدة موجودة في ل .

ـ ٣ ـ كل ما يجب إضافته إلى ك من كلمات وعبارات حتى يستقيم المعنى يجب أيضا إضافته إلى ل .

والمخطوطتان تحتويان على أخطاء عديدة زادها الخلط بين حروف الرسم الهندسي واستعمال نفس الحرف ظ للدلالة على نقطتين مختلفتين في الرسم .

واستعملنا الرموز التالية في التحقيق :

< > ما بينهما كلامنا

[ ] نقترح حذف ما بينهما

/ انتهاء صفحات ك

■ انتهاء صفحات ل

وأغلب النص غير منقوط ولقد قمنا بتنقيطه دون الإشارة إلا إذا تعددت الاحتمالات فأثبتنا نص المخطوطة في أسفل الصفحة ، ولقد أعدنا الرسم حتى يوافق النص .

est égal au rapport de la base $B\Delta$ à la base ΠD, suivant la quantité qui rend $B\Delta$ égal à deux, alors ΠD est cinq, car il est égal à deux fois et demie celui-ci; on a donc le trapèze $CD\Pi\Omega$ cinq parties de onze parties du grand carré. Puisque le rapport du triangle AXZ, qui est égal au rectangle WJ, au triangle $C\Omega\Psi$, est égal au rapport de la base XZ à la base $\Omega\Psi$, qui est deux et demi,[1] le triangle $C\Omega\Psi$ / est donc deux fois et demie AXZ, et leur somme est trois fois et demie le rectangle WJ.

Puisque le rectangle $A\Psi$ est composé du produit du côté du grand carré par les deux parties de AX, dont l'une est une fois et demie BJ et l'autre est trois fois et demie WS, et que ceci est égal à la somme des deux triangles plus le trapèze $C\Omega ZA$, si donc on sépare les deux triangles de la surface $A\Psi$, cela revient à en séparer la surface <obtenue> du côté du grand carré par trois fois et demie WS. On a donc le trapèze $C\Omega ZA$ égal au produit du côté du grand carré par une fois et demie BJ. On a donc le trapèze $C\Omega ZA$ une fois et demie la surface BS, soit la surface $AZ\Delta B$; suivant la quantité qui rend le trapèze / $CD\Pi\Omega$ égal à cinq, il reste la surface $\Omega\Pi\Delta Z$ égale à un. Elle est donc un, ce qui est cherché.

On attend de la générosité du Seigneur Bienfaiteur – que Dieu perpétue son Eminence – qu'il examine et médite cette proposition, et pardonne les petites négligences, seulement si elles ont lieu dans certains de ses calculs particuliers.

S'il rencontre une erreur dans certaines de ses démonstrations, qu'il nous avertisse, cela sera utile à la question qu'il pose, car nous aurions été aveuglé par la multiplicité des prémisses, et par le mélange des prémisses géométriques à l'arithmétique; et qu'il ne blâme pas la longueur excessive de ces prémisses, car atteindre l'objet d'une recherche démonstrative, par la multiplicité des prémisses et des propositions intermédiaires, tout en se préservant de l'erreur, si on s'en préserve,[2] cela se fera par l'habitude et par l'exercice. Et j'indique qu'atteindre le but dans les sciences théoriques augmente nécessairement les prémisses de leurs démonstrations, et leurs propositions intermédiaires. Ce sont là les plus grands enseignements des sciences mathématiques.

Certes, j'ai évité de m'étendre sur les prémisses des démonstrations de cette proposition, bien qu'elles soient véritablement nécessaires pour mener avec profit au résultat cherché.

Si par la suite le Seigneur Bienfaiteur en exprime le désir, j'exposerai les différentes méthodes à son éminent jugement critique, si Dieu le veut.

Que la paix soit.

1. Littéralement: deux fois plus un demi.
2. Littéralement: si cela est.

est le carré de RS, et la surface RV est trois quarts de ce carré. Mais comme on a séparé SO égal à cinq plus vingt-cinq cinquante cinquièmes / d'unité, il reste de dix entiers OJ égal à quatre plus trente cinquante cinquièmes.

Le rectangle WJ tout entier est égal au carré de RS, qui est la surface RW plus les trois quarts de son carré, qui est la surface RV plus une surface dont la mesure est deux plus mille quatre cent cinquante trois mille vingt cinquièmes d'unité, qui est la surface VO et une surface dont un côté est RS et l'autre côté est quatre plus trente cinquante cinquièmes d'unité, qui est la surface $O\Delta$ restante.

Puisque la surface WX est le produit de AW par AX et que AW est égal à $B\Delta$ qui est un plus neuf parties de onze parties d'unité, augmenté de SW, soit RS, et que le côté AX est une fois et demie BJ plus trois fois et demie RS, alors, par la démonstration des propositions du *Livre II* d'Euclide, on a le produit de AW par AX égal à la surface AX par AS plus la surface AX par WS. Puisque l'une des deux parties de AX est une fois et demie AS, et que l'autre partie est trois fois et demie SW, la surface AX par AS est égale à la somme des deux surfaces, dont l'une est trois demies du carré de AS qui est un plus neuf parties de onze parties, et sa mesure est donc quatre plus deux mille neuf cent trois mille vingt cinquièmes; l'autre surface est trois fois et demie RS par AS, qui est une surface dont l'un des deux côtés est RS, et l'autre est six plus vingt-cinq cinquante cinquièmes.

Quant à la surface AX par RS, elle se décompose également en les produits des deux parties de AX par RS [redacted], soit en le produit de deux plus huit parties de onze parties d'unité par RS – on obtient donc une surface dont un côté est RS, et l'autre est deux plus huit parties de onze parties d'unité; et en la surface de RS par trois fois et demie lui-même, – on obtient trois carrés / de RS plus la moitié de son carré.

On obtient donc de toutes les parties de WX une surface dont la mesure est quatre plus deux mille neuf cents trois mille vingt cinquièmes, plus deux autres surfaces dont la somme est une surface dont l'un des côtés est RS, et l'autre côté le double de quatre plus trente cinquante cinquièmes d'unité, plus trois carrés de RS et la moitié de son carré. Si on additionne le tout, on a la moitié égale aux parties du rectangle WJ. Puisque si de la surface WB, on sépare le rectangle WJ, il reste le rectangle SB, et si on en sépare le triangle AWZ, il reste le trapèze $AZ\Delta B$, on a alors le rectangle SB égal au trapèze $AZ\Delta B$. Puisque BJ est un plus neuf parties de onze parties, et que sa moitié est dix parties de onze parties d'unité, et que si on divise les dix en onze parties, chaque partie sera dix parties de onze parties d'unité, alors BJ est deux parties de onze parties de BD, qui est dix, et la surface BS à la surface BC est dans le même rapport; alors le trapèze $AZ\Delta B$ est deux parties de onze parties du carré $ABCD$; mais puisque le rapport du trapèze $AZ\Delta B$ au trapèze $CD\Pi\Omega$

abaissons la perpendiculaire UQ et marquons le point Ξ sur UQ – peu importe où il se trouve – et posons ΞT égal à une fois plus un tiers $Q\Xi$, et joignons TS; menons de Ξ la droite ΞR parallèlement à elle. Posons SW égal à SR. Menons $W\Delta$ parallèle à AB. Posons ensuite $D\Pi$ deux fois et demie $B\Delta$. Menons Π\ parallèle à AB. Posons AX une fois et demie BJ, augmenté de trois fois et demie $J\Delta$. Menons $X\Psi$ et menons ensuite AZ, $C\Omega$. Je dis alors que le carré a été divisé de la manière cherchée, c'est-à-dire que le trapèze $ABZ\Delta$ est deux fois la surface $Z\Omega\Pi\Delta$, le trapèze $AZ\Omega C$ est son quintuple, et le trapèze $CD\Pi\Omega$ est son triple.

Démonstration:

Puisque BI est dix fois BE, et que le rapport de DB à BF est égal au rapport de IB à BE, on a donc DB dix fois BF, on l'appelle alors l'unité. Puisque GB est 55 fois $BY/$, et GH 45 fois celui-ci, on a le rapport de GB à GH égal au rapport de 55 à 45, et le rapport de BF à FG est égal au rapport de 55 à 45.

On a donc FJ égal à neuf parties, étant donné FB, l'unité, onze parties. Puisque MJ est le double de FB, et que ΣJ est 3025 fois $J\Theta$, et que $\Gamma\Sigma$ est 725 fois celui-ci, et que le rapport de NM à MJ est égal au rapport de $\Gamma\Sigma$ à ΣJ, on a NM 725 parties, suivant la quantité qui rend MJ égal à 3025. Mais $<MJ>$ est le double de FB; on a alors NM égal à 1450, suivant la quantité qui rend FB égal à 3025.

Mais on a indiqué que JF est une fois plus trois quarts BF, l'unité. Donc la surface JN par JL est la surface de MJ qui est deux plus MN qui est mille quatre cent cinquante trois mille vingt cinquièmes d'unité,[1] par JL qui est un plus trois-quarts; sa mesure est donc 4 plus mille vingt-cinq trois mille vingt cinquièmes d'unité, qui est la mesure du carré de KJ, car le produit de NJ par JL est égal au carré de KJ. Puisque SP est le double de KJ et que UQ est la moitié de SP, on a UQ égale KJ, et leurs carrés sont égaux. Le carré de KJ est égal à SQ par QO; on a donc la mesure de la surface SQ par QO 4 plus mille vingt-cinq trois mille vingt cinquièmes d'unité. Puisque $Q\Xi$ est trois suivant la quantité qui rend ΞT égal à quatre, et que le rapport de SR à RQ est le même, on a donc RQ trois septièmes de QS, et RS est ses quatre septièmes. On a donc la surface OQ par RS quatre septièmes de OQ par QS, dont on a rappelé la mesure; et la surface OQ par RS est la surface OV, car QV est égal à SW et SW égale SR, donc la surface OV est deux plus mille quatre cent cinquante trois mille vingt cinquièmes, et la surface RW

1. Littéralement: 1450 de 3025 de l'unité, formulation difficilement intelligible en français. Nous avons adopté, dans ce cas comme dans les autres semblables, des traductions équivalentes à celle donnée ci-dessus, quitte à changer les chiffres en mots.

Traduction

Au nom de Dieu Clément et Miséricordieux. Grâces lui soient rendues, et bénédiction à Muḥammed son prophète, et à toute sa famille.

Problème posé par Shams al-Dīn, Prince des Princes de al-Niẓāmiyya, au très illustre et unique Imām, Sharaf al-Dīn, gloire de l'Islam, figure de l'Histoire,[1] Muẓafar bin Muḥammed al-Muẓafar al-Ṭūsī, que Dieu perpétue sa réussite.

Dans la ville de Hamadān, l'année six cent six de l'Hégire.

Au sujet d'un carré dont chacun des côtés est connu, et qu'on veut partager en quatre surfaces. L'une, au milieu, est un rectangle, et trois trapèzes l'entourent de trois côtés, de sorte que les quatre surfaces sont les unes aux autres dans un rapport donné connu. Que le côté du carré et le rapport des surfaces soit déterminé: disons que chacun des côtés du carré soit dix; ce qu'on cherche est que le rectangle qui est au milieu soit la moitié du trapèze qui est sur l'un de ses côtés, que le trapèze qui est au-dessus de lui soit son triple, et que le trapèze qui est sur l'autre côté soit son quintuple.

Exemple: le carré $ABCD$ a des côtés égaux, et le côté AB est dix, et on veut la construction indiquée.

Prolongeons le côté AB jusqu'à un point E quelconque, et ajoutons à la droite BE neuf fois elle-même: on a donc la droite BI dix fois la droite BE. Joignons ID, et menons du point E la droite EF, parallèle à ID. On marque un point Y sur la droite BE – peu importe où se trouve Y.

Posons YG 54 fois BY, et GH 45 fois BY; joignons GF/. Menons du point H une droite parallèle à la droite GF, qui est la droite HJ. Menons ensuite du point J la droite JS, parallèle à AB, et prolongeons SJ jusqu'au point L, de sorte que la droite JL soit égale à BF plus ses trois-quarts.

Posons JM deux fois BF, et marquons ensuite le point Θ; posons la droite $\Theta\Sigma$ 3024 fois la droite $J\Theta$, et posons ensuite la droite $\Sigma\Gamma$ 725 fois la droite $J\Theta$.

Joignons la droite ΣM, et menons la droite ΓN parallèle à celle-ci. Traçons sur le diamètre NL un demi-cercle, et posons ensuite la droite SO cinq fois plus cinq parties de onze [redacted] parties de la droite BF. Puisque le diamètre SO est plus grand que le diamètre NL, on peut donc mener du point S dans le cercle SO une corde, SP, égale au double de KJ.

Partageons l'arc SP en deux parties égales, au point U. Du point U

1. Littéralement: preuve du temps.

dans ce type de problèmes de construction géométrique à la règle et au compas, mais traité par un algébriste, deux traductions successives: une traduction algébrique du problème géométrique, qui ramène à une équation algébrique; une traduction géométrique du problème algébrique, destinée à répondre au problème initial par une construction (l'intersection d'un cercle et d'une droite).

Cette notable différence entre la solution des problèmes de construction géométrique traités par les algébristes, et l'étude des mêmes problèmes par les géomètres – le célèbre problème de la trisection de l'angle, par exemple – tient à cette double traduction. Elle n'exprime pas seulement de nouveaux rapports entre algèbre et géométrie, mais encore elle infléchit le sens même du terme d'analyse dans un débat célèbre sur l'analyse et la synthèse.

Mais une telle démarche n'apparaît pas pour la première fois chez al-Ṭūsī; elle est déjà suivie par ses prédécesseurs, al-Khayyām par exemple, pour traiter de problèmes plus difficiles que celui d'al-Ṭūsī, comme la division d'un quart de cercle en deux parties en un point, sous certaines conditions; ceci fera l'objet d'une prochaine étude.

Préface à la Traduction

Le texte que nous présentons ainsi que sa traduction a été établi à partir de deux manuscrits:

1. Smith MS. Or. 47, Columbia University, pp. 29-35. Vraisemblablement copié au XIIIème siècle.

2. Leiden Or. 14, ff. 323^r — 326^v. Copié au XVIIème siècle à la demande de Golius. Voir le catalogue de Dozy.

Les deux textes renvoient au même archétype pour les raisons suivantes:

(1) Sur 116 accidents, on en trouve seulement 3 dans le manuscrit de Columbia qui ne soient pas dans le manuscrit de Leiden, la réciproque n'est pas vraie: des dizaines d'accidents figurent simplement dans ce dernier.

(2) Il manque au manuscrit de Leiden cinq mots que l'on trouve tous dans le manuscrit de Columbia; tandis qu'il manque à ce dernier un seul mot qui figure dans le premier.

(3) Ce qu'il faut ajouter pour établir le sens du texte est nécessaire dans les deux cas.

Enfin, plusieurs accidents sont provoqués par l'usage d'une même lettre pour désigner deux points différents de la figure géométrique.

Nous avons indiqué les pages du manuscrit de Columbia par / et celles du manuscrit de Leiden par ▮ .

Mais pour achever l'analyse, il faut encore pouvoir placer la droite δ. Il est donc nécessaire de procéder à une deuxième construction pour obtenir un segment de longueur l telle que

$$l^2 = \frac{525}{11^2}$$

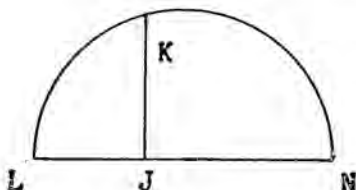
On détermine alors l comme moyenne géométrique entre les deux longueurs l_1, l_2 telles que:

$$l_1 \cdot l_2 = \frac{525}{11^2} \quad , \quad l_1 \text{ et } l_2 \text{ rationnels.}$$

Al-Ṭūsī fait pour l_1 et l_2 le choix suivant:

$$l_1 = JL = \frac{7}{4} \qquad\qquad l_2 = JN = \frac{300}{121} \cdot$$

On retrace le cercle de diamètre LN et on obtient le segment JK de longueur l, en utilisant la puissance du point J par rapport au cercle.



Telle est, nous semble-t-il, la voie de l'analyse qu'a suivie al-Ṭūsī. Elle nous permet de comprendre comment il a choisi les valeurs numériques particulières rencontrées dans la synthèse du problème, ainsi que les étapes successives de cette synthèse. On saisit en effet les raisons des différentes constructions et on comprend l'ordre de leur enchaînement.

Rien dans cette analyse ne peut surprendre: les notions et les techniques auxquelles elle fait appel sont parmi les plus élémentaires rencontrées dans son *Traité sur les Equations.*

Ainsi, après avoir tout d'abord suivi la voie d'une analyse algébrique pour étudier les inconnues x, y, z, t, il procède par une technique partout utilisée dans son *Traité*: les exprimer toutes au moyen des transformations affines d'une seule inconnue u. La traduction par des constructions géométriques des éléments de l'analyse algébrique donne ensuite la solution du problème géométrique posé.

Si l'hypothèse que nous venons de développer est juste, on rencontre

d'où $$y = \frac{80}{11} - \frac{7}{2} u .$$

D'autre part

$$AX = 10 - y = \frac{30}{11} + \frac{7}{2} u ,$$

d'où $$AX = \frac{3}{2} BJ + \frac{7}{2} J\Delta .$$

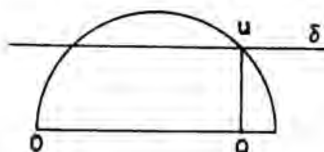
Il est donc clair que la solution du problème revient à le détermination de u.

$$S_1 = \frac{100}{11} \iff xy = \frac{100}{11} \iff \left(\frac{40}{11} - \frac{7}{2} u\right)\left(\frac{80}{11} - \frac{7}{2} u\right) = \frac{100}{11} ,$$

d'où $$\left(\frac{7}{2}u\right)^2 - \frac{60}{11}\left(\frac{7}{2} u\right) + \frac{525}{11^2} = 0 , \quad \text{avec } \frac{7}{4} u < \frac{20}{11} ,$$

d'où $$\frac{7}{4} u = \frac{60 - \sqrt{375}}{11} .$$

On a donc retrouvé par l'analyse précédente la plupart des valeurs numériques d'al-Ṭūsī. Mais la résolution algébrique de l'équation du second degré obtenue conduit à un nombre irrationnel, et ne pouvait par conséquent constituer une réponse au problème de construction posé. L'analyse exige donc que l'on détermine les deux racines de l'équation par des moyens pour ainsi dire constructifs: l'intersection d'un demi-cercle et d'une droite. Le cercle a nécessairement pour diamètre un segment SO de longueur $\frac{60}{11}$ (somme des racines) et la droite δ doit être telle que sa distance à la droite SO ait pour carré $\frac{525}{11^2}$ (produit des racines).



Mais si l'on tient compte de la condition $\frac{7}{4} u < \frac{20}{11}$, on constate que seule la racine QS convient pour le problème.

Seul, il est vrai, l'examen de la voie de l'analyse suivie par al-Ṭūsī peut éclairer les raisons de ce choix et de cet enchaînement. Et de fait la lecture de la conclusion de sa réponse est convaincante: le mathématicien y reconnait l'importance de l'analyse, particulièrement dans ce type de problèmes arithmético-géométriques; il y justifie son silence par des raisons de circonstances, à savoir la recherche délibérée de la brièveté dans sa correspondance.

Al-Ṭūsī considère en effet que l'analyse est nécessaire pour parvenir au résultat cherché et, plus généralement, qu'elle seule produit "les plus grands enseignements dans les sciences mathématiques". Aussi déclare-t-il à son correspondant que, bien qu'il passe outre et n'expose pas cette analyse, il se tient à sa disposition pour la lui communiquer, s'il en exprime le désir.

Pour nous, cependant, le résultat est le même: le texte ne nous offre aucune information sur l'analyse suivie par le mathématicien. Il ne nous reste qu'à tenter de reconstituer cette analyse à l'aide des seules notions en possession du mathématicien. Reprenons donc le problème d'al-Ṭūsī et posons:

$$S_1 = \text{le rectangle } Z\Omega\Delta\Pi$$
$$S_2 = \text{le trapèze } AB\Delta Z$$
$$S_3 = \text{le trapèze } CD\Pi\Omega$$
$$S_4 = \text{le trapèze } AZ\Omega C$$

tels que $S_2 = 2\,S_1 \quad , \quad S_3 = 5\,S_1 \quad , \quad S_4 = 3\,S_1 .$

Posons $\Delta\Pi = x \quad , \quad \Delta Z = y , \quad \Pi D = z \quad , \quad \Delta B = t .$

On a immédiatement:

$$S_1 = \frac{1}{11}(\,A, B, C, D\,) = \frac{100}{11}$$

$$S_2 = \frac{2}{11}(A, B, C, D) \iff S_2 = (B, J, S, A)$$

avec $$BJ = \frac{2}{11} \quad , \quad BD = \frac{20}{11} ,$$

$$S_3 = \frac{5}{2}\,S_2 \quad \iff \quad D\Pi = \frac{5}{2}\,B\Delta .$$

Soit $J\Delta = u$, une inconnue auxiliaire, on a

$$t = \frac{20}{11} + u \qquad z = \frac{50}{11} + \frac{5}{2}\,u$$

$$x = 10 - t - z = \frac{40}{11} - \frac{7}{2}\,u$$

$$S_4 = 3\,S_1 \quad \iff \quad \frac{(10-y)\,(10+x)}{2} = 3\,x\,y$$

On a donc $(W,J) = \frac{1}{2}(W,X) = (A, W, Z)$.

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Mais} & (W,B) - (W,J) = (B,S) \\ \text{et} & (W,B) - (A,W,Z) = (B,\Delta,Z,A)\end{array}\right\} \text{d'où } (B,S) = (B,\Delta,Z,A).$$

Mais $(B,S) = \frac{2}{11}(A, B, C, D)$,

d'où $(B, \Delta, Z, A) = \frac{2}{11}(A, B, C, D)$.

D'autre part les trapèzes (B, Δ, Z, A) et (D, C, Ω, Π) ont des bases égales et leurs hauteurs $B\Delta$ et $D\Pi$ sont dans le rapport $\frac{2}{5}$.

Donc $(D, C, \Omega, \Pi) = \frac{5}{11}(A, B, C, D)$.

On a $(A, Z, \Omega, C) = (A,\Psi) - \left[(A, X, Z) + (C, \Omega, \Psi)\right]$

Mais $(C, \Omega, \Psi) = \frac{5}{2}(A, X, Z)$,

d'où
$$\begin{aligned}(A, Z, \Omega, C) &= (A, \Psi) - \frac{7}{2}(W, J)\\ &= AC \cdot AX - \frac{7}{2} AC \cdot WS\\ &= AC\left(\frac{3}{2}AS + \frac{7}{2}WS - \frac{7}{2}WS\right) = \frac{3}{2}AC \cdot AS\\ &= \frac{3}{2}(B,S) = \frac{3}{11}(A, B, C, D).\end{aligned}$$

Finalement, si on retranche du carré (A, B, C, D) les trois trapèzes, il reste le rectangle (Ω, Π, Δ, Z) qui est donc $\frac{1}{11}$ de (A, B, C, D).

L'exposé d'al-Ṭūsī, ainsi que le montre le précédent résumé, est strictement synthétique. A aucun moment, ou presque,[1] le mathématicien ne dévoile les raisons pour lesquelles il a choisi les valeurs numériques particulières des différentes constructions. Il n'explique pas davantage l'ordre d'enchaînement de ces constructions.

1. On a $S_1 = \frac{1}{11}(A, B, C, D)$. On a également dès le départ le point J défini par $BJ = \frac{2}{11}BD$, et tel que le rectangle (A,J) soit les $\frac{2}{11}$ du carré; donc (A,J) est égal au trapèze S_2 cherché.

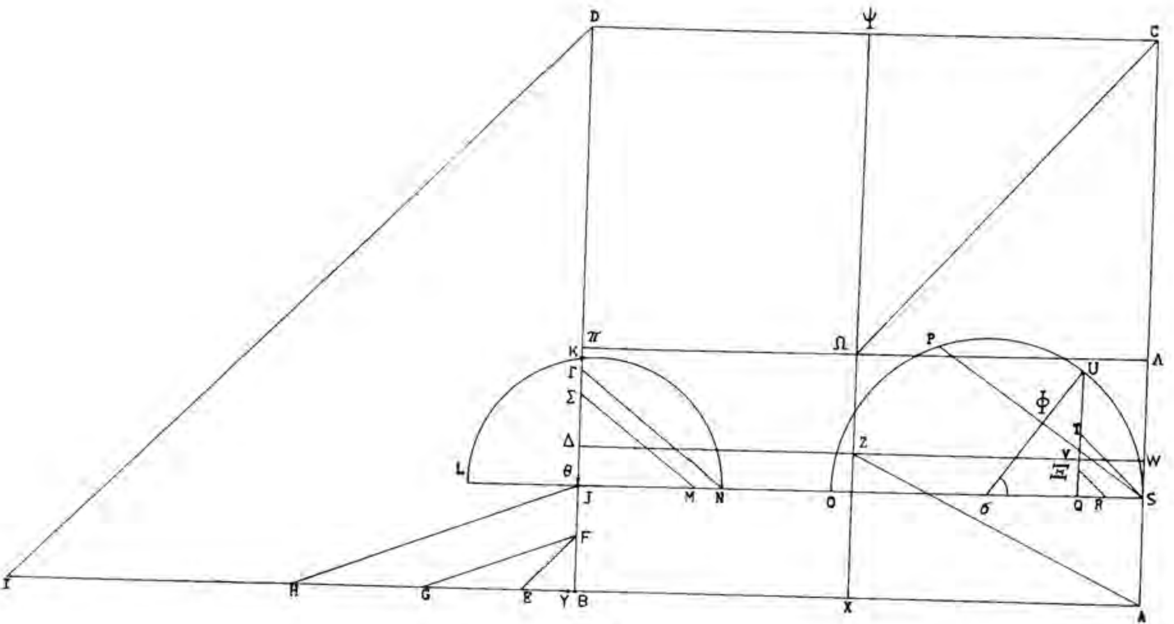


Figure 2

d'où
$$JN = JM + MN = \frac{300}{121} BF.$$

Mais $JN \cdot JL = \overline{JK}^2$, puissance de J par rapport au cercle de diamètre NL.

On a
$$\overline{JK}^2 = \frac{300}{121} \times \frac{7}{4} \overline{BF}^2 = \frac{525}{11^2} \overline{BF}^2.$$

Mais comme $SP = 2KJ$, U est le milieu de $\widehat{SP}$. $UQ \perp SO$, l'égalité des triangles rectangles $S\sigma\Phi$ et $U\sigma Q$ donne $UQ = S\Phi = \frac{1}{2} SP$ d'où $UQ = KJ$

On a $SQ \cdot QO = \overline{UQ}^2$ puissance de Q par rapport au cercle de diamètre SO,

d'où
$$SQ \cdot QO = \frac{525}{11^2} \overline{BF}^2.$$

D'après la construction de R, on a
$$RQ = \frac{3}{7} QS \quad \text{et} \quad RS = \frac{4}{7} QS,$$

d'où
$$OQ \cdot RS = \frac{4}{7} \cdot \frac{525}{11^2} \overline{BF}^2.$$

Mais
$$OQ \cdot RS = OQ \cdot QV = (O,V)$$

car
$$QV = SW = SR,$$

d'où
$$(O,V) = \frac{4}{7} \cdot \frac{525}{11^2} \overline{BF}^2.$$

On a
$$(W,J) = (W,R) + (R,V) + (V,O) + (O,\Delta)$$

et
$$(O,\Delta) = OJ \cdot J\Delta = OJ \cdot RS \quad \text{avec } OJ = \frac{50}{11} BF,$$

d'où
$$(W,J) = \overline{RS}^2 + \frac{3}{4} \overline{RS}^2 + \frac{4}{7} \cdot \frac{525}{11^2} \overline{BF}^2 + \frac{50}{11} BF \cdot RS$$
$$= \frac{7}{4} \overline{RS}^2 + \frac{300}{11^2} \overline{BF}^2 + \frac{50}{11} BF \cdot RS.$$

D'autre part on a
$$(W,X) = AX \cdot AW = \left(\frac{3}{2} AS + \frac{7}{2} WS \right)(AS + WS)$$
$$= \frac{3}{2} \overline{AS}^2 + 5\, AS \cdot WS + \frac{7}{2} \overline{WS}^2$$
$$= \frac{3}{2} \left(\frac{20}{11} BF \right)^2 + 5 \cdot \frac{20}{11} BF \cdot RS + \frac{7}{2} \overline{RS}^2$$
$$= \frac{600}{11^2} \overline{BF}^2 + \frac{100}{11} BF \cdot RS + \frac{7}{2} \overline{RS}^2 = 2\,(W,J)$$

Traçons ΣM et $\Gamma N \,//\, \Sigma M$, N sur JS.

Posons $SO = 5\ BF + \frac{5}{11}\ BF = \frac{60}{11}\ BF$.

Traçons le demi-cercle de diamètre SO et menons de S dans ce demi-cercle une corde SP égale à $2\ JK$, ce qui est possible car $SO > LN$.

Soit U le milieu de $\widehat{SP}$, $UQ \perp SO$.

Soit Ξ arbitraire sur UQ et T tels que

$$\Xi T = \left(1 + \frac{1}{3}\right) Q\Xi \qquad \text{avec } \Xi \text{ et T sur } QU.$$

Traçons TS et $\Xi R // TS$, R sur SO. Plaçons W sur AC tel que $SW = SR$. De W menons $W\Delta \,//\, AB$, Δ sur BD.

Soit Π sur BD tel que : $D\Pi = \left(2 + \frac{1}{2}\right) B\Delta$. Par Π on mène $\Pi\Lambda \,//\, AB$, Λ sur AC.

Soit X sur AB tel que :

$$AX = \frac{3}{2}\ BJ + \left(3 + \frac{1}{2}\right) J\Delta$$

et

$$X\Psi \,//\, BD \ , \ \Psi \text{ sur } CD.$$

Soit Z l'intersection de ΔW et $X\Psi$ et Ω l'intersection de $X\Psi$ et $\Lambda\Pi$, on a

le rectangle $Z\Omega\Delta\Pi$

le trapèze $ABZ\Delta$ tel que $(A,B,Z,\Delta) = 2\,(Z,\Omega,\Delta,\Pi)$

le trapèze $AZ\Omega C$ tel que $(A,Z,\Omega,C) = 5\,(Z,\Omega,\Delta,\Pi)$

le trapèze $CD\Pi\Omega$ tel que $(C,D,\Pi,\Omega) = 3\,(Z,\Omega,\Delta,\Pi)$

***Démonstration*:**

BF est l'unité.

La construction de J donne $\frac{BF}{FJ} = \frac{11}{9}$,

d'où

$$FJ = \frac{9}{11}\ BF \ , \quad BJ = \frac{20}{11}\ BF\ .$$

La construction de N donne $MN = \frac{725}{3025}\ MJ = \frac{1450}{3025}\ BF$,

$$S_2 = 2S_1 \quad , \quad S_3 = 5S_1 \quad , \quad S_4 = 3S_1.$$

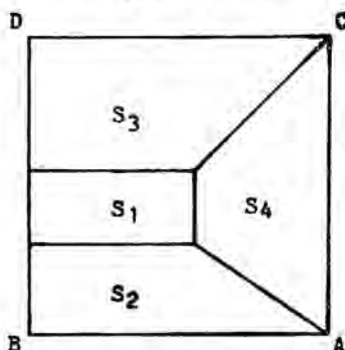


Figure 1

Il s'agit donc d'un problème de construction géométrique à l'aide de la règle et du compas. On peut penser, au premier abord, que ce problème de construction est totalement indépendant des réalisations algébriques d'al-Ṭūsī, telles qu'il les expose dans son *Traité sur les Equations*, et cette impression peut se trouver corroborée par l'exposé purement synthétique du mathématicien.

Toute la question est de savoir dans quelle mesure et en quel sens les notions et les instruments d'al-Ṭūsī algébriste ont pu trouver leur rôle dans l'étude d'un problème somme toute traditionnel, et, qui plus est, de circonstance. Seule une réponse à cette question permettra à l'historien qui ne se contente pas d'une simple description de classer ce mémoire dans l'oeuvre d'al-Ṭūsī. Mais avant d'esquisser cette réponse, résumons d'abord la solution d'al-Ṭūsī, en évitant, autant que possible, de nous écarter de son texte et de son style.

Soit $ABCD$ un carré tel que $AB = 10$, E un point arbitraire sur AB [voir figure 2].

On construit I tel que: $BI = 10\ BE$. Joignons ID et de E menons $EF\ //\ ID$. F sur BD. On a $BF = \frac{1}{10} AB$, d'où $BF = 1$.

Soit Y un point arbitraire sur BE, G et H tels que $YG = 54\ BY$, $GH = 45\ BY$. Joignons GF et menons $HJ//GF$. On a $BJ = \frac{20}{11} BF$ ou $BJ = \frac{2}{11}\ BD$. Soit Θ arbitraire sur BD. Σ et Γ tels que:

$$\Theta\Sigma = 3024\ J\Theta \quad \text{et} \quad \Gamma\Sigma = 725\ J\Theta.$$

Un problème arithmético-géométrique de Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī

Roshdi Rashed*

L'œuvre strictement mathématique qui nous est parvenue de Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī[1] se compose d'un *Traité sur les Equations* et de deux mémoires. Le *Traité*, nous l'avons montré ailleurs,[2] est l'un des ouvrages les plus importants dans l'histoire de l'algèbre classique: on pense y reconnaître les débuts de la géométrie algébrique.

Des deux mémoires, le premier, consacré à l'étude de l'asymptote à une branche d'une hyperbole équilatère, se révèle être une proposition de son précédent *Traité*. Nous considérons ailleurs[2] sa situation dans un classement de l'œuvre du mathématicien.

Dans le deuxième mémoire, que nous présentons ici, al-Ṭūsī étudie un problème arithmético-géométrique. Oeuvre de circonstance – il s'agit d'une réponse à une question posée par le Directeur de la célèbre école de Bagdad: al-Niẓāmiyya –, c'est là le dernier écrit mathématique d'al-Ṭūsī. D'Hamadān – l'ancienne Ecbatane – al-Ṭūsī expédiait à son correspondant la réponse à la question que voici:

Soit $ABCD$ un carré tel que $AB = 10$. On veut décomposer ce carré en quatre surfaces S_1, S_2, S_3, S_4, telles que:

S_1 soit un rectangle dont un côté est porté par BD.

S_2, S_3, S_4 soient des trapèzes obtenus en joignant les deux autres sommets du rectangle aux points A et C.

Soient S_2 le trapèze de base AB, S_3 le trapèze de base DC et S_4 le trapèze de base AC. On veut aussi:

* C. N. R. S., Paris.

1. Sur l'oeuvre de Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, voir nos études:

"Résolution des Equations numériques et Algèbre, Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, Viète", *Archive for History of Exact Sciences*, 13 (1974), 244-290.

"Recommencements de l'Algèbre aux XIème et XIIème Siècles" dans J. E. Murdoch and E. D. Sylla, *The Cultural Context of Medieval Learning* (Dordrecht, Reidel, 1975), pp. 33-60.

"L'Extraction de la Racine $n^{\text{ième}}$ et l'Invention des Fractions Décimales (XIème – XIIème Siècles)", *Archive for History of Exact Sciences*, 18 (1978), 191-243, et particulièrement les pages 208-213.

Voir également l'article "Ṭūsī, Sharaf al-Dīn", par A. Anbouba, in *Dictionary of Scientific Biography* (New York, Scribner's, 1970-1976).

2. Voir notre édition critique de ce *Traité* et sa traduction française, à paraître.

Journal for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science.*

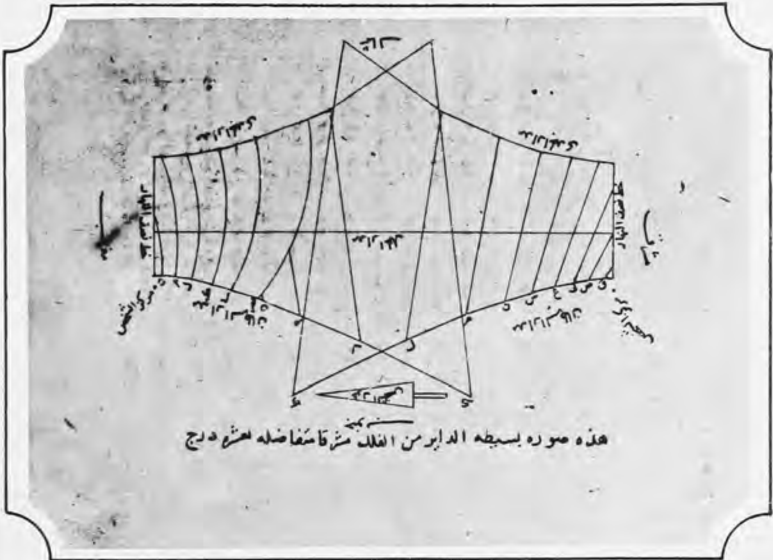
ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Volumes 1 & 2 (1977 & 1978)	
Registered surface mail	$ 6.00
Registered air mail	$10.00
Volume 3 (1979)	
Registered surface mail (all countries)	$10.00
Registered air mail:	
Arab World & Europe	$12.00
Asia & Africa	$15.00
USA, Canada & Australia	$17.00

Printed in Syria
Aleppo University Press

ISSN 0379-2927

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



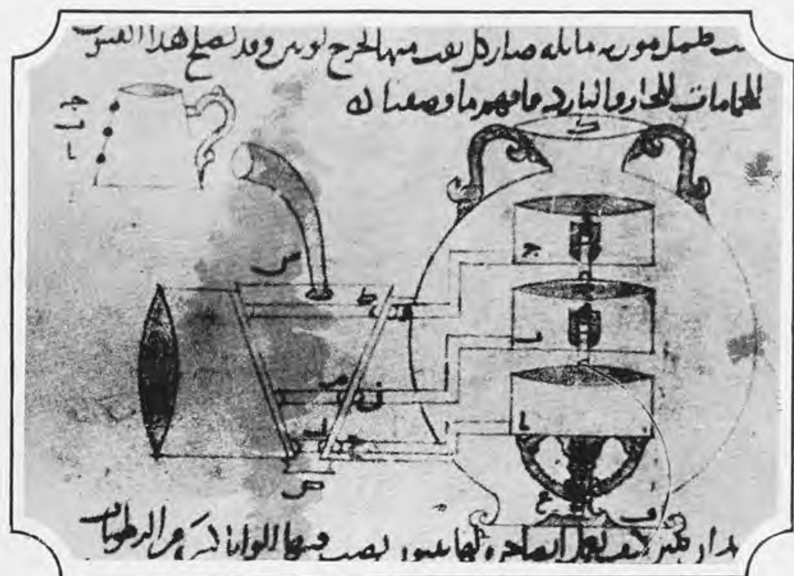
ol. 2
o. 2
v.1978

مجلة تاريخ العلوم العربية

Institute for the History of Arabic Science
University of Aleppo
Aleppo - Syria



مجلة تاريخ العلوم العربية





معهد التراث العلمي العربي

جامعة حلب ـ سورية

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الثالث | العدد الاول | ربيع ١٩٧٩

محتويات العدد

القسم العربي

الابحــاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

مقالة قصيرة واعلانات :

مراجعات الكتب

مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر مجلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العربي مرتين كل عام (في فصلي الربيع والخريف) • يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقال الى :
معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

توجه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمور الادارية الى العنوان نفسه • يرسل المبلغ المطلوب من خارج سورية بالدولارات الامريكية بموجب شيكات باسم
الجمعية السورية لتاريخ العلوم
قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول أو الثاني (١٩٧٧ ، ١٩٧٨)

بالبريد العادي المسجل :	٢٥	ليرة سورية أو ٦ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل :	٤٢	ليرة سورية أو ١٠ دولارات أميركية

المجلد الثالث (١٩٧٩)

بالبريد العادي المسجل : كافة البلدان	١٠ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل : البلاد العربية والاوروبية	١٢ دولاراً أميركياً
آسيا وأفريقيا	١٥ دولاراً أميركياً
الولايات المتحدة ، كندا واستراليا	١٧ دولاراً أميركياً

مطبعة جامعة حلب

رسالة أبي جعفر الخازن في المثلثات القائمة الزوايا المنطقة الأضلاع

نشر وتحقيق عادل أنبوبا

رسالة أبي جعفر [الخازن] في المثلثات العددية التي ننشرها اليوم، قد نجا منها نسخة فريدة جاءت ضمن مجموعة ثمينة تحتفظ بها المكتبة الوطنية بباريس تحت رقم ٢٤٥٧ . وتضم المجموعة ٥١ مقالا او قطعة ، زعم ڤبكه ان اكثرها بخط الرياضي المعروف ابي سعيد السجزي؛ ومن منسوخات السجزي ما يحمل تاريخ كَتْبه ٣٥٨ ، ٣٥٩ ﻫ او موضعه مدينة شيراز . ولم تُذكر هذه الرسالة في المؤلفات القديمة المحفوظة إلا انه يحتمل ان تكون هي احدى الرسائل التي دلّ عليها صاحب الفهرست ابن النديم اذ قال مجملا : كتاب المسائل العددية لابي جعفر الخازن[1] . وابو جعفر الخازن هو ابو جعفر محمد بن الحسين الخراساني الصاغاني الخازن ، رياضي وفلكي ازهر في النصف الاول من القرن الرابع الهجري وتوفي بعيد ٣٥٠ ﻫ — وقد اشرنا الى جُمل من حياته في مقال لنا سابق في هذه المجلة[2] . ونُبيّن في الجزء الفرنسي من هذا المقال موضع الرسالة من تطور العلوم عند العرب ، وترجمة لمعانيها مع بعض الملاحظات والايضاحات .

المخطوط :

تحوي الصفحة الواحدة من المخطوط ٢٢ سطرا او ما يقرب وقد كتب المخطوط بخط عادي واضح قليل الاخطاء . الكثير من الحروف غير منقطة سيما حروف المضارعة وقد

١ — الفهرست طبعة القاهرة دون تاريخ ص ٤٠٧ . وذكر المسائل العددية ابن القفطي في اخبار الحكماء القاهرة ١٣٢٦ ، ص ٢٥٩ .

٢ — الجبر عند العرب في القرنين التاسع والعاشر للميلاد ، باللغة الفرنسية ، المجلد الثاني (١٩٧٨) ، ص ٦٦—١٠٠ .

اثبتنا النقاط دون الاشارة الى ذلك إلا عرَضا . نضع بعد الكلمة المصححة عددا وبعد مثيله في الحاشية السفلى اللفظة كما وردت في المخطوط واذا شمل التصحيح بضع كلمات وضعناها بين علامتين « » . والعدد داخل معكوفين مثل [١] يشير الى لفظة حذفناها من النص على انها زائدة وذكرناها في الحاشية بعد العدد وتدل العلامة] [ان بين المعكوفين ما نرجح انه من زيادة خاطئة للناسخ . وكتبنا د ل ج د ... بدلا من كل جد .. في الدلالة على الخطوط .

ثم انا قطّعنا النص فِقرا تسهيلا للمطالعة وتمييزاً لمعانيه .

ويسرنا ان نتوجه هنا بخالص الشكر الى المكتبة الوطنية بباريس والآنسة الكريمة M.-R. Séguy حافظة المخطوطات الشرقية التي تفضلت واذنت لنا بنشر المخطوط .

كنا قد أودعنا هذا المقال ادارة المجلة في أيار ١٩٧٨ أو قبله ، ثم تأخر نشره لعوارض عرضت. وقد نشر في هذه الأثناء الدكتور أحمد سعيدان رسالة أبي جعفر الخازن هذه مع شروح وتعليقات وملخص انكليزي (مجلة الدراسات ، كانون الاول ١٩٧٨ ، الجامعة الاردنية) . وقد أشرنا الى بعض قراءات مفيدة للدكتور سعيدان تحت حرف س .

رسالة ابي جعفر [الخازن] في المثلثات القائمة الزوايا
المنطقة الاضلاع ، باريس مخطوط ٢٤٥٧ ، ص ٢٠٤ أ ـ ٢١٥ أ .

٢٠٤ أ بسم الله الرحمن الرحيم

رسالة الشيخ ابي جعفر محمد بن الحسين ايده الله* الى عبد الله بن علي الحاسب في البرهان على انه لا يمكن ان يكون ضلعا عددين مربعين يكون مجموعهما مربعاً فردين بل يكونان زوجين او احدهما زوج والاخر فرد تتلوا رسالته اليه في انشاء المثلثات القائمة الزوايا المنطقة الاضلاع .

* – كذا والصحيح ان يقع الدعاء " ايده الله " بعد اسم المرسل اليه : عبد الله بن علي الحاسب ايده الله . والمقالة تعنى بالاعداد الصحيحة إلا في مواقع قليلة يشير اليها النص .

1 1 كنت قد بيّنْتُ فيما كتبتُ به اليك اخي ايدك الله في نشوء[1] المثلثات القائمة الزوايا المنطقة الاضلاع انه لا يمكن ان يكون ضلعا عددين مربعين يكون مجموعهما مربعاً فردين بل يكونان زوجين او يكون احدهما زوجا والآخر فردا ولم ابرهن على ذلك بشكل خطوطي[b] فرأيت ان ابيّنه به ليقع تحت الحسّ واذكر معه ما يتصل معناه بما كتبت ويزيده بيانا[2] ويفيد[3] الناظر فيه يقينا[4] وهذا ابتداؤه نريد ان نبيّن كيف تنشأ[5] الاعداد المربعة التي يكون مجموع كل عددين منها مربعا فنقدم لذلك ثلث مقدمات :

2 2 احداها[6] : انه لا يمكن ان يوجد عددان مربعان فردان يكون مجموعهما مربعا فان امكن فليكن عددا آ بَ مربعين فردين وليكن مجموعهما وهو جَ مربعا فيكون زوجا مما **بُيّن في الشكل الثاني والعشرين من المقالة التاسعة[7] من كتاب الاصول** ونجعل د ه ضلع آ و زَ ضلع بَ و ط ح ضلع جَ ونفصل من ط ح مثل زَ وهو ك ح فلإن ط ح زوج و ك ح فرد يبقى ط ك واحدا او عددا فردا ونحسبه اولاً واحداً[8] ونزيد في ك ح مثله وهو ل ح فيكون ضرب ط ل في ط ك مثل مربع د ه ولكن ضرب ط ل في ط ك مثل مربع ط ك مع ضرب ك ل في ط ك فمربع ط ك مع ضرب ك ل[9] في ط ك مثل مربع د ه ونفصل من د ه مثل ط ك وهو م ه ونزيد فيه مثل م ه وهو ه ن فيكون ضرب د ن في د م مع مربع م ه مثل مربع د ه ونسقط مربع م ه الذي هو مثل مربع ط ك فيبقى ضرب د ن في د م

٢ب ٢ب مثل ضرب ك ل في ط ك فلإن ط ك واحد يكون ضرب ك ل | في ط ك هو ك ل وضرب د ن في د م مثل ك ل وكل واحد من د ن د م زوج لان د ه فرد وقد نقص منه واحد وزيد عليه واحد فيكون د ن الزوج في نصف د م الزوج مثل نصف ك ل وهو فرد لانه مثل زَ الفرد فليس ك ط بواحد .

b – اي باستعمال الخطوط للدلالة على الاعداد كما في مقالات اقليدس ٧ ، ٨ ، ٩ مثلا .

١ – نشو
٢ – بانا
٣ – يفيده
٤ – تفننا
٥ – تنشأ
٦ – احداهما
٧ – في النص الثامنة والتصحيح جاء في الهامش
٨ – فردا
٩ – ط ل

الىعدد مربع ومضروب احدهما في الآخر اربع مرات ومضروبه فيه مرة واحدة عددان مربعان ومثل ثمنية واثنين فانهما بهذه الصفة . فلإن **العدد المركب والفضلة** بهـذه الحالة **وهما ايضا** اقل هذه الاعداد من قبل انا جعلنا العددين المطلوبين اللذين انزلناهما موجودين **اقل عددين مربعين** وجب ان يكون كل واحد من **العدد المركب والفضلة** مربعا ويكون الفضلة واحدا[٦] اذ هو اقل المربعات والعدد المركب اربعة اذ هي اقل الاعداد المربعات وان يكون العدد الفرد منه ثلثة وهو ضلع احد المربعين المطلوبين والمربع تسعة ويكون المربع الآخر مضروب الاربعة في الواحد اربع مرات الـذي هو مضروب الاربعة في نفسها وهو ستة عشر وضلع مجموعهما[٧] خمسة وهي مجموع ضـلع المربع الفرد وضعف [٨] الفضلة . فقـد ظهر من ذلك ان فضل ما بين المربعين اللذين هما اربعة وواحد وهو ثلثة ضلـع احـد المربعين المطلوبين وان مضروب ضعف ضلع المربع الاقل وهو اثنان في ضلع المربع الاكثر الذي هو اثنان وهو اربعة ضلع المربع الآخر من المربعين المطلوبين وان مجموع المربعين الذي هو خمسة ضلع مجموع المربعين المطلوبين .

6 وهذا الطريق مطرد في وجود سائر الاعداد المربعة التي يكون مجموع كل اثنين منها مربعا ، فانا اذا اخذنا فضل ما بين التسعة والواحد المربعين وهو ثمنية واخذنا مضروب ضعف ضلع الواحد في ضلع التسعة وهو ستة وضربنا كل واحد في مثله اجتمع اربعة وستون | ١٢٠٦
وستة وثلثون وكان مجموعهما ماية وضلعه عشرة مثل مجموع المربعين الاولين g إلا ان ضلع كل واحد من المربعين ومن مجموعهما ضعف كل واحد من المربعين الاولين ومن مجموعهما فاضلاعها مشارك بعضها لبعض h . وكذلك كل عددين مربعين يكون نسبة ضلع احدهما الى ضلع الآخر كنسبة اربعة الى ثلثة فانهما يكونان مركبين من هذين العددين ويعد ضلع مجموعهما الخمسة وذلك بيّن . وكذلك[٩] لا يعسر وجود الاعداد المربعة التي اذا زدنا على كل واحد منها واحدا عد مجموعهما الخمسة i .

٦ – واحد
٧ – مجموعها ٨ – ضلع
g – يعني ان ١٠ مجموع المربعين الاساسين ١ و ٩ اللذين نشأت عنهما الاعداد المربعات الثلاث
h – اي ان ٦ ٨ ١٠ ضعف ٣ ٤ ٥ التي نشأت عن المربعين الاساسين ١ و ٤
٩ – ولذلك
i – يعني ان المربع الاساسي ١ لما اخذ مع ٤ او مع ٩ نشأ عن ذلك ١ + ٤ = ٥ ١ + ٩ = ١٠ والخمسة تعد ٥ و ١٠ ولا يصعب ان نجد مربعات مثل ٤٩ ، ١٦٩ ، ٦٤ ، ١٤٤ ، اذا اضيفت الى ١ نشأ عن ذلك اعداد تعدها ٥ وهي مربعات كل عدد ينتهي برقم ٢ ، ٣ ، ٨ ، ٧

7 فينبغي ان نطلب غير ذلك وهو ان نطلب العددين اللذين بعد تسعة وستة عشر j واذا[1] كان الواحد والتسعة عــد مجموعَهما الخمسة فنأخذ العددين المربعين اللذين يليان الواحد والاربعة وهما اربعة وتسعة فيكون فضل مابينهما وهو خمسة ضلع احد المربعين المطاوبين ومضروب ضعف ضلع الاربعة وهو اربعة في ضلع التسعة وهو اثنا عشر ضلع المربع الآخر والخمسة والاثنا عشر **اصل الاعداد** التي كل اثنين منها على نسبتهما فاحد المربعين خمسة وعشرون والآخر مابة واربعة واربعون وضلع مجموعهما وهو مابة وتسعة وستون ثلثة عشر وهي مجموع المربعين المأخوذين . ونطلب العددين التاليين للاربعة والتسعة وهما واحد وستة عشر فيكون ضلع المربع الاقل ثمنية وضلع الاكثر خمسة عشر وضلع مجموعهما وهو مايتان وتسعة وثمنون سبعة عشر فهي مجموع المربعين .

8 وعلى ذلك تنشأ اضلاع هذه المربعات بان يؤخذ كل عددين مربعين يكونان **اقل عددين على نسبتهما واقل عددين على نسبة عددين هما متباينان** مثل الواحد والاربعة فانهما متباينان لان الواحد يعد كل عدد وكذلك اربعة وتسعة وواحد وستة عشر فيعمل بهما ما وصفنا من العمل فينشأ منها الاعداد المربعة التي يكون مجموع كل عددين منها مربعا من
٢ب غير ان يكون بين عددين وعددين | منها عددان على صورة العددين اللذين قبلهما k فانه لا يوجد مثل[2] ستة عشر وتسعة عددان بهذه الصورة غيرهما ولا غير[3] مابة واربعة واربعين وخمسة وعشرين وغير اربعة وستين ومايتين وخمسة وعشرين .

9 فان اخذ اربعة ومابة واحد وعشرين **وهما متباينان** ومجموعهما تعده الخمسة فانه ينشأ منهما عددان مربعان مجموعهما مربع لا يعد ضلعيهما ضلعا الستة عشر والتسعة **بالسوية** وهما اربعة واربعون ومابة وسبعة عشر وعلة ذلك ان مابة وخمسة وعشرين مركبة من الخمسة والخمسة والعشرين وكل واحد منهما ينقسم بعددين مربعين وكل عدد هذه صورته فانه ينقسم بعددين مربعين مرتين كما نبيّن ذلك فيما بعد فقد انقسم مابة وخمسة وعشرون

١ – اذ

j – بعد ان استعمل $١^{٢}$ و$٢^{٢}$ و$١^{٢}$ و$٣^{٢}$ و$٣^{٢}$ و$٤^{٢}$ لتركيب المربعات منها فانه يستعمل $٢^{٢}$ و$٣^{٢}$. وليس النص واضحا على كل حال

k – فحوى الكلام انه لن نحصل على عددين مناسبين لعددين سابقين فلن نحصل على عددين مناسبين (١٦ ، ٩) او ٦٤ و ٢٢٥ الخ .

٢ – بين ٣ – بعد

مرة اولى بخمسة وعشرين وبماية ومرة اخرى باربعة وبماية وأحد وعشرين فكل عدد يكون بهذه الصورة فسبيله سبيل الخمسة فان ضلعي مربعي[٤] قسميها وهما اربعة وثلثة هما اصلان للاعداد المركبة من الخمسة مثل المائة فانها تنقسم بستة وثلثين واربعة وستين وضلع ستة وثلثين مركب من الثلثة وضلع اربع وستين مركب من الاربعة والستة والثمنية يعدهما الثلثة والاربعة **بعدد واحد** وهو الاثنان فينبغي ان نعلم ذلك من خواص هذه الاعداد .

10 فان كان العددان المربعان زوجين نقصنا من ضلع مجموعهما ضلع اقلهما فيكون الباقي زوجا ونضيف نصفه [l] وهو **الفضلة** الى ضلع المربع الاقل فيكون ضرب مجموعهما في **الفضلة** مربعا اذ كان ضربه في اربعة اضعافها كما بيّنا مربعا وضلعه نصف ضلع المربع الاكثر[٥] من المربعين الاولين . فقد ظهر مما قلنا ان كل عدد مربع ينقسم بعددين مربعين فان ضلعه ينقسم بعددين مربعين مشتركين او متباينين او ينقسم بسطحين متشابهين .

11 وقد يمكن ان نجد عددين مربعين مجموعهما مربع وثلثة اعداد مربعة مجموعها مربع | وكذلك اربعة وخمسة والى غير نهاية.فوجود عددين مربعين مجموعهما مربع ان نأخذ ١٢٠٧ ا
عددين مربعين ونضرب احدهما في الآخر فيخرج احد المربعين « ونأخذ مربع نصف فضل ما بينهما »[٦] فيخرج المربع الآخر ويكون مجموعهما مربعاً ضلعه نصف الاكثر مع الاقل[m] . مثال ذلك ان نفرض اج[٧] بج عددين مربعين ونجعل د مضروب اج في بج وننصّف اب على ه فاقول ان مجموع [ ][٨] د ومربع هب ضلعه هج . برهان ذلك ان ضرب اج[٧] في بج وهو د مربع كما **تبيّن في المقالة التاسعة من كتاب الاصول**[n] ، وضرب اج[٧] في بج مثل ضرب اب في بج ومربع بج فضرب اب في بج الذي هو مثل ضرب هب في بج مرتين مع مربع بج مثل د ولكن ضرب هب في بج مرتين ومربعي هب بج مثل مربع هج فمربع هج مثل مجموع د ومربع هب فقد وجدنا عددين مربعين مجموعهما مربع ضلعه هج فان كان اج بج مربعين زوجين

٤ – مربعين
l – نصفه اي نصف الباقي ٥ – الا كر
٦ – ونضرب نصف اكثرهما في مثله
٧ – اد m – اي نصف مجموع الاكثر مع الاقل
٨ – مربع n – ليس في المقالة التاسعة قضية تنص على ذلك إلا ان الدعوى حالة خاصة من القضية : مضروب سطحين متشابهين يكون عددا مربعا (الشكل الاول من المقالة التاسعة) .

كان د ومربع ه ب زوجين لإن ب يكون زوجا وان كان اج ب ج فردين كان د مربعا فردا ومربع ه ب زوجا لإنه لا يجتمع من عددين مربعين [فردين] عدد [٩] مربع . وان كان احدهما زوجا والآخر فردا كان د مربعا زوجا ووقع مربع ه ب في عدد غير صحيح **ولم يُسَمَّ عددا مربعا لان العدد ما رُكِّب من اعداد صحاح ولذلك يرى اصحاب الجبر ان يعبروا عمّا له جذر بمال[١] ليعمَّ ماصحَّ من الاعداد المجذورة وما به[٢] كسور.**

12 **وفي وجود ثلثة اعداد مربعة مجموعها مربع** نأخذ ثلثة اعداد مربعة يكون اكثرها اكثر من مجموع الاقلَّيَن ولتكن اب ب ج ج د وننصف اد على ه ونجعل ز مضروب اب في ب ج و ح مضروب اب في ج د فاقول ان مجموع عددي ز ح وهما مربعان مع مربع ه د مثل مربع ه ب .

٢ب برهان ذلك | ان ضرب اب في ب ج وضرب اب في ج د مثل ضرب اب في د ب فضرب اب في د ب مثل عددي ز ح ، ولكن ضرب اب في د ب « هو مثل ضرب اد في د ب – الذي هو[٣] » مثل ضرب ه د في د ب مرتين – ومربع د ب . فضرب ه د في د ب مرتين ومربع د ب مثل عددي ز ح . وضرب ه د في د ب مرتين ومربعا ه د د ب مثل مربع ه ب . فمربع ه ب مثل عددي ز ح المربعين مع مربع ه د . ثم نَعْلَم بما قدّمنا هل كلها ازواج او بعضها ازواج وبعضها افراد وبمثل هذا الطريق نجد اعدادا كثيرة مربعة مجموعها مربع .

13 ولإنا نحتاج فيما نأتي به من بعد الى عددين مربعين ضلع مجموعهما مربع o والى عددين مربعين مجموعهما مربع وضلع احدهما مربع p فإنا نبيّن وجود الاولين هكذا : كل عددين مربعين مجموعهما مربع فانه اذا ضرب احدهما في الآخر اربع مرات اجتمع اكثر المربعين اللذين ضلع مجموعهما مربع q واذا أُخذ فضل ما بينهما وضرب في مثله اجتمع المربع

٩ – فرد ١ – مال ٢ – او شابه

٣ – « الذي هو مثل ضرب ه ب في د ب مرتين »

o – $س^{٢} + ص^{٢} = ع^{٤}$ p – $س'^{٢} + ص'^{٤} = ع'$

q – $ب^{٢} + ج^{٢} = د^{٢}$ $س^{٢} = ٤ب^{٢}ج^{٢}$ $ص^{٢} = (ب^{٢} - ج^{٢})^{٢}$

الأقل[٤]. مثال ذلك تسعة وستة عشر وهما اقل عددين مجموعهما مربع واذا ضرب احدهما في الآخر اربع مرات اجتمع خمس مايه وستة وسبعون وهي **اكثر** المربعين وضلعه مضروب ستة في اربعة والمربع الاقل تسعة واربعون وضلعه سبعة ، وهو فضل ما بين تسعة وستة عشر وضلع مجموعهما ، وهو ستماية[٥] وخمسة وعشرون ، خمسة وعشرون[٦] .

14 واما وجود الآخَرَيْن فعلى هذه الصفة : كل عدد ضلعه مربع اذا ضرب في ربع عددٍ ضلعُه مربع اربعَ مرات اجتمع ذلك العدد نفسه[r] الذي ضلعه مربع ولكن الواحد مربعٌ ضلعه مربع والستة عشر مربع ضلعه مربع واذا ضرب الواحد في اربعة اربعَ مرات اجتمع ستة عشر وهي اكثر المربعين[s] وضلعه مربع ونأخذ فضل ما بين الواحد والاربعة
١٢٠٨ فنضربه في مثله فيكون | المربع الاقل[t] ومجموعهما خمسة وعشرون وهي اول عدد يقسم بعددين مربعين ضلع احدهما مربع .

15 واذا اردنا وجود عدد آخر شبيه بخمسة وعشرين طلبنا عددين نسبة احدهما الى الآخر نسبة عدد مربع الى عدد مربع وفضل ما بينهما مربع ليكون مضروبه[u] في مثله مربعاً ضلعهُ مربع . واول عددين بهذه الصفة ثلثة واثنا عشر فان نسبة احدهما الى الآخر نسبة واحد الى اربعة وفضل ما بينهما مربع وهو تسعة والواحد والاربعة قسما الخمسة وفضل ما بينهما ثلثة واذا ضرب كل واحد من القسمين في ثلثة كان مجموع ذلك خمسة عشر مثل ما يجتمع من ضرب خمسة في ثلثة فخمسة عشر ضلع العدد الذي ينقسم بعددين مربعين ضلعُ احدهما مربع وهو مايتان وخمسة وعشرون واحد قسميه مضروب اثني عشر في مثلها وهو ماية واربعة واربعون والآخر مضروب تسعة في مثلها وهو مربع ضلعه مربع .

16 فان اردنا عددا ثالثا من هذه الاعداد وقد قدمنا انا اذا ضربنا عددا ضلعه مربع في ربع عدد ضلعه مربع اجتمع عدد ضلعه مربع نضرب ستة عشر في ربعها اربع مرات فيكون مايتين وستة وخمسين وضلعها مربع وهو ستة عشر ونأخذ فضل ما بين اربعة وستة عشر ونضربه في مثله فيكون ماثة واربعة واربعون ومجموعهما اربعماية وضلعه مضروب اربعة

٤ – الأول
٥ – مايتان
٦ – في الهامش هنا جملة شرح خاطئة .
r – نفسه اي الذي ذكره في دعوى القضية وسميناه ص ′٤
s – اي ما سميناه ص ′٤
t – اي ما سميناه س ′٢
u – مضروبه اي مضروب الفضل

في خمسة فهو عدد مربع ينقسم بعددين مربعين ضلع احدهما مربع وان ضربنا خمسة وعشرين في ستة عشر كان ايضاً اربعماية .

17 وايضا اذا ضربنا خمسة في عدد نسبته الى ثلثة نسبة عدد مربع الى عدد مربع اجتمع عدد ينقسم بقسمين على نسبة عدد مربع الى عدد مربع وفضل ما بينهما مربع ومضروب احدهما في الآخر مربع وذلك مثل خمسة في اثني عشر فانه ستون وهي تنقسم باثني عشر وثمنية واربعين[٧] وثمنية واربعون في اثني عشر اربع مرات مربع وهو الفان وثلثماية واربعة ٢٣٠٤ وفضل ما بينهما وهو ستة وثلثون .

٢٠ب وجملة القول انه اذا اخذ عددان | مربعان لاحدهما ربع وعمل بهما ما تَصِف وجد العدد المطلوب . مثال ذلك تسعة في ماية واربعة واربعين فان ضلع ذلك وهو ستة وثلثون مربع واذا جعل احد العددين ستة وثلثين والآخر تسعة وعمل بهما وبفضل ما بينهما مثل ما تقدم اجتمع عنهما الفان وخمسة وعشرون وانقسمت بمربعين ضلع احدهما مربع وهو الف ومايتان وستة وتسعون وضلعه ستة وثلثون والآخر سبع ماية وتسعة وعشرون وضلعه سبعة وعشرون . وعمل ذلك راجع الى ما عملناه في ستة عشر واربعة .

19 وفي وجود ذلك طريق آخر وهو ان مضروب اثنين وثلثين في ثمنية ضلعه مربع وهو ستة عشر فإن اخذ ربعه وهو اثنان وجعل احد العددين والآخر اثنين وثلثين حدث من ذلك الف وماية وستة وخمسون وانقسم بمأتين وستة وخمسين وبتسع ماية إلا أن طريق هذا الباب لا يجري على نظام بالطريق الذي ذكرناه وله طريق يلزم النظام في المربعات التي اضلاعها ازواج وذلك ان يجعل احد العددين عددا مجذورا له ربع والآخر ربعه واولها اربعة وستة عشر، وتسعة وستة وثلثون، وستة عشر واربعة وستون . وقد بيّنا فيما تقدم انه لا يمكن ان يوجد عددان مربعان يكون مجموعهما مربعا فيكون ضلعاهما زوجي الزوج وانهما اذا كانا زوجين امكن ان يكون احدهما زوج الزوج والآخر زوج الفرد او زوج الزوج والفرد ، وان كان احدهما فردا امكن ان يكون الآخر زوج الزوج او زوج الفرد او زوج الزوج والفرد . ولذلك يكون مضروب احدهما في الآخر مرتين زوج الزوج والفرد ابدا .

٧ – اربعون

20 **واقول ان كل عدد ينقسم بعددين مربعين فان ضعفه ينقسم بعددين مربعين .** برهانه ان كل عددين مختلفين فان مجموع مربعيهما مثل مضروب احدهما في الآخر مرتين ومربع
٢٠٩ ا فضل ما بينهما مما يتبيّن في | الوضع العددي **في الشكل الخامس والتاسع من المقالة السابعة** على الوجه الذي بُيّن في **المقالة الثانية من كتاب الاصول** ، فيكون مضروب احدهما في الاخر اربع مرات وضعف مربع فضل ما بينهما مثل ضعف مجموع مربعيهما . ولكن مجموع مربعيهما ومضروب احدهما في الآخر مرتين مثل مربع مجموعهما فاذن ضعف مجموع مربعيهما يزيد على مربع مجموعهما بمربع فضل ما بينهما . فلذلك كل عدد ينقسم بعددين مربعين فان ضعفه ينقسم بعددين مربعين فيكون ضلع الاعظم منهما مجموع ضلعي العددين المربعين الاولين وضلع الاقل فضل ما بين الضلعين . وعلى هذا الوجه[8] كل عدد ينقسم بعددين مربعين فان ضعفه ينقسم بعددين مربعين وضعف ضعفه وكذلك الى غير نهاية .

21 واقول ايضا ان كل عدد زوج ينقسم بعددين مربعين فان نصفه ينقسم بعددين مربعين ونصف نصفه وكذلك الى حيث بلغ[7] . برهانه ان كل عدد زوج ينقسم بعددين مربعين فان كل واحد من قسميه يكون زوجا او فردا ولذلك يكون كل واحد من ضلعي قسميه زوجا او فردا فيكون مجموعهما زوجا ابدا . وفضل ما بينهما زوجا ولان كل عدد ينقسم بنصفين وبقسمين مختلفين فان مجموع مربعيهما يكون ضعف مربع نصف مجموعهما وضعف مربع نصف فضل ما بينهما لان نصف فضل ما بينهما هو فضل ما بين نصف مجموعهما وبين القسم الاكثر . ولذلك اذا جمع ضلعا عددين مربعين واخذ مربع نصف مجموعهما ومربع نصف فضل ما بينهما كان ذلك نصف مجموع المربعين . فاذاً كل عدد زوج ينقسم بعددين مربعين فان نصفه ايضا ينقسم بعددين مربعين وكذلك حتى تنتهي الى عدد غير صحيح
٢٠٩ب ويكون الضلع الاكثر نصف مجموع ضلعيهما والضلع الاقل نصف فضل ما بينهما ولذلك | اذا كان العدد الذي ينقسم بمربعين فردا وقع في نصفه كسر ولم ينقسم بعددين مربعين لان العدد كما قلنا ما رُكّب من آحاد صحاح .

22 وبعد تقديم ما قدمناه نصير الى الغرض الذي نحوناه وهو ان نبيّن اذا فرض لنا عدد من الاعداد كيف **نطلب عددا مربعا اذا زدنا عليه العدد المفروض ونقصناه منه كان ما بلغ**

٨ – هذا الجهة س : هذه الجهة ٧ – ما دام النصف زوجا وهذا بديهي

وما بقي عددين مربعين . فلننزل وجود الاعداد المربعة الثلثة وهي الاقل والاوسط والاكثر على جهة التحليل فاقول ان العدد المربع الاوسط ينقسم بعددين مربعين لان المجموع منه ومن العدد المفروض مربع واذا زيد عليه فضل ما بين العدد الاوسط والعدد المفروض وهو كما قدمنا مربع اجتمع ضعف العدد الاوسط فهو اذاً زوج فقد انقسم مع ذلك بعددين مربعين فنصفه ايضاً ينقسم بعددين مربعين . فقد ظهر من ذلك ان كل عدد [مربع] يزاد عليه عدد مفروض وينقص منه فيكون المجتمع والباقي عددين مربعين فانه ينقسم بعددين مربعين واقول ان العدد المفروض هو ضعف العدد الذي يحيط به ضلعا العددين المربعين اللذين ينقسم بهما العدد الاوسط . برهان ذلك ان فضل المربع الاكثر على العدد المربع الاقل وهو ضعف العدد المفروض مثل مضروب مجموع ضلعيهما في فضل ما بينهما مما يتبين في الوضع العددي على الوجه الذي بُيّن في الشكل السادس من المقالة الثانية من كتاب الاصول ولكن مجموع ضلعي العددين المربعين اللذين ينقسم بهما العدد الاوسط هو الضلع الاكثر من ضلعي المربعين اللذين ينقسم بهما ضعف العدد الاوسط والضلع الاقل هو فضل ما بينهما كما بيّنا فيما تقدم ولذلك يكون العدد المفروض ضعف مضروب احد الضلعين في الآخر فالعدد المفروض ضعف العدد الذي يحيط به ضلعا المربعين اللذين ينقسم بهما العدد الاوسط وهوزوج فقد انعكس آخر[9] التحليل على انه متى فرض لنا عدد وطلب منا عدد مربع ان زدنا عليه ذلك العدد ونقصناه منه كان المجتمع والباقي مربعين وجب | ان يكون العدد المفروض زوجا والا يكون نصفه أوّل لانه يحيط به عددان مركبان والعدد الاول غير مركب والا يكون نصفه ايضا فردا وان كان مركبا لانه يحيط به عددان فردان ولا يمكن ان يكون مجموع مربعيهما مربعا فان كان العدد المفروض على احدى الحالين كان ما طلب محالاً .

2ظ فبقي ان يكون كلا العددين المربعين اللذين ينقسم بهما العدد المطلوب زوجا او يكون احدهما فردا والآخر زوجا وايهما كان فان مضروب ضلعيهما احدهما في الآخر مرتين وهو مثل العدد المفروض يكون زوج الزوج والفرد لان كل عدد زوج فان ضعفه يعده الاربعة وكل عدد يعده الاربعة فان العدد الذي يحدث من ضربه في عدد فرد يكون زوج الزوج والفرد فمتى فرض لنا عدد لم يكن زوج الزوج والفرد علمنا ان الذي طلب منا ممتنع

٩ – احر . س : اجراء . نقول وايا كانت القراءة فالتعبير غير واضح

الوجود لإنا قد بيّنا انه لا يمكن ان يوجد عددان مربعان كل واحد منهما زوج الزوج ويكون مجموعهما مربعا . فان كان احد ضلعي المربعين الزوجين زوج الزوج كان الآخر زوج الفرد او زوج الزوج والفرد وايهما كان فان مضروب احدهما في الآخر مرتين زوج الزوج والفرد . وان كان احد الضلعين فردا وكان الآخر احد اقسام الزوج كان مضروب احدهما في الآخر مرتين لا محالة زوج الزوج [والفرد] .

24 ولذلك اذا فرض لنا عدد هو زوج الزوج والفرد وطلب منا عدد مربع ان زدنا عليه ذلك العدد كان المجتمع مربعا وان نقصنا منه ذلك العدد كان الباقي مربعا فانا نأخذ نصفه ونأخذ الاعداد التي تعده فان كان منها عددان يكون مجموع مربعيهما مربعا فقد وجدنا مطلوبنا ونسمي هذين العددين من بين كل عددين يعدانه ويحيطان به وهما ضلعاه]¹⁰[قرينين .

٢١٠ب وان لم نجدهما كذلك كان الذي | طُلب غير ممكن. واول هذه الاعداد اربعة وعشرون فان نصفه اقل عدد من اعداد زوج الزوج والفرد فنأخذ كل عدد يعد اثني عشر وهو اثنان وستة وثلثة واربعة فقط ومجموع مربعي ثلثة واربعة مربع وهو خمسة وعشرون فخمسة وعشرون اقل عدد مربع اذا زيد عليه عدد كان المجتمع مربعا وان نقص منه ذلك العدد كان الباقي مربعاً ثم لا يوجد لاربعة وعشرين من الاضعاف ما له نصف يعده عددان **قرينان** حتى ننتهي الى مايتين واربعين فان نصفها وهو ماية وعشرون يعده ثمنية وخمسة عشر ومجموع مربعيهما مايتان وتسعة وثمنون وجذره سبعة عشر[1] واذا زيد عليه او نقص منه مايتان واربعون كان المجتمع الباقي مربعين .

25 فلإن مايتين واربعين يعدها عددان مربعان وهما اربعة وستة [عشر] نقسمها على كل واحد منهما فيخرج ستون وخمسة عشر ، فلإن نسبة مايتين واربعين الى ستين كنسبة عدد مربع الى عدد مربع وهو نسبة الاربعة الى الواحد تكون هذه النسبة كنسبة مايتين وتسعة وثمنين الى مال مجذور ان زيد عليه او نقص منه ستون كان المجتمع والباقي مالين مجذورين فنقسم مايتين وتسعة وثمنين على اربعة فيخرج المال ويقع فيه كسر ولذلك **لفظنا بالمال** وايضا فنسبة مايتين واربعين الى خمسة عشر كنسبة ستة عشر الى واحد فنقسمها على ستة عشر فيخرج المال الذي اذا زيد عليه ونقص منه خمسة عشر كان المجتمع والباقي مالين مجذورين .

١٠ — في المخطوط عبارة : او بعده اه ولا يحيطان به . كنا قرأناها « او يعدانه ولا يحيطان به » ورأينا فيها زيادة لقارىء ما تفسد المعنى . وقرأها الدكتور سعيدان على وجه حسن : « او بعداه او يحيطان به » .

١ — ثلثة وعشرون

26 وهذا طريق مطرد في وجود هذا النوع من المجذورات وهو انا اذا وجدنا مالا له جذر ان زدنا عليه عددا كان لما بلغ جذر وان نقصناه منه كان للباقي جذر ثم فرض لنا عدد نسبته الى ذلك العدد كنسبة عدد مربع الى عدد مربع وجدنا المال الذي اذا زيد عليه العدد المفروض كان لما بلغ جذر وان نقص منه كان لما بقي جذر . مثال ذلك ان يكون المال | الموجود خمسة وعشرين والعدد الذي يزاد عليه وينقص منه اربعة وعشرين والعدد الذي فرض لنا ستة ونسبته الى اربعة وعشرين نسبة واحد الى اربعة فالمال المطلوب ربع الخمسة والعشرين ولذلك نقسمها على اربعة فيخرج ستة وربع فهي المال المجذور الذي اذا زيد عليه ونقص منه ستة كان المجتمع والباقي مجذورين . وكذلك اذا فرض لنا اربعة وخمسون ونسبتها الى اربعة وعشرين نسبة تسعة الى اربعة فيكون المال المطلوب ضعف وربع خمسة وعشرين فنضرب خمسة وعشرين في اثنين وربع فيخرج المال ستة وخمسين وربعا وجذره سبعة ونصف فان زدنا على المال اربعة وخمسين كان لما بلغ جذر وان نقصناها منه كان لما بقي جذر .

27 وان كان العدد المفروض سبع مابة وعشرين كان لنصفه عددان قرينان احدهما تسعة والآخر اربعون لان مضروب احدهما في الاخر ثلثماية وستون ومجموع مربعيهما الف وستماية وأحد وثمنون وجذره احد واربعون ولان نسبة سبع ماية وعشرين الى ثمنين كنسبة تسعة الى واحد نقسم ألفا وستماية وأحد وثمنين على تسعة فيخرج المال الذي اذا زيد عليه ونقص منه ثمنون كان المجتمع والباقي مالين مجذورين . فأما الاربعون فان نسبتها الى «سبع ماية وعشرين »[٢] كنسبة واحد الى ثمنية [عشر] وليست كنسبة عدد مربع الى عدد مربع فليس يوجد من هذا الوجه مال يزاد عليه وينقص منه اربعون فيكون الزائد والناقص مالين مجذورين .

28 ومن وجه آخر فان نصف الاربعين انما يعده اثنان وعشرة وخمسة واربعة فقط وليس فيها عددان قرينان يكون مجموع مربعيهما مربعا . وعلامة ضلعي العـــدد المفروض هـــل يمكن ان يكون مجموع مربعيهما مربعا أوْ لا يكون ذلك ان يقسم مربع الأقل على ضعف الاكثر فان كان ما يخرج | « جذرا لما بقي »[٣] سَهُل وجود ما نريد والا تعذّر وامتنع ب

٢ – الى الف وستماية واحد وثمنين
٣ – أو ما بقي له جذر

مثلماية وعشرين فانه يحيط بها ثمنية وخمسة عشرَ واذا قسمنا مربع ثمنية على ضعف الخمسة عشر خرج اثنان وبقي مربع الاثنين وهـــو اربعة فليتفقد ذلك في طلب هذه الاعداد . ومثل ثلثماية وستين فانه يحيط بها اربعون وتسعة بهذه الصفة وذلك ان مربع تسعة اكثر من اربعين واذا قسمناه على ضعف الاربعين خرج واحد وبقي واحد ولان مربع ما خرج مثل ما بقي يمكن وجود ما نريد .

29 وفي وجود الفرع الذي قدمنا ذكره من الاعداد طرق أُخرَ مرجعها كلها الى خمسة وعشرين . منها انّا متى وجدنا عددا مربعا اذا زدنا عليه عددا مربعا ضلعه مربع كان للمجتمع جذر ثم قسمنا جذر مجموعهما على جذر جذر العدد المربع خرج لنا جذر مال اذا زدنا ضعف جذر العدد المربع على المال ونقصناه منه كان المجتمع والباقي مجذورين . واول هذه الاعداد تسعة فانّا ان زدنا عليه ستة عشر ولها جذر ولجذرها جذر كان خمسة وعشرين واذا قسمنا جذرها وهو خمسة على جذر جذر ستة عشر خرج اثنان ونصف وهي جذر المال الذي ان زيد عليه ضعف جذر تسعة كان لما بلغ جذر وان نقص منه كان لما بقي جذر . ومن هذا النوع عدد اثني عشر فان مربعه الذي هو ماية واربعة واربعون اذا زدنا عليها احد وثمنين وهي عدد مربع ضلعه مربع اجتمع مايتان وخمسة وعشرون وهي عدد مربع ضلعه خمسة عشر فنقسمها على ثلثة وهي جذر تسعة فيخرج خمسة وهي جذر مال اذا زدنا عليه ونقصنا منه ضعف اثني عشر كان المجتمع والباقي عددين مجذورين .

30 ومنهـــا انّا نطلب عددين مربعين ضلع احدهمـــا مربع ومجموعهما مربع ووجوده ان نجعل احد العددين كما بيّنا فيما تقدم ربع عدد مجذور والآخر **ذلك العدد المجذور** ونضرب احدهما في الآخر | اربع مرات فيجتمع احد العددين المربعين وتأخذ فضل ما بينهما فيكون ثلثة ارباع **الاكثر**[w] ويكون مضروبها في مثله العدد المربع الآخر ومجموعهما عدد مربع واذا قسمنا جذره على جذر العدد الاول خرج جذر المال ان زدنا عليه ذلك العدد ونصفَه كان لما بلغ جذر وان نقصناه منه كان لما بقي جذر . مثال ذلك ستة عشر واربعة فانا نضرب احدهما في الآخر اربع مرات فيكون مايتين وستة وخمسين وتأخذ فضل ما بينهما فيكون ثلثة ارباع الاكثر وهو اثنا عشر ومربعها ماية واربعة واربعون ومجموعهما اربعماية وجذرها مجموع ستة عشر وربعها وهو عشرون اذا قسمناه على جذر ستة عشر خرجت خمسة وهي ١ ٢١٢

w – اي ثلثة ارباع العدد المجذور المختار

جذر خمسة وعشرين واذا زدنا عليه مجموع ستة عشر ونصفها وهي اربعة وعشرون ونقصناه منها كان ما بلغ وما بقي عددين مجذورين .

31 ويتبيّن من ذلك انه اذا فرض لنا عدد لثلثيه جذر وجدنا المال الذي ان زدنا عليه ذلك العدد كان لما بلغ جذر وان نقصناه منه كان لما بقي جذر ووجود جذر ذلك المال المطلوب كما قدمنا ان نزيد على جذر ثلثي العدد المفروض ربعه* فيكون جذر المال المطلوب . وذلك ان لثلثي اربعة وعشرين وهو ستة عشر جذرا وهو اربعة واذا زيد عليه ربعه كان خمسة وهو جذر خمسة وعشرين . وهذه الاعمال ، فقد كان مرجعها الى خمسة وعشرين واربعة وعشرين كما بيّناه في اول الامر ومن تأملها وقف على عللها ان شاء الله .

32 واقرب هذه الوجوه كلها ان نأخذ اي عدد شئنا ونزيد عليه ربعه وهو الاول ونزيد على ما اخذناه نصفه ونضربه فيما اخذناه فيكون الثاني ، فاذا زدنا الثاني على مربع الاول كان لما بلغ جذر وان نقصناه منه[4] كان لما بقي جذر . مثال ذلك ان نأخذ ثمنية ونزيد عليها ربعها فيكون عشرة وهو الاول ونزيد على ثمنية نصفها ونضرب ما بلغ في ثمنية فيكون ٢ب ستة وتسعين وهي الثاني واذا | زدنا هذا الثاني على مربع الاول كان لما بلغ جذر وان نقصناه منه كان لما بقي جذر .

33 وقد ينشد في صناعة الجبر عن مال له جذر واذا زيد عليه عشرون كان لما بلغ جذر وان نقص منه عشرون كان لما بقي جذر وذلك يتعذر وجوده في عدد صحيح والوجه في معرفته ان نضرب عشرين في ستة وثلثين وهي عدد مربع فيجتمع سبع ماية وعشرون فنطلب عدداً[5] ان زدنا عليه سبع ماية وعشرين اجتمع مربع وان نقصناها منه كان الباقي مربعا وهو الف وستماية وأحد وثمنون ١٦٨١ ووجودها يكون بالعمل الذي قدمناه فنقسمها على ستة وثلثين فيخرج المال المطلوب على ان هذا الطريق غير محصور وهو شبيه بالاستقراء اذ كانت الاعداد المربعة بلا نهاية ولذلك ربما اتفق ما نطلبه وربما تعذر .

34 والطريق الصناعي في ذلك ان نأخذ نصف العشرين ونضربه في مثله فيكون ماية ونطلب مالا له جذر ولجذره جذر اذا زدناه على ماية كان لما يجتمع جذر . وانما يتفق لنا ذلك في

* – اي ربع ثلثي العدد
٤ – ذلك ٥ – عدد

العدد الذي قدمناه وهو الف وستماية واحد وثمنون اذا جعلناها اجزاء من ستة عشر ليكون احد وثمنون خمسةً وجزءا من ستة عشر وجذرها تسعة اجزاء من اربعة وهي جذر ستة عشر فهي اثنان وربع وجذرها واحد ونصف فنزيد خمسةً وجزءا من ستة عشر على ماية فيكون جذر الجميع عشرة وربعا . وذلك ان جذر الف وستماية واحد وثمنين احد واربعون وهي اجزاء من جذر ستة عشر واذا قسمناها عليه خرج عشرة وربع فنقسمها على واحد ونصف فيخرج ستة ونصف وثلث فهي جذر المال المطلوب والمال ستة واربعون [وخمسة وعشرون] جزءا[6] من ستة وثلثين فنزيد عليه عشرين فيبلغ ستة وستين وخمسة وعشرين جزءا من ستة وثلثين وجذره ثمنية وسدس وننقص من المال عشرين فيبقى ستة وعشرون وخمسة وعشرون جزءا من ستة وثلثين وجذره[7] خمسة وسدس . فقد تبين من ذلك انه اذا فرض لنا عدد وضربنا نصفه في مثله وحفظناه وطلبنا عددا له جذر ولجذره جذر اذا زدناه على ما حفظنا كان لما بلغ جذر فانا نجد المطلوب .

١ ٢١٣ ويتصل بما قدمنا ان نذكر جملة من خواص | الاعداد التي ينقسم كل واحد منها بعددين مربعين اذ[8] ضرب في عدد ينقسم بعددين مربعين كان احدهما مربعا أو[8] كان كل واحد منهما مربعاً او لم يكن واحد منهما مربعاً فان ذلك مما يوضح **المقدمة التي قدمها ذيوفنطس للمسئلة التاسعة عشرة[9] من المقالة الثالثة من كتابه في الجبر** وينتفع به في غيرها من المسائل . واول ذلك ان نقول كل عدد ينقسم بعددين مربعين فان مربعه ينقسم بعددين مربعين لان مضروب احدهما في الآخر اربع مرات يكون احد مربعي مربع ذلك العدد وضلعه مضروب جذر احدهما في جذر الآخر مرتين وضلع المربع الآخر فضل ما بين قسمي ذلك العدد .

36 وكذلك يكون حال كل عدد ينقسم بعددين مسطحين متشابهين . مثال ذلك عشرة فانها تنقسم باثنين وثمنية وهما مسطحان متشابهان فنقسم المائة بعددين مربعين احدهما الاكثر اربعة وستون وهي مضروب ثمنية في اثنين اربع مرات والاقل[1] ستة وثلثون وهي مربع فضل ما بينهما .

37 فان [كان] العدد الذي ينقسم بعددين مربعين مربعا مثل خمسة وعشرين فان مربعها وهو ستماية وخمسة وعشرون ينقسم بعددين مربعين مرتين لان مضروب تسعة في خمسة

٦ – وجزء
٧ – وجذر
٨ – اذ
٩ – عشر
١ – والاكثر

وعشرين مربع وكذلك مضروب ستة عشر في خمسة وعشرين فينقسم ستماية وخمسة وعشرون بمربعين احدهما اربعماية والآخر مايتان وخمسة وعشرون . وينقسم ايضا بمربعين آخرين على الطريق الذي قدمنا وذلك ان مضروب احد قسمي خمسة وعشرين في الآخر اربع مرات يكون مربعا وهو خمسماية وستة وسبعون ويكون المربع الآخر مربع فضل ما بينهما وهو تسعة واربعون .

38 فان ضربنا عددا ينقسم بعددين مربعين مرة واحدة في عدد ينقسم بعددين مربعين مرة واحدة انقسم العدد المركب منهما بعددين مربعين مرتين . مثاله ان خمسة مركبة من واحد واربعة وثلثة عشر مركبة من اربعة وتسعة ومضروب احدهما في الآخر خمسة وستون فهي تنقسم بعددين مربعين مرتين لانه من البيّن ان خمسة في ثلثة عشر هو خمسة في اربعة وخمسة في تسعة وان خمسة في اربعة هو اربعة في اربعة وواحد في اربعة وخمسة في تسعة هو اربعة | في تسعة وواحد في تسعة لان الخمسة ينقسم باربعة وبواحد وثلثة عشر ينقسم باربعة وبتسعة ويكون اضلاع هذه المربعات اثنين واربعة وثلثة وستة . ولان نسبة اثنين الى اربعة كنسبة ثلثة الى ستة يكون مضروب اثنين في ستة مثل مضروب اربعة في ثلثة ومضروب ثلثة في اربعة مرتين مثل مضروب اثنين في ستة مرتين ، ولإن مضروب اثنين في ستة مرتين مع مربع فضل ما بينهما مثل مجموع مربعي اثنين وستة ، ولكن مضروب اثنين في ستة مرتين مثل مضروب ثلثة في اربعة مرتين ، ومضروب ثلثة في اربعة مرتين مع[2] مجموع مربعي ثلثة واربعة مثل مربع مجموع ثلثة واربعة ، يكون مربع فضل ما بين اثنين وستة مع مربع مجموع ثلثة واربعة مثل مجموع مربعات اثنين وثلثة واربعة وستة وهي خمسة وستون . فلذلك ينقسم خمسة وستون بمربعين ضلع احدهما مجموع ثلثة واربعة وضلع الآخر فضل ما بين اثنين وستة ، مرة اولى ؛ وينقسم مرة اخرى بمربعين ضلع احدهما فضل ما بين ثلثة واربعة ، وضلع الآخر مجموع اثنين وستة فينقسم خمسة وستون مرة اولى بتسعة واربعين وستة عشر ومرة اخرى بواحد واربعة وستين . وكذلك ينقسم مضروب كل عددين ينقسم كل واحد منهما بعددين مربعين احدهما في الآخر .

٢١١ب

39 فان ضُرب خمسة وستون وهي تنقسم بعددين مربعين مرتين في أحد وستين وهي

٢ – مثل

تنقسم بعددين مربعين مرة واحدة كان ذلك ثلثة الاف[3] وتسعماية وخمسة وستين ٣٩٦٥ وهي تنقسم بعددين عددين مربعين اربع مرات لانه اذا ضرب عدد ينقسم بعددين مربعين مرة في عدد ينقسم بعددين مربعين مرة تولّد من ذلك عدد ينقسم بعددين مربعين مرتين . فاذا كان احدهما ينقسم بعددين مربعين مرتين وجب ان يكون مضروب احدهما في الآخر ينقسم بعددين مربعين اربع مرات وذلك يظهر هكذا : وهو ان نضرب كل واحد من ضلعي خمسة وعشرين وستة وثلثين في كل واحد من اضلاع مربعات[4] خمسة وستين فيحدث من ذلك اربعة اعداد متناسبة على نسبة خمسة الى ستة واربعة اخرى على هذه النسبة ونضعها على الرسم فيكون خمسة في ثمنية واربعين مثل ستة في اربعين

٥	٦	٤٠	٤٨	٢٠	٢٤	٣٥	٤٢

| وعشرون في اثنين واربعين مثل اربعة وعشرين في خمسة وثلثين . فاذا عملنا في ذلك على نحو ما عملنا فيما تقدم وهو ان نأخذ فضل ما بين خمسة وثمنية واربعين وهو ثلثة واربعون ونجمع ستة مع اربعين فيكون ستة واربعين وهي **قرين** ثلث واربعين وينقسم الاصل بمربعيهما مرة ونجمع خمسة مع ثمنية واربعين فيكون ثلثة وخمسين ونأخذ فضل اربعين على ستة فيكون اربعة وثلثين وهي **قرين** ثلثة وخمسين فينقسم الاصل بمربعي ثلثة وخمسين واربعة وثلثين مرة اخرى فيكون قد انقسم الاصل بمربعين مرتين . وكذلك يعمل بالاربعة الاعداد الباقية وهي عشرون واربعة وعشرون وخمسة وثلثون واثنان واربعون فينقسم مضروب خمسة وستين في احد وستين بعددين عددين مربعين اربع مرات . ٢١٤ ا

40 وان ضربنا خمسة وستين في خمسة وعشرين وهي عدد مربع ينقسم بقسمين مربعين فانه يجتمع منه الف وستماية وخمسة وعشرون وينقسم بقسمين قسمين مربعين ست مرات اربعا منها على نحو ما بيناه ومرة خامسة من مضروب كل واحد من تسعة واربعين وستة عشر في خمسة وعشرين ومرة سادسة من مضروب كل واحد من اربعة وستين وواحد في خمسة وعشرين .

41 فان ضربنا خمسة وستين في مثلها اجتمع اربعة الف[3] ومايتان وخمسة وعشرون وهي

٣ – كتبت الاف بشكل الف اي بتقدير الف الجمع وهي كتابة جائزة في الاف ، دراهم ، اذا لم يقع التباس في المعنى .

٤ – المربعات

تنقسم بعددين عددين مربعين اربع مرات وذلك يظهر على ما بيناه . وطريق معرفة ذلك ان نعمل بخمسة وستين كما عملنا بالخمسة وذلك ان نقسمها باربعة وستين وبواحد ونضرب ضعف ضلع اربعة وستين في ضلع الواحد فيكون ستة عشر وهي ضلع القسم الاقل من مربع خمسة وستين ونأخذ فضل ما بين اربعة وستين وواحد وهو ثلث وستون وهي قرين ستة عشر . وكذلك نعمل بستة عشر وتسعة واربعين فيخرج ضلعا المربعين في المرة الثانية ثلثة وثلثين وستة وخمسين فقد قسمنا مربع خمسة وستين بعددين مربعين مرتين ونقسمه ايضا مرتين كما قسمنا مضروب خمسة في ثلثة عشر وذلك ان نضرب كل واحد من ضلع واحد ومن ضلع اربعة وستين في كل واحد من ضلع ستة عشر وضلع تسعة واربعين فنضرب واحدا في اربعة فيكون اربعة ، وثمنية في اربعة فيكون اثنين وثلثين ، ونضرب
٢١ب واحدا في سبعة فيكون | سبعة ونضرب ثمنية في سبعة فيكون ستة وخمسين . فمربعات هذه الاعداد اذا جمعت كانت مثل مربع خمسة وستين كما كانت مربعات اثنين وثلثة واربعة وستة مجموعةً مثل خمسة في ثلثة عشر . ولان نسبة اربعة الى سبعة كنسبة اثنين وثلثين الى ستة وخمسين يحدث من ذلك اربعة اعداد مربعة مجموع كل اثنين منها مربع خمسة وستين ، وذلك ان نجمع اربعة مع ستة وخمسين فيكون ستين ونأخذ فضل اثنين وثلثين على سبعة وهو خمسة وعشرون فيكون قرين ستين ونأخذ فضل ستة وخمسين على اربعة فيكون اثنين وخمسين ونجمع اثنين وثلثين وسبعة فيكون تسعة وثلثين وهي قرين اثنين وخمسين . ونضع ذلك على هذا الرسم. ومربع الخمسة والستين معما ينقسم به من المربعات هو الذي قدّمه ذيوفنطس في المسئلة التي ذكرناها[y] وهي وجود اربعة اعداد اذا زيد كل واحد منها على مربع مجموعها كان لما بلغ جذر وان نقص منه كل واحد منها كان لما بقي جذر .

٢٥٦	١٦	٦٣	٣٩٦٩
٦٢٥	٢٥	٦٠	٣٦٠٠
١٠٨٩	٣٣	٥٦	٣١٣٦
١٥٢١	٣٩	٥٢	٢٧٠٤

42 وقد تتيح[٥] هذه المقدمة طريقاً يوجد به اربعة اعداد مختلفة يكون مجموعها مربعا ومجموع كل اثنين منها مربعا . فقد ينبغي للانسان ان يكون غرضه في المقدمات التي يعطاها ابتداع ما ينتج منها دون الاشتغال بزيادتها وتكثيرها فكم من نتائج ومطلوبات في المقدمات التي

y – انظر المقطع ٣٥
٥ – سح . س : تنتج

اعطاناها **نيقوماخوس** في صناعة العدد ، وفي الاصول التي ضمنها اقليدس مقالاته العددية الثلاث ونقله اليها من الارثماطيقي وبرهن عليها من جهة الخطوط ثم ختمها بوجود العدد التام الذي هو اجل الاغراض ، وجعله من الاعداد الازواج لان اصحاب الارثماطيقي قسموا العدد الزوج قسمة اخرى الى ثلثة انواع زائد وناقص وتام ، وكان ينبغي لهم الا يخصوه بهذه الاقسام وقد وجد في العدد الفرد زائد وناقص . ولذلك وقع للسائلين سؤال
٢١٥ ا هل يوجد عدد تام من الاعداد الافراد ام لا . وقد يقع سؤال اخر | جليل وهو هل يجوز ان يوجد في بعض العقود دون بعض . فان المفسرين لكتاب الارثماطيقي قالوا : العدد التام موجود في كل عقد من العقود ولكن الناظرين في هذا الكتاب كثير[6] والمستقصين لمعانيه[7] اقل القايل والانسان اذا شهر بصناعة من الصناعات وجب ان يشرف على جزئياتها ما امكن ، ولا يقتصر على كلياتها فقط . فان اوائل كل صناعة هي كليات وكمالها جزئيات .

تم ولله الحمد والمنة .

عورض بالاصل

٦ – س : كثر
٧ – لمعانيها س : لمعانها

$$0 < 9k^4 - 14k^2 + 1 \qquad \left(3k^2 - \frac{7}{3}\right)^2 - \frac{49}{9} + 1 > 0$$

$$\left(3k^2 - \frac{7}{3}\right)^2 > \frac{40}{9} \qquad 3k^2 - \frac{7}{3} > \frac{\sqrt{40}}{3} \quad \text{ou} \quad \frac{7}{3} - 3k^2 > \frac{\sqrt{40}}{3}$$

$$k^2 < \frac{7 - \sqrt{40}}{9} \quad \text{et} \quad k^2 > \frac{7 + \sqrt{40}}{9}$$

$$k < \frac{\sqrt{7 - \sqrt{40}}}{3} \quad \text{et} \quad k > \frac{\sqrt{7 + \sqrt{40}}}{3}$$

$$\frac{9k^4 - 14k^2 + 1}{16k^2} < \frac{1}{4} \qquad 9k^4 - 14k^2 + 1 < 4k^2 \qquad 9k^4 - 18k^2 + 1 < 0$$

$$(3k^2 - 3)^2 - 8 < 0 \quad \left\{ \begin{array}{llll} 3k^2 - 3 < \sqrt{8} & \text{d'où} & k^2 < \frac{3 + \sqrt{8}}{3} & \text{pour } k > 1 \\ 3 - 3k^2 < \sqrt{8} & & k^2 > \frac{3 - \sqrt{8}}{3} & \text{pour } k < 1 \end{array} \right.$$

$$\frac{\sqrt{9 - 3\sqrt{8}}}{3} < k < \frac{\sqrt{9 + 3\sqrt{8}}}{3}$$

On pourra prendre par exemple, $0.240 < k < 0.273$

$1.217 < k < 1.393$

par exemple, $k = 0.15$, $k = 1.25$.

Note: On trouve dans Diophante des exemples d'inégalités du second degré V, 30, 10. Voir la discussion qu'en fait Heath, *Diophantus*, *op. cit.*, pp. 60—65.

D'autre part la décomposition du trinôme du second degré en un carré de *binôme* du premier degré est explicitement attribuée à Diophante par al-Karajī dans *al-Fakhrī* (Caire Ms 8663, f. 22a, 24a) encore qu'on n'en voit pas d'exemple dans l'Arithmétique de Diophante, éd. Tannery.

La considération que nous avons faite que la racine de $\left(3k^2 - \frac{7}{3}\right)^2$ est, suivant le cas $3k^2 - \frac{7}{3}$ ou $\frac{7}{3} - 3k^2$ est également faite par al-Karajī par exemple dans *ᶜIlal ḥisāb al-jabr w'al-muqābala*, MS Bodl. Oxford. I. 986, 3, f. 4a, l. 1, et *al-Fakhrī*, Caire MS 8663, f. 24a, l. 1.

4ème siècle H. comme le 3ème d'ailleurs furent en effet une époque de recherche active où l'esprit critique – que l'on voit poindre ici – avait tous ses droits. On pense à ces réunions de penseurs et philosophes des 3ème et 4ème siècles, où chose inouïe, des hommes de races, de confessions, d'appartenances différentes mettaient leurs livres révélés de côté, pour discuter au nom de la raison.[6] Abū Ja^cfar se fait ici l'écho des critiques soulevées à propos de la théorie des nombres et des recherches entreprises. Le fait qu'il nous propose de trouver quatre nombres dont la somme est un carré et qui ajoutés deux à deux donnent un carré signifie sinon qu'il en avait la solution du moins qu'il était sur la voie de la recherche. Ce joli problème est digne de figurer dans des commentaires sur Diophante comme en ont écrit al-Būzjānī ou al-Samaw'al. La solution que nous en donnons à la manière de Diophante montre que le problème n'est pas au-dessu des possibilités d'Abū Ja^cfar. Il s'agit de trouver des nombres possédant les propriétés énoncées. On peut voir une solution par Fermat du système $ax + b = \square$, $cx + d = \square$, $ex + f = \square$, dans T. L. Heath, *Diophantus*, p. 321.

Problème : Trouver quatre nombres dont la somme est un carré et qui, additionnés deux à deux donnent des carrés.

Solution: Soient a, b, c, d, ces quatre nombres. Nous faisons $a = x^2$, $b = -2mx + m^2$, $c = 2nx + n^2$, $d = 2px + p^2$, de sorte que $a + b$, $a + c$, $a + d$ sont des carrés. La somme $a + b + c + d = x^2 + 2(-m + n + p)x + m^2 + n^2 + p^2$ sera identique à un carré, si nous prenons $(m - n + p)^2 - (m^2 + n^2 + p^2)$ ou $-2mn - 2mp + 2np = 0$, $m = \frac{np}{n + p}$, égalité vérifiée par une infinité de solutions (m, n, p) entières ou rationnelles. Reste à égaler $b + c$, $b + d$, $c + d$, à des carrés

$$2(n - m)x + n^2 + m^2, \quad 2(p - m)x + p^2 + m^2, \quad 2(p + n)x + p^2 + n^2$$

Nous réduisons la difficulté en prenant deux de ces trois expressions égales. Il suffit de prendre $n = p$. Faisons par exemple, $n = p = 1$, d'où $m = \frac{1}{2}$,

$$b + c = x + \frac{5}{4}, \quad b + d = x + \frac{5}{4}, \quad c + d = 4x + 2.$$

Il s'agit de rendre $4x + 5$ et $4x + 2$ carrés.

Posons $\begin{cases} 4x + 5 = u^2 \\ 4x + 2 = v^2 \end{cases}$

D'où $x = \frac{u^2 - 5}{4}$ où u est rationnel, et $u^2 - v^2 = 3$, u et v rationnels.

Posons $\begin{cases} u + v = 3k \\ u - v = \frac{1}{k}, \end{cases}$ k rationnel.

Ainsi $u = \frac{3k^2 + 1}{2k}$, $v = \frac{3k^2 - 1}{2k}$, $x = \frac{9k^4 - 14k^2 + 1}{16k^2}$.

Condition $b = -x + \frac{1}{4} > 0$, pour $0 < x < \frac{1}{4}$

6. Voir al-Dabbi, *Bughyat al-multamis fi tārīkh rijāl ahl al-andalus* (Caire, 1967), p. 155.

entre les textes grecs de Diophante tels qu'ils ont été connus des Arabes et ceux qui sont conservés de nos jours. En même temps elle confirme l'affirmation émise par Roshdi Rashed que le livre III du texte est conforme au livre III de la traduction arabe.[2]

Texte 42 Cette proposition pourrait fournir un moyen de *trouver quatre nombres dont la somme est un carré et qui additionnés deux à deux donnent des carrés.* Car il convient de tirer des propositions préliminaires, leurs conséquences immédiates sans chercher à augmenter le nombre de ces propositions.[3] Que de résultats et de questions posées dans les propositions que Nicomaque nous a données dans la théorie des nombres *(ṣināᶜat al-ᶜadad)* et dans les Eléments qu'Euclide a transférés de la théorie des nombres à ses trois livres arithmétiques, éléments qu'il a démontrés au moyen de segments et qu'il a couronnés. par la recherche du nombre parfait qui est le but suprême. Euclide a placé les nombres parfaits dans la catégorie des nombres pairs car les arithméticiens ont réparti les nombres pairs en trois classes: surabondants, déficients et parfaits. Il n'auraient pas dû caractériser les nombres pairs par cette division puisqu'on a trouvé des nombres impairs surabondants et déficients. On s'est demandé de même s'il existe un nombre parfait impair. Une autre question importante que l'on peut se poser c'est si le nombre parfait peut se trouver dans certains *ᶜūqūd*[4] et pas dans d'autres. Car les commantateurs du livre de l'Arithmètique[5] ont dit qu'il y a un nombre parfait dans chacun des *ᶜuqūd.* (Mais tant s'en faut) car les lecteurs de ce livre sont nombreux et ceux qui approfondissent ses notions sont très rares. Or les personnes qui acquièrent un renom dans la science *(ṣināᶜat)* ne doivent pas se contenter d'en connaître les généralités mais être maîtres aussi de ses plus petits détails. Le début de chaque science est généralités la perfection en est dans les minuties.

Observation: L'intérêt du langage précédent est évident: il évoque un climat. L'attitude d'Abū Jaᶜfar qui n'est pas celle d'un isolé est que le rôle de savant ne doit pas se limiter à celui de transmettre. Bien des questions laissées sans réponse attendent de lui leurs solutions. Le

2. Voir l'important article de Roshdi Rashed, "Les travaux perdus de Diophante," *Revue d'Histoire des Sciences*, 27 (1974), 99-122, p. 105; 28 (1975), 3-30.

3. Il est possible que la suppression, par un copiste, de la négation *lā*' avant le mot convient ait modifié le sens de la phrase.

4. *ᶜaqd*, pl. *ᶜuqūd* signifie ici la classe des unités, celle des dizaines, des centaines, des milliers, des dizaines de mille. . . Dans l'Arithmétique de Nicomaque il est dit que dans chaque classe jusqu'à celle des mille, il y a un nombre parfait et un seul: 6, 28, 496, 8128. *(Kitab al-madkhal ilā ᶜilm al-ᶜadad*, trad. Thābit b. Qurra, W. Kutsch, S.J., (Beyrouth, 1958) pp. 38-29).

5. Il s'agit évidemment de l'Arithmétique de Nicomaque qui connut chez les Grecs et les Arabes un crédit considérable. Jamblique (283-330) énonça qu'il y avait dans chaque classe de nombres, unités, dizaines, etc. . . . , jusqu'à l'infini un nombre parfait et un seul, affirmation erronée (Voir Dickson, *op. cit.*, vol. I, p. 4). On doit à Thābit b. Qurra un mémoire sur les nombres parfaits (F. Woepcke, *Jour. As.*, 20 (1852), 420-9). Le 5ème nombre parfait 33550336 se trouve mentionné dans un ms. latin daté en par tie de 1456, en partie de 1461 (Dickson, *op. cit.*, p. 6).

Et nous avons

$$xy = |ac - bd|^2 + (bc + ad)^2$$
$$= (ac + bd)^2 + |bc - ad|^2$$
$$= |a'c - b'd|^2 + (b'c + a'd)^2$$
$$= (a'c + b'd)^2 + |b'c - a'd|^2$$

Texte 40 Si un nombre x se décompose en une somme de 2 carrés de deux manières différentes et si un carré y^2 se décompose d'une seule manière, leur produit se décompose de six manières différentes en une somme de 2 carrés.

$$x = a^2 + b^2 = a'^2 + b'^2 \qquad y^2 = c^2 + d^2$$

Aux quatre décompositions déjà vues s'ajoutent:

$$xy^2 = a^2 (c^2 + d^2) + b^2 (c^2 + d^2)$$
$$xy^2 = a'^2 (c^2 + d^2) + b'^2 (c^2 + d^2)$$

Ex. : 65 · 25 etc. . . .

Texte 41 (Si un nombre est une somme de deux carrés de deux manières, son carré l'est de quatre manières).

$$x = a^2 + b^2 = c^2 + d^2$$

D'où $\quad x^2 = (2ab)^2 + |a^2 - b^2|^2$,

et $\quad x^2 = (2cd)^2 + |c^2 - d^2|^2$.

On a aussi $\quad x^2 = (ad + bc)^2 + |ac - bd|^2$,

$$x^2 = (ac + bd)^2 + |ad - bc|^2 .$$

La question est exposée dans le texte sur $65 = 8^2 + 1^2 = 4^2 + 7^2$, et les résultats groupés dans un tableau.

$$x^2 = 16^2 + 63^2 = 60^2 + 25^2$$
$$x^2 = 56^2 + 33^2 = 39^2 + 52^2$$

256	16	63	3969
625	25	60	3600
1089	33	56	3136
1521	39	52	2704

L'auteur ajoute: La décomposition de 65^2 en somme de deux carrés est ce que Diophante a placé en tête de la question *(qaddama)* que nous avons rappelée: Trouver quatre nombres qui ajoutés successivement au carré de leur somme donnent des carrés et qui, retranchés du carré de leur somme, donnent des carrés.

Observation: Nous avons rendu le mot *qaddama* par placer en tête. Ce mot signifie également donner en lemme et l'expression utilisée par l'auteur dans le paragraphe 35 rend clairement cette dernière signification : *al-muqaddima allati qaddamaha Dyhofanṭus lil'-mas'alat al-tāsiᶜata ᶜashara.* Dans le texte établi par Tannery la décomposition de 65^2 en somme de deux carrés de quatre manières est rapportée dans le texte de la prop. 19 du livre III, mais en lemme. Si notre interprétation du mot *qaddama* est exacte, cette circonstance montrerait les différences

Quelques propriétés des nombres qui se décomposent en sommes de
Texte 35 *carrés, utiles dans certaines questions et éclairant le lemme dont Diophante a fait précéder la proposition III*, 19 *de son Algèbre.*

Si x est une somme de deux carrés son carré est aussi une somme de deux carrés.

$$x = a^2 + b^2, \quad x^2 = (2ab)^2 + (a^2 - b^2)^2.$$

Texte 36 Si x est une somme de deux nombres plans semblables, son carré est une somme de deux carrés.

$x = ab + cd$ avec $a : b = c : d$. Donc $(ab)(cd)$ est un carré (*Euclide*, IX, I). $x^2 = 4(ab)(cd) + (ab - cd)^2$.

Texte 37 Si un carré se décompose en une somme de 2 carrés, son carré se décompose en une somme de 2 deux carrés de deux manières différentes.

$$x^2 = a^2 + b^2 \text{ donne } x^4 = (2ab)^2 + (a^2 - b^2)^2,$$
$$x^4 = a^2\,(a^2 + b^2) + b^2\,(a^2 + b^2).$$

Ex. : $25 = 3^2 + 4^2$, $625 = 4 \cdot 9 \cdot 16 + (4^2 - 3^2)^3$,
$625 = 9 \cdot 25 + 16 \cdot 25$.

Texte 38 Si deux nombres sont des sommes de 2 carrés leur produit est une somme de 2 carrés de deux manières différentes.

Si $\quad x = a^2 + b^2 \quad$ et $\quad y = c^2 + d^2$,
on a $\quad xy = a^2c^2 + a^2d^2 + b^2c^2 + b^2d^2$.

Mais $ac : ad = bc : bd$ donc $ac.bd = ad.bc$ (*Euclide* VII, 19). Par suite on peut écrire :

$$xy = |\,ac - bd\,|^2 + (ad + bc)^2 \quad \text{et}$$
$$xy = (ac + bd)^2 + |\,ad - bc\,|^2.$$

Ex. : $5 \cdot 13 = (1^2 + 2^2) \cdot (2^2 + 3^2)$.
$5 \cdot 13 = 4^2 + 7^2$.
$5 \cdot 13 = 8^2 + 1^2$.

Texte 39 Si deux nombres se décomposent en une somme de deux carrés, l'un de deux manières différentes, l'autre d'une seule manière, leur produit se décompose de quatre manières en somme de 2 carrés.

On a $x = a^2 + b^2 = a'^2 + b'^2$, $y = c^2 + d^2$.
$$xy = a^2c^2 + b^2c^2 + a^2d^2 + b^2d^2$$
$$xy = a'^2c^2 + b'^2c^2 + a'^2d^2 + b'^2d^2$$

Les produits de c et d par les termes a, b; a', b' sont huit nombres dont le rapport (deux à deux) est celui de c à d.

ac	bc	ad	bd	$a'c$	$b'c$	$a'd$	$b'd$

($ac : ad = bc : bd$ donne $ac \cdot bd = ad \cdot bc$).

x tel que $x^2 \pm a = \square$ prendre $x = b + \frac{b}{4}$.

[En effet, $\left(\frac{5b}{4}\right)^2 \pm \frac{3b^2}{2} = \frac{25b^2 \pm 24b^2}{16}$].

Ex. : $a = 24$, $\frac{2}{3}a = 16 = 4^2$, $x = 4 + \frac{1}{4} . 4 = 5$.

Texte 32 La méthode la plus simple pour trouver un (x,a) tel que $x^2 \pm a = \square$ est de choisir un nombre arbitraire t et de poser $x = \frac{5t}{4}$, $a = \frac{3t^2}{2}$. Alors $x^2 \pm a = \square$.

Ex. : $t = 8$, $x = 10$, $a = t \cdot \frac{3t}{2} = 96$. On a bien $10^2 \pm 96 = \square$.

Texte 33 On recherche en algèbre (*ṣināᶜat al-jabr*) x tel que $x^2 \pm 20 = \square$, équation impossible pour x entier. (Pour x fractionnaire) on considère le produit $20 \cdot 36 = 720$. Il est facile de trouver un carré d'entier u tel que $u^2 \pm 720 = \square$, $u = 41$, $41^2 \pm 720 = \square$. Par division par 36, $\left(\frac{41}{6}\right)^2 \pm 20 = \square$.

Texte 34 Cependant cette méthode est une méthode d'essais qui peut donner ou ne pas donner de résultat.

La méthode régulière (*ṣināᶜī* = artisanal) pour calculer x tel que $x^2 + a = \square$ où a est donné, est de trouver un u tel que $(u^2)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \square$.

Soit $(u^2)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = b^2$, d'où $u^2 + \left(\frac{a}{2u}\right)^2 = \left(\frac{b}{u}\right)^2$.

On a $x = \frac{b}{u}$. En effet, $x^2 \pm a = u^2 + \left(\frac{a}{2u}\right)^2 \pm a = \left(u \pm \frac{a}{2u}\right)^2$.

(Les explications sont données sur $x^2 \pm 20 = \square$).

On a $\frac{1681}{16} = 100 + \frac{81}{16}$ ou $\left(\left(\frac{3}{2}\right)^2\right)^2 + \left(\frac{20}{2}\right)^2 = \left(\frac{41}{4}\right)^2$.

Alors $x = \frac{41}{4} : \frac{3}{2} = \frac{41}{6}$ (ou $6 \frac{1}{2} \frac{1}{3}$) etc. . . .

Note préparatoire

Diophante a montré que:

1. Tout carré, ou toute somme de deux carrés, peuvent se décomposer en somme de deux carrés de rationnels, d'une infinité de manières (II, 8 et 9).

2. Si deux entiers sont chacun la somme de deux carrés leur produit est la somme de deux carrés de deux manières (lemme III, 19).

Se plaçant ici dans l'optique de la théorie des nombres Abū Jaᶜfar envisage dans l'ensemble des entiers naturels une série de jolies propositions (texte 35-41) dont certaines lui appartiennent probablement.

Texte 26 De $25 \pm 24 = \square$ nous tirons $\left(\frac{5}{2}\right)^2 \pm 6 = \square$. Comme $54:24 = \frac{9}{4}$ nous aurons $25 \cdot \frac{9}{4} \pm 54 = \square$ ou $\left(\frac{15}{2}\right)^2 \pm 54 = \square$.

Prenons $a=720$, $720:2=360=40\cdot 9$, avec $40^2+9^2=41^2$. Donc avec $41^2 \pm 720 = \square$, d'où par division par 9, $\left(\frac{41}{3}\right)^2 \pm 80 = \square$. D'autre
Texte 27 part $40:720 = 1:18$ qui n'est pas un rapport de carrés, donc on ne peut, par cette voie, trouver x rationnel tel que $x^2 \pm 40 = \square$.

Autrement. Si $a = 40$ il n'existe pas s et t (entiers) tels que $st=20$
Texte 28 et $s^2+t^2 = \square$. Pour savoir si $s^2 + t^2$ est un carré quand on a $st = a$ $(s<t)$ on divise s^2 par $2t$. Si le reste de la division égale le carré du quotient alors $s^2 + t^2 = \square$. (En effet, $s^2 = 2tq + q^2$ d'où $s^2 + t^2 = (t+q)^2$) Exemple: $a = 120 = 8 \cdot 15$, $360 = 9 \cdot 40$ etc. . . .

Si on n'a pas $s^2=2tq + q^2$ alors la recherche de x^2 tel que $x^2 \pm a=\square$ devient difficile ou impossible.

Il existe d'autres méthodes qui se ramènent toutes à la règle du
Texte 29 nombre 25. $[(3^2 + (2^2)^2 = 5^2$ soit la forme $x^2 + (y^2)^2 = z^2)]$. Par exemple, si nous trouvons (x, y, z) tel que $x^2 + (y^2)^2 = z^2$ nous prenons le rationnel $\frac{z}{y}$. Alors $\left(\frac{z}{y}\right)^2 \pm 2x = \frac{z^2 \pm 2xy^2}{y^2} = \frac{x^2 + (y^2)^2 \pm 2xy^2}{y^2} =$ carré de rationnel.

Ex.: $3^2 + (2^2)^2 = 5^2$ donne $\left(\frac{5}{2}\right)^2 \pm 2 \cdot 3 = \square$.

Ex.: $12^2 + (3^2)^2 = 15^2$ donne $\left(\frac{15}{3}\right)^2 \pm 2 \cdot 12 = \square$.

Pour trouver (x, y, z) tel que $x^2 + (y^2)^2 = z^2$, nous pouvons considé-
Texte 30 rer t^2 et $\frac{1}{4}t^2$ et poser $x^2 = (t^2 - \frac{1}{4}t^2)^2$, $(y^2)^2 = 4 \cdot t^2 \cdot \frac{1}{4}t^2$,
$z^2 = (t^2 + \frac{1}{4}t^2)^2$. Nous aurons $\left(\frac{z}{t}\right)^2 \pm \frac{3}{2}t^2 = \square$, $\left(\frac{5t}{4}\right)^2 \pm \frac{3}{2}t^2 = \square$, $\frac{25t^2 \pm 24t^2}{4} = \square$.

Ex. : $t^2 = 16$, $x^2 = 12^2$, $(y^2)^2 = 256$, $z^2 = 400 = 20^2$,

$\frac{z}{t} = \frac{20}{4} = 5$, $\frac{3t^2}{2} = 24$, $5^2 \pm 24 = \square$.

Texte 31 Si l'on a un entier a tel que $\frac{2}{3}a = b^2$, carré d'entier, pour trouver

Le problème est impossible si a ne décompose pas en facteurs s et t conjugués.

Observation: Comme il a été dit, ce problème tient une place importante dans les recherches du 4ème siècle H. : Il apparaît en particulier dans les mémoires M2 et anonyme évoqués dans l'introduction. Dans les toutes premières années du 5ème siècle, al-Karaji par une méthode qui n'exclut pas le tâtonnement résout $x^2 \pm 5 = \square$. La même question ou des questions analogues se retrouvent dans les siècles postérieurs. Ibn al-Hā'im reproduit, en les séparant, les équations $x^2+5 = \square$, $x^2 - 5 = \square$ (*Al-Ma'una*, écrit en 791 h., Ms Berlin 5984, pp. 290, 291) questions que l'on trouve antérieurement dans *al-Fakhrī* d'al-Karajī (Ms Le Caire V, 212, f. 36[a], l. 13; f. 59[b], l. 2). Ibn al-Khawām dans *al-Fawā'id al-bahā'iyya* (675 H.) cite $x^2 \pm 10 = \square$ parmi les 33 questions impossibles, "non, dit-il, que je prétende établir leur impossibilité, mais je déclare mon incapacité à les résoudre" (Ms. British Mus., Or 5615, f. 44[a]). En Europe, la question $x^2 \pm 5 = \square$ est étudiée vers 1220 C. par Leonard de Pise, dans *Flos*, lequel aboutit par un chemin différent à la même réponse qu'al-Karajī $x^2 = \frac{1681}{144} = 11\ \frac{2}{3}\ \frac{1}{144}$

$x = 3 + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{41}{12}$.

L'intérêt de $x^2 \pm a = \square$, comme l'a déjà relevé Woepcke, est qu'il est lié à des questions difficiles et fondamentales de l'analyse indéterminée qui ont été traitées par Fermat, Euler, Lagrange et Legendre (*Atti dell' Accademia Pont. N. Lincei*, "Recherches sur plusieurs ouvrages de Leonard de Pise", p. 252). On trouvera une ample documentation et des résultats intéressants sur la question dans: L. E. Dickson, *History of the Theory of Numbers* (New York, 1952), vol. 2, pp. 459-472. Relevons quelques énoncés : Genocchi a démontré en 1882 (ce qu'il avait énoncé en 1874) que $x^2 \pm a$ ne peuvent être tous deux des carrés de rationnels: si a est premier de la forme $8k+3$ ou le produit de deux nombres premiers de cette forme; si a est le double d'un nombre premier de la forme $8k+5$ ou le double du produit de deux nombres premiers de cette forme. (*Dickson, op. cit.*, pp. 470, 467). Collins prouva en 1858 que pour $a < 20$, 5,6, 7, 13, 14, 15 sont les seules valeurs de a pour lesquelles le système a des solutions (*Dickson, op. cit.*, p. 465). Destournelles prouva en 1881 l'impossibilité en nombres entiers du système $x^2 + y^2 = z^2$, $x^2 - y^2 = u^2$ (*Dickson, op. cit.*, p. 467).

Dans les mémoires M2 et anonyme déjà cités le problème était résolu au moyen de tables numériques et donnait lieu d'ailleurs à des remarques intéressantes. Utilisant les formules $z = s^2+t^2$, $x = s^2 - t^2$, $y = 2st$, pour former les triangles rectangles numériques $z^2 = x^2 + y^2$ on a $z^2 \pm 2xy = x^2 + y^2 \pm 2xy = (x \pm y)^2$. D'où les différentes valeurs possibles pour a et pour z telles que $z^2 \pm a = \square$ (1). Ici l'auteur s'engage dans une autre voie et il recherche une condition nécessaire que doit remplir a pour que (1) soit possible: savoir a doit être de la forme $4m(2n+1)$ d'une part, d'autre part sa moitié doit être le produit de deux factures dont la somme des carrés est un carré. Ce qui constitue un critère commode pour les nombres relativement petits.

Texte 25 Si a est divisible par un carré m^2, alors $x^2 \pm a = \square$ donne $\left(\frac{x}{m}\right)^2 \pm \frac{a}{m^2} = \square$, égalité de la forme $x^2 \pm a = \square$ où x est rationnel.

Ex.: $289 \pm 240 = \square$ donne $\left(\frac{17}{2}\right)^2 \pm 60 = \square$. De même $\frac{289}{16} \pm 15 = \square$ ou $\left(\frac{17}{4}\right)^2 \pm 15 = \square$.

Texte 21 *Proposition: Si un nombre pair est la somme de deux carrés $a = b^2+d^2$, sa moitié est une somme de deux carrés*, et la moitié de sa moitié aussi, et ainsi de suite tant que la moitié obtenue est un nombre pair.

$$\text{Car} \quad \frac{a}{2} = \frac{b^2+c^2}{2} = \left(\frac{b+c}{2}\right)^2 + \left|\frac{b-c}{2}\right|^2.$$

Observation: L'auteur se rend bien compte que l'égalité est valable même pour des nombres fractionnaires. Les élégantes propositions 20,21 vont trouver leur application immédiate dans le problème suivant.

Problème: a est un entier donné. Trouver x tel que $x^2 \pm a = \square$. (1)

Supposons, par analyse, l'existence de x, y, z tels que $x^2+a = z^2$ (2),
Texte 22 $x^2-a = y^2$ (3). Evidemment $y<x<z$. Je dis que x^2 est une somme de deux carrés, car par addition $2x^2 = y^2+z^2$, (4) donc x^2 est une somme de deux carrés (proposition précédente) (z et y ont même parité d'après (2) et (3)) et $x^2 = \left|\frac{z-y}{2}\right|^2 + \left(\frac{z+y}{2}\right)^2$. (5)

Par soustraction de (2) et (3) on a :

$$2a = z^2 - y^2 \qquad a = 2 \cdot \frac{z-y}{2} \cdot \frac{z+y}{2} \qquad (6)$$

Il en résulte que *a doit être pair*. Sa moitié $\frac{a}{2}$ est le produit de deux facteurs $\frac{z-y}{2}$, $\frac{z+y}{2}$ *qui ne peuvent être tous deux impairs ni tous deux de la forme* 2^n sans quoi (5) ne serait pas satisfait (lemmes 1 et 2).
Texte 23 $\frac{z-y}{2}$ et $\frac{z+y}{2}$ sont ou pairs tous deux ou l'un pair et l'autre impair. Dans tous les cas a est de la forme $a = 4m(2n+1)$. *Si cette condition n'est pas réalisée le problème est impossible.*

Texte 24 *Problème (suite): On donne a de la forme $4m(2n+1)$. Calculer x tel que $x^2 \pm a = \square$.*

Nous prenons les diviseurs s et t de $\frac{a}{2}$ tels que $\frac{a}{2} = st$, $s^2+t^2 = \square$ s'il y en a.

Les nombres s et t sont alors dit *conjugués (qarīnān)* $x^2 = s^2+t^2$ *car* $s^2+t^2 \pm 2st = \square$.

Le plus petit nombre a qui réponde à la question est $a = 24$, $\frac{a}{2} = 4 \cdot 3$, $3^2+4^2 = \square$. Puis parmi les multiples de 24 vient 240, $120 = 8 \cdot 15$, $8^2+15^2 = 17^2$, $x^2 = 17^2$, $17^2 \pm 240 = \square$.

(Cependant le mauvais choix de l'exemple numérique rend la règle difficile à saisir dans le texte).

Autre triplet (x, y, t). (C'est la première méthode particularisée)

Texte 16
$$x^2 = \left| \frac{a^4}{4} - a^4 \right|^2 + 4\, a^4 \cdot \frac{a^4}{4} = \left(a^4 + \frac{a^4}{4}\right)^2$$

ou $$\left(\frac{3a^4}{4}\right)^2 + (a^4)^2 = \left(\frac{5a^4}{4}\right)^2 \quad \text{Prendre } a^4 = 16$$

4ème méthode:

Texte 17 Prenons $p = s^2+t^2$ et a un entier tel que $a : s^2 - t^2$ égale un rapport de 2 carrés. $a(s^2 - t^2)$ est donc un carré [inclus dans la démonstration d'Euclide IX, 2; ou réciproque de VIII, 26 ajoutée par Héron et rapportée par al-Nairīzī (voir Heath, *The Thirteen Books*, vol. 2, p. 383)].

Donc $(ap)^2 = (as^2 + at^2)^2 = (as^2 - at^2)^2 + 4 \cdot as^2 \cdot at^2$.

On posera $y^2 = as^2 - at^2 \quad x = 2ast$ et $z = as^2 + at^2$.

L'exemple cité par l'auteur est $5 = 2^2 + 1^2$, $12 : 2^2 - 1^2 = 2^2 : 1^2$.
(Là encore de mauvais choix de l'exemple numérique rend la règle difficile à dégager).

Texte 18 Prenons deux carrés a^2 et b^2 tels que b^2 soit divisible par 4 et a^2b^2 bicarré. Ex.: 9 et $144 = (6^2)^2$.

$$\left| a^2 - \frac{b^2}{4} \right|^2 + 4a^2 \frac{b^2}{4} = \left(a^2 + \frac{b^2}{4}\right)^2.$$

Texte 19 Autrement: Soient a et b deux nombres tels que ab soit un bicarré. Ex: 8 et 32, $32 \cdot 8 = (16)^2$. Posons

$$\left(\frac{a}{4} + b\right)^2 = \left| \frac{a}{4} - b \right|^2 + 4 \cdot \frac{a}{4} \cdot b$$

$$(2 + 32)^2 = (32 - 2)^2 + 4 \cdot 2 \cdot 32.$$

Cependant, dit l'auteur, cette méthode ne présente pas la régularité de celle décrite précédemment. (Peut-être entend-il que le choix de a et b n'obéit pas à une loi simple comme c'est le cas quand on opère sur des carrés a^2 et b^2) (texte 18).

Texte 20 *Proposition: Si un nombre* a *est une somme de deux carrés* $a = b^2 + c^2$, *son double est une somme de deux carrés.*

Car $2a = 2\,(b^2 + c^2) = (b - c)^2 + (b + c)^2$.

Par suite 2^2a, 2^3a, ... se divisent en somme de deux carrés.

Si x et y ont pour *p.g.c.d.* d, par division par d^2 l'équation (1) sera amenée à la forme $x'^2 + y'^2 = (cz'^2)^2$, où c sera pris sans facteur carré.

Posant $cz'^2 = Z$ nous aurons $x'^2 + y'^2 = Z^2$ d'où $Z = M^2 + N^2$ comme plus haut. $M^2 + N^2 = cz'^2$ dépasse tout à fait les moyens de l'époque. Elle admet des solutions s'il existe un entier A tel que c divise A^2+1. Il en resulte alors que c est une somme de deux carrés. $c = f^2 + g^2$. Sa solution en est:

$$M = |(cq^2 - p^2)f| \quad , \quad N = |p^2g - 2cpq + cgq^2| \quad , \quad z' = |p^2 - 2gpq + cq^2|$$

Voir Dickson, *op.cit.*, p. 405 fin; Legendre, *Théorie des Nombres* (Paris, réimp. 1955), Tome I, p. 47 fin, Tome II, p. 203.

L'auteur appelle $(a^2 - b^2)^2$ et $4a^2b^2$ respectivement: petit et grand nombre $(a>b)$. En fait on peut avoir $(a^2-b^2)^2 > 4a^2b^2$ ou $a^2-b^2 > 2ab$, $a^2 - 2ba - b^2 > 0$, $(a-b)^2 - 2b^2 > 0$, $(a-b+b\sqrt{2})(a-b-b\sqrt{2}) > 0$, et comme $a > b$ il reste $a > b+b\sqrt{2}$ et $a > b(1+\sqrt{2})$.

Résolution de l'équation: $x^2 + (y^2)^2 = z^2$ (2)

Observation préliminaire: L'égalité $(a+b)^2 = (a-b)^2+4ab$ (3) montre que si on prend $(a-b)$ ou ab égal à un carré l'équation (2) sera satisfaite. De même, si l'on part de $a^2 + b^2 = c^2$, en multipliant les deux membres par a^2 ou b^2 on satisfait à l'équation (2). Les diverses méthodes de l'auteur se ramènent à des transformations de ce genre.

La solution générale de l'équation (2) s'obtient en posant $y^2 = Y$ et appelle les mêmes remarques que $x^2 + y^2 = z^2$. Cependant l'auteur dans les paragraphes 13-19 est sous l'influence de Diophante: au lieu de rechercher une solution générale dont il était capable, il multiplie les artifices en vue de recueillir un grand nombre de solutions particulières. La questions sur laquelle convergent tous ses efforts est la résolution en nombres entiers et en nombres rationnels (rapports d'entiers) du système $x^2 \pm a = \square$ où a est un nombre donné, question qui tient une grande place dans les recherches du 4ème siècle H.

1ère *méthode pour résoudre* $x^2 + (y^2)^2 = z^2$ (2)

Texte 14 Prendre $x^2 = \left|\frac{b^4}{4} - a^4\right|^2$ et $(y^2)^2 = 4 \cdot a^4 \cdot \frac{b^4}{4}$. On aura alors $\left|\frac{b^4}{4} - a^4\right|^2 + 4 \cdot a^4 \cdot \frac{b^4}{4} = \left(\frac{b^4}{4} + a^4\right)^2$. On peut choisir $a^4=1$, $b^4=16$ et on aurait le plus petit triplet (x, y, z) vérifiant (2) $(4-1)^2+4 \cdot 1 \cdot 4 = (4+1)^2$.

2ème méthode:

Texte 15 L'égalité $4ab+(a-b)^2 = (a+b)^2$ montre que l'on peut choisir a et b tels que:

1) $a = ks^2 \quad b = kt^2$ alors $4ab = (2kst)^2$,
2) $a - b = c^2$

12 et 3 sont des exemples de tels nombres a et b:

$$12 - 3 = 3^2 \quad 12 = 3 \cdot 2^2 \quad 3 = 3 \cdot 1^2$$

d'où $$4 \cdot 3 \cdot 12 + (12-3)^2 = (3 \cdot 4 + 3 \cdot 1)^2.$$

Recherche de 2, 3, 4 ... nombres dont la somme des carrés est un carré.

Texte 11 Nous pouvons trouver 2, 3, 4 . . . nombres dont la somme des carrés est un carré.

Cas de deux nombres. Prenons a^2 et b^2 quelconques, a^2b^2 et $\left(\frac{a^2 - b^2}{2}\right)^2$ ont pour somme $\left(\frac{a^2 + b^2}{2}\right)^2$: Démonstration par les segments. Cette égalité vaut pour des nombres fractionnaires. Mais dans ce dernier cas, nous ne dirons pas carré, mais *māl, à la manière des algébristes.*

Cas de trois nombres. Prenons $a^2 > b^2 + c^2$. Nous avons $a^2b^2 + a^2c^2 + \left(\frac{a^2 - b^2 - c^2}{2}\right)^2 = \left(\frac{a^2 + b^2 + c^2}{2}\right)^2$.

Texte 12 Démonstration par les segments. Par ce procédé nous pouvons obtenir un grand nombre de triplets de carrés dont la somme est un carré.

Observation: Le procédé est généralisable et l'auteur s'en rend compte. Il n'explicite pas cependant l'égalité suivante. Si $a^2 > b^2 + c^2 + \ldots k^2 + l^2$, alors:

$$a^2b^2 + a^2c^2 + \ldots + a^2l^2 + \left(\frac{a^2 - b^2 - c^2 - \ldots - k^2 - l^2}{2}\right)^2 = \left(\frac{a^2 + b^2 + c^2 + \ldots + l^2}{2}\right)^2.$$

Texte 13 Trouver un triplet (x, y, z) tel que $x^2 + y^2 = (z^2)^2$. (1) Prendre un triplet (a, b, c) tel que $a^2 + b^2 = c^2$. Poser $x^2 = (a^2 - b^2)^2$, $y^2 = 4a^2b^2$, d'où $x^2 + y^2 = (a^2 + b^2) = (c^2)^2$, $z = c$.

Observation: La solution donnée par al-Khāzin est partielle bien qu'ingénieuse. Nous pensons que l'auteur avait les moyens de résoudre

$$x^2 + y^2 = (z^2)^2 \qquad (1)$$

pour x, y, z premiers entre eux.

Posons $z^2 = Z$ d'où

$$x^2 + y^2 = Z^2 \qquad (2)$$

Comme x et y sont premiers entre eux, donc premiers avec Z, alors:

$$x = M^2 - N^2, \quad y = 2MN, \quad Z = M^2 + N^2$$

(M et N premiers entre eux et de parités différentes).

Par suite: $z^2 = M^2 + N^2$ a pour solution

$$M = m^2 - n^2 \quad , \quad N = 2mn \quad , \quad z = m^2 + n^2$$

(m et n premiers entre eux et de parités différentes).

Donc $\quad x = (m^2 - n^2)^2 - (2mn)^2$, $y = 4mn(m^2 - n^2)$, $z = m^2 + n^2$.

D'ailleurs, quels que soient m et n, ces valeurs verifient (1) car

$$[(m^2 - n^2)^2 - (2mn)^2]^2 + [4mn(m^2 - n^2)]^2 = (m^2 + n^2)^4$$

L'égalité (1) donne:

$$z = (ac + bd)^2 + (ad - bc)^2 \qquad (2)$$
$$z = (ac - bd)^2 + (ad + bc)^2 \qquad (3)$$

déjà rappelées et immédiates.

On obtient de la même manière:

$$z^2 = [(ac + bd)\,(ac - bd) + (ad - bc)\,(ad + bc)]^2$$
$$+ [(ac + bd)\,(ad + bc) - (ad - bc)\,(ac - bd)]^2$$

Donc

$$z^2 = (a^2c^2 - b^2d^2 + a^2d^2 - b^2c^2)^2$$
$$+ (a^2cd + abc^2 + abd^2 + b^2cd - a^2cd + abd^2 + abc^2 - b^2cd)^2$$

Puis $$z^2 = [(a^2 - b^2)\,(c^2 + d^2)]^2 + [2ab\,(c^2 + d^2)]^2$$

Ainsi on a bien obtenu la solution dérivée

$$(c^2+d^2)(a^2-b^2) \quad , \quad (c^2+d^2)(2ab) \quad , \quad (c^2+d^2)\,(a^2 + b^2)$$

proportionelle à:

$$a^2 - b^2 \quad , \quad 2ab \quad , \quad a^2 + b^2 \quad , \quad (a>b).$$

De même on verrait que

$$z^2 = [(ac+bd)(ad+bc) + (ad-bc)(ac-bd)]^2 + [(a^2c^2-b^2d^2) - (a^2d^2-b^2c^2)]^2$$

aboutit à $$z^2 = [(a^2+b^2)\,(2cd)]^2 + (a^2+b^2)\,(c^2-d^2)]^2$$

solution proportionelle à

$$c^2 - d^2 \quad , \quad 2cd \quad , \quad c^2 + d^2 \quad , \quad (c>d).$$

Texte 10 Si x,y sont pairs, on a vu que $z = 2z'+x$, $z'+x$ nombre composé, z' résidu *(faḍla)*, $z'+x = s^2$, $z' = t^2$, $\sqrt{(z'+x)\,z'} = \frac{1}{2}\,y = st$ *(y: al-murabbaʿ al-akthar, x,y: al-murabbaʿayn al-awwalayn)* (texte 10, l. 4). D'où la conséquence que l'auteur énonce en général: quand un carré d'entier z^2 se décompose en une somme de deux carrés, sa racine z se décompose en une somme de deux carrés s^2 et t^2 qui sont premiers entre eux ou admettent un diviseur commun ou bien z se décompose en deux nombres plans semblables ($a \cdot b$ et $c \cdot d$ sont plans semblables si a:b = c:d, *Euclide* VII, déf. 21).

Observation: $x = s^2 - t^2, \quad y = 2st, \quad s > t.$

Si x et y sont premiers entre eux alors s^2 et t^2 sont premiers entre eux [si s^2 et t^2 ne sont pas premiers entre eux, s et t ont un diviseur commun d (conséquence d'Euclide VII, 27) et d diviserait x et y]. Plus généralement on peut avoir

1) $x = k^2s^2 - k^2t^2 \qquad y = 2k^2st \qquad z = k^2s^2 + k^2t^2$

ou 2) $x = Ks^2 - Kt^2 \qquad y = 2Kst \qquad z = Ks^2 + Kt^2$

avec K non carré dans 2). Dans ce dernier cas, ks^2 et Kt^2 sont plans ensembles car $ks.s$ et $kt.t$ ont leurs côtés proportionnels $Ks:s = Kt:t$.

Cette égalité devient $s^2s'^2 + t^2t'^2 - t^2s'^2 - s^2t'^2 - 4ss'tt' = 0$ ou $(ss' - tt')^2 = (ts' + st')^2$.

En posant $ss' > tt'$, $ss' - tt' = ts' + st'$ qui donne $s'(s-t) = t'(s+t)$, $\dfrac{s'}{t'} = \dfrac{s+t}{s-t}$.

Ainsi pour $s = 4$, $t = 3$, on a $s' = 7$, $t' = 1$.

D'où $\quad s^2 - t^2 = 7 \quad 2st = 24 \quad s^2 + t^2 = 25$

$\quad s'^2 - t'^2 = 48 \quad 2s't' = 14 \quad s'^2 + t'^2 = 50$

On peut, par exemple, prendre s et t consécutifs.

Texte 9 Si on prend $s^2 = 4$ et $t^2 = 121$ *lesquels sont premiers entre eux* $z = 4+121 = 125$ est un multiple de 5, sans que $x = 121 - 4 = 117$ ni $y = 2 \cdot 2 \cdot 11 = 44$ ne soient équimultiples de 4 et 3. Comment expliquer la chose? [savoir que dans les triplets (x, y, z), (x', y', z') solutions, z soit multiple de z', sans que x et y soient des équimultiples de x' et y']. Cela tient au fait que 125 est le produit de deux facteurs $(5 \cdot 25)$ qui se décomposent chacun en une somme de deux carrés $5 = 1+4$ et $25 = 9+16$. Tout nombre produit de deux facteurs qui sont chacun la somme de deux carrés se décompose en une somme de deux carrés, de deux manières, comme nous le verrons plus loin. $125 = 100+25 = 4+121$. D'où deux couples (s, t) différents pour un même z $125 = 10^2+5^2 = 11^2+2^2$. Quand z se décompose ainsi une des solutions (x, y, z) *n'est pas primitive*. Cela est comme le triangle primitif (3, 4, 5) qui donne naissance au triangle (dérivé) de côtés doubles (6, 8, 10).

Observation: Le couple (4,121) a fourni à l'auteur le triangle $117^2 + 44^2 = 125^2$ qui s'associe dans sa pensée avec $(25 \cdot 3)^2 + (25 \cdot 4)^2 = (25 \cdot 5)^2$. Al-Khāzin a l'air de se demander comment 125^2 s'est décomposé ainsi de deux manières différentes, et pourquoi la solution (75, 100, 125) n'est pas primitive? Cela tient, dit il, au fait que si deux nombres sont la somme de deux carrés, leur produit est une somme de deux carrés de deux manières.

$$u = a^2 + b^2 \qquad v = c^2 + d^2$$

donne
$$uv = (ac + bd)^2 + (ad - bc)^2$$
$$uv = (ad + bc)^2 + (ac - bd)^2 \qquad \text{(Texte 38)}$$

Il montrera dans le texte 41 que si un nombre est une somme de deux carrés de deux manières, son carré est une somme de deux carrés de quatre manières (dont certains peuvent se confondre, c'est le cas pour 125^2).

$$125^2 = 120^2 + 35^2$$
$$125^2 = 100^2 + 75^2$$
$$125^2 = 117^2 + 44^2$$

L'idée d'al-Khāzin est difficile à suivre. Il semble partagé entre deux préoccupations: Partage d'un carré en somme de deux carrés de plusieurs manières, problème repris plus tard d'une façon si magistrale par Fermat [voir T. L. Heath, *Diophantus of Alexandria* (Cambridge Univ. Press, 1885; Dover repr.), pp. 106-110, 267-276] et la formation de triangles dérivés c-à-d., de la forme hx, hy, hz.

Montrons, en nous aidant des égalités employées par al-Khāzin, que si

$$z = (a^2 + b^2)(c^2 + d^2) \qquad (1)$$

alors, parmi les solutions de $x^2 + y^2 = z^2$, il y en a nécessairement qui sont dérivées.

Le système d'al-Khāzin est

$$\text{II} \begin{cases} x = s^2 - t^2 & s > t \\ y = 2st \\ z = s^2 + t^2 \end{cases}$$

où *s et t sont premiers entre eux, l'un pair l'autre impair*. Il y a équivalence entre les deux systèmes. On voit en particulier en égalant les valeurs de y puis celle de z:

$$p^2 - q^2 = 4st, \qquad p^2 + q^2 = 2s^2 + 2t^2.$$

D'où
$$p^2 = (s+t)^2 \text{ et } p = s+t,$$
$$q^2 = (s-t)^2 \text{ et } q = s-t.$$

On a bien $x = pq = s^2 - t^2$.

Conclusion: Appelons triangle primitif *(aṣl)* ou solution primitive une solution (x, y, z) de nombres premiers entre eux. Celle-ci sera fournie par le couple (s,t) où s et t sont premiers entre eux et de parités différentes. L'idée sera reprise dans le paragraphe 8. Dans le paragraphe 6, al-Khāzin relève cependent que le système II, où s et t peuvent être quelconques, est toujours solution de $x^2 + y^2 = z^2$.

Texte 7 Pour $t^2 = 2^2$ et $s^2 = 3^2$, $x = 3^2 - 2^2 = 5$. $y = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12$, et $z = 3^2 + 2^2 = 13$. Le couple (5,12) est primitif *(aṣl)*. Il engendre des couples de nombres proportionnels dont la somme des carrés est un carré [c-à-d. $(5k)^2 + (12\,k)^2 = (13\,k)^2$] De même $(t^2,s^2) = (1^2,4^2)$ donne $(x,y) = (15,8)$, $15^2 + 8^2 = 17^2$.

Texte 8 Ainsi pour former (x^2, y^2, z^2) on prendra (t^2, s^2) *les plus petits carrés dans un certain rapport, ils sont donc premiers entre eux* comme (1, 4), (4, 9), (1, 16) et on opérera comme plus haut. On n'obtiendra pas deux fois le même couple (x^2, y^2) ni deux couples proportionnels (l'expression arabe est vague: *ᶜala ṣūratihimā*, à leur image).

Observation: En effet considérons deux couples générateurs (s,t), (s', t'). Il est facile de voir que si deux des trois rapports $\frac{s^2 - t^2}{s'^2 - t'^2}$, $\frac{2\,st}{2s't'}$ $\frac{s^2 + t^2}{s'^2 + t'^2}$, sont égaux alors $\frac{s}{t} = \frac{s'}{t'}$ Comme (s, t) et (s', t') sont des couples formés de deux nombres premiers entre eux alors $s = s'$, $t = t'$.

Ainsi dans le cas
$$\frac{s^2 - t^2}{s'^2 - t'^2} = \frac{st}{s't'}$$
$$s^2 s't' - t^2 s't' = sts'^2 - stt'^2$$

et
$$s^2 s't' - t^2 s't' - sts'^2 + stt'^2 = 0,$$

on a
$$ss'(st' - ts') + tt'(st' - ts') = 0,$$
$$(ss' + tt')\,(st' - s't) = 0,$$

d'où
$$st' = ts' \qquad \frac{s}{t} = \frac{s'}{t'}\,.$$

Les autres cas sont immédiats.

Cependant deux couples (s,t), (s',t') différents peuvent produire deux triplets (x,y,z) (x', y', z') tels que $\frac{x}{y'} = \frac{y}{x'} = \frac{z}{z'}$. Il suffit que $\frac{x}{y'} = \frac{y}{x'}$ ou $\frac{s^2 - t^2}{2\,s'\,t'} = \frac{2\,st}{s'^2 - t'^2}$.

Comme 12 et 3, $12:3 = 2^2 : 1^2$ d'où $12 \cdot 3$ et $12 \cdot 3 \cdot 4$ sont des carrés; de même 8 et 2. *Prenons $z'+x$ et z' les plus petits possibles* [donc premiers entre eux]. Nécessairement $z'+x$ et z' sont des carrés. [*Euclide*, VIII, 9].

Posons $z'+x = s^2$ et $z' = t^2$. Dès lors $z = s^2+t^2$, $y = 2st$, $x = s^2-t^2$.

Texte 6 La règle qui donne (x, y, z) à partir de (s,t) est générale, [c-à-d. même si aucune condition n'est posée pour s,t les valeurs $s^2 - t^2$, $2st$, $s^2 + t^2$ vérifient $x^2 + y^2 = z^2$].

Pour $s = 2$, $t = 1$, $(x, y, z) = (3, 4, 5)$.
Pour $s = 3$, $t = 1$, $(x, y, z) = (8, 6, 10)$.

Remarquons que (8, 6, 10) sont doubles de (3, 4, 5). Plus généralement, si $x = 4k$, $y = 3k$, alors $z = 5k$.

Observation: Al-Khāzin utilise un langage visiblement influencé par Euclide quand il parle de x^2 impair et y^2 pair les plus petits possibles (texte 5, 1.2) [*Euclide* VII, 22; VIII, 2, 3, 4; IX, 15]. On trouve également chez Diophante: Etablissons donc maintenant deux triangles rectangles compris sous les moindres nombres, tels que 3, 4, 5 et 5, 12, 13 (*Arithmétique*, trad. Paul Ver Eecke Paris, 1959, livre III, 19, p. 109). Pour que l'expression d'al-Khāzin fût tout à fait claire, il eut fallu dire: les plus petits possibles dans leur rapport. Nous pensons que c'est la pensée d'al-Khāzin, car si on devait prendre à la lettre l'expression *les plus petits possibles* l'équation $x^2+y^2 = z^2$ n'aurait qu'une solution (3, 4, 5) alors que l'auteur en donne plusieurs dans le paragraphe même. La même expression utilisée plus loin à propos de $z'+x$ et z' dans $(z'+x):z'$ ne présente plus le même inconvénient puisque le rapport de $z'+x$ et z' est formé. L'expression correcte des deux plus petits nombres dans leur rapport est utilisée au début du texte 8. Pour la rigueur du raisonnement il nous resterait à établir que si x et y sont premiers entre eux (donc x et z le sont aussi) il en est de même de $z'+x$ et z', et réciproquement: ce qui ne présente aucune difficulté.

Le texte ne précise pas que s et t doivent être de parités différentes (si s et t étaient de même parité $x = s^2-t^2$ et $z = s^2+t^2$ seraient pairs tous deux ce qui est contraire au texte).

Euclide a montré que

$$\text{I} \quad \begin{cases} x = mnpy \\ y = \frac{1}{2}\,(mnp^2 - mnq^2) \\ z = \frac{1}{2}\,(mnp^2 + mnq^2) \end{cases}$$

est solution de $x^2 + y^2 = z^2$ (*Eléments* X, 29, lemme 1). Cependant Euclide ne donne que la synthèse et par là il manque d'établir *que la solution proposée est générale*. Pour cette raison, Bachet en donne l'analyse dans son édition de Diophante (1621).[1] *C'est justement ce qu'al-Khazin a fait ici.*

Nous pouvons nous en tenir aux valeurs de (x, y, z) premières entre elles dans leur ensemble. Le système d'Euclide devient $x = pq$, $y = \frac{1}{2}\,(p^2 - q^2)$, $z = \frac{1}{2}\,(p^2+q^2)$, *où p et q sont premiers entre eux et impairs.*

1. Jean Itard, *Les livres arithmétiques d'Euclide*, (Paris 1961), p. 163.

Construction en entiers de $x^2 + y^2 = z^2$

Propositions préliminaires

Lemme 1. *Deux carrés impairs ne peuvent avoir pour somme un carré.*

Texte 2 Supposons que $x^2 + y^2 = z^2$, x et y étant *impairs*. Donc z est pair *(Euclide*, IX, 22). De plus

$$x^2 = (z-y)\ (z+y) = (z-y)^2 + 2y(z-y).$$

Mais $\quad [x-(z-y)]\ [x+(z-y)] + (z-y)^2 = x^2.$

Il s'ensuit que $[x-(z-y)]\ [x+(z-y)] = 2y(z-y)$.

Les crochets sont pairs tous deux. Dans le 2ème membre y et $z-y$ sont impairs. Donc l'égalité est impossible.

Texte 3 *Lemme* 2. *Deux carrés de la forme* 2^n *ne peuvent avoir pour somme un carré.*

Si $x = 2^p$ et $y = 2^q$ (avec $p<q$) on ne peut avoir $x^2+y^2 = z^2$. Il existe s tel que $\frac{x}{y} = \frac{1}{2^s}$ [*Euclide* IX, 11; voir observation de T. L. Heath, *The Thirteen Books*, vol. 2, p. 396]. D'où $\frac{x^2}{y^2} = \frac{1}{(2^s)^2}$ et $\frac{x^2}{x^2+y^2} = \frac{1}{(2^s)^2+1}$.

Or $(2^s)^2+1$ n'est pas un carré, car en ajoutant 1 à un carré on n'obtient pas un carré. Par suite $x^2 + y^2$ ne peut être un carré [si $x^2 + y^2$ était un carré, alors $(2^s)^2+1$ serait un carré d'après *Euclide* VIII, 24].

Texte 4 *Lemme* 3. $(2m+2n+1)^2 = (2n+1)^2+4m(2n+1+m)$, [*Euclide* II, 8]
$(2m+2n)^2 = (2m)^2+4(2m+n)n$

Observation: Les démonstrations dans les lemmes 1, 2, sont faites sur des segments comme dans les Eléments d'Euclide.

Formation de $x^2 + y^2 = z^2$

Nous voulons trouver deux nombres carrés l'un impair x^2 l'autre
Texte 5 pair y^2 [premiers entre eux] (dans le texte: les plus petits possibles) tels que $x^2+y^2 = z^2$. *Supposons par l'analyse qu'ils existent.* (Posons $z-x = 2z'$). Appelons $z'+x$: nombre composé *(ʿadad murakkab)* et z': résidu *(faḍla)*. Alors $z = (z'+x)+z'$ et $x^2+4(z'+x)z' = z^2$ [lemme 3]. Mais $z^2 = x^2+y^2$ d'où $4(z'+x)z' = y^2$. Il en résulte que $(z'+x)z'$ est un carré, car le rapport de $4(z'+x)z'$ à $(z'+x)z'$ est le rapport d'un carré à un carré et $4(z'+x)z'$ est un carré, donc $(z'+x)z'$ est un carré (*Euclide*, VIII, 24). Par suite $\frac{z'+x}{z'}$ est un rapport de deux carrés (*Euclide* IX, 2, puis VIII, 26) et $z'+x$ et z' sont des équimultiples des plus petits carrés qui ont le même rapport qu'eux.

est confirmé par l'histoire.[14] Un autre traité sur les triangles rectangles du mathématicien Abū'l-Jūd, 2e moitié du 4e siècle. H., vient d'ailleurs étayer toutes les vues précédentes.[15] Signalons également sur le même sujet un traité d'al-Sijzī (2e moitié du 4e s. H.): *Risāla fī jawāb mas'ala ᶜadadiyya wa hiya kaifa najid (murabbaᶜyn yakūn) majmūᶜuhumā murabbaᶜa* (12 pages, Bibl. Ḥakim M. Nabī Khān Jamāl Suwayda, Téhéran). Nous devons à la courtoisie du Dr. Anton M. Heinen d'en avoir pris connaissance.

14. Woepcke, *op. cit.*, p. 317.
15. Leiden Cod. Or. 168 (14), f. 116-134a.

Sommaire du traité d'Abū Jaᶜfar [*al-Khāzin*].

Paris BN MS arabe 2457,49, *ff.* 204a - 215a.

Ce sommaire n'est pas à proprement parler une traduction, cependant nous croyons qu'il ne laisse rien échapper du texte. Les passages importants ou difficiles y ont reçu des développements plus grands. D'autre part, les démonstrations d'al-Khāzin bien qu'exposées sur des exemples numériques sont générales et entendues par l'auteur comme telles: nous n'exagérons donc pas leur portée en représentant les nombres par des lettres, ce qui a l'avantage de rendre les démonstrations plus claires. Des observations imprimées en petits caractères et précédées de la mention *observations* accompagnent certaines questions et sont étrangères au texte; de même en est-il des expressions placées entre crochets dans le texte même. Dans un souci de meilleure présentation et pour faciliter le travail de référence nous avons sectionné le mémoire en paragraphes.

Remarques

1. Nous avons mis en italique dans le texte certains mots ou phrases clés. Le nombre au dessous du mot *texte* désigne le numéro du paragraphe.

2. Nous employons le signe □ pour désigner un carré d'entier (ou parfois de rationnel: rapport d'entiers).

3. Les nombres dont il est question – sauf mention expresse du contraire – sont des entiers naturels.

4. Certaines phrases insérées entre crochets n'appartiennent pas au texte et sont ajoutées en annotations.

ques mémoires qui nous sont restés sur $x^2 + y^2 = z^2$ nous font revivre les efforts conjugués, les erreurs commises, les insuffisances et les corrections successives. Nul doute qu'à cet effort collectif d'édification bien des mathématiciens célèbres ou obscurs n'aient participé dans les divers centres scientifiques: Baghdad, Chīraz, Rayy, Marw, Balkh, et autres.[12]

La préface de **M3** presente un détail historique qui confirme cette persistance dans l'effort. Motivant l'envoi de son mémoire, Abū Ja^{c}far écrit: Frère je t'avais adressé un mémoire sur la construction des triangles rectangles. J'y avais énoncé, sans démonstration par les segments, que deux nombres dont la somme des carrés est un carré ne pouvaient être impairs (on aura remarqué la ténuité du résultat). Or cette proposition est absente du mémoire **M2** et il est difficile de lui trouver là une place naturelle dans l'enchaînement du raisonnement. Il faut donc admettre qu'Abū Ja^{c}far fait allusion à un 3^e mémoire qu'il avait adressé également à ^{c}Abdallāh b. ^{c}Alī. La chose n'a rien qui nous surprenne. Il est tout normal qu'Abū Ja^{c}far, et les autres chercheurs creusant la question, aient rédigé au fur et à mesure bon nombre de notes brèves sur ce sujet alors à l'ordre du jour.

Nous possédons d'ailleurs sur les triangles rectangles numériques un fragment de traité anonyme, Paris MS 2457, ff. 81a–86a, dont la qualité montre un progrès sensible sur le mémsire **M2** d'Abū Ja^{c}far. Les deux traités **M2** et anonyme, ne manquent pas d'ailleurs de points de ressemblance, ce qui avait fait dire à F. Woepcke, à une époque où les conditions de l'activité scientifique arabe étaient moins claires: "On ne pourra méconnaître l'uniformité que présente en général la marche suivie dans l'exposé de la théorie des triangles rectangles numériques, tant par l'auteur du fragment anonyme que par Abou Dja'far M. b. al-Hoçaîn, uniformité qui pouvait indiquer une certaine tradition d'école, un certain cadre commun qu'il était d'usage de remplir, en enrichissant d'ailleurs le sujet d'autant d'observations et de découvertes originales que possible.[13] F. Woepcke en venait à supposer qu'il existait des rapports plus ou moins suivis entre les mathématiciens d'Orient, ce qui

12. De cette multiplicité d'efforts, bien naturelle d'ailleurs, nous donne une idée le bref chapitre des triangles rectangles numériques $(a^2 = b^2 + c^2)$, (3), qu'al-Samaw'al insère dans son livre *al-Bahir* cité en note 1; al-Samaw'al y est représenté par $2(a-c)(a-b) = [a-(a-c)-(a-b)]^2$ conséquence de(3); Al-Sijzī par l'égalité bien connue et très ancienne $a^2 \pm 2bc$ sont des carrés; Ibn al-Haytham par la construction d'un triangle rectangle dont un côté de l'angle droit est connu (*al-Bāhir*, *op. cit.*, pp. 146-151). Dans un chapitre voisin, al-Samaw'al cite un nom obscur: Ja^{c}far b. ^{c}Abdallāh al-Ḥarīrī (pp. 155, 159, 117) auteur de l'identité $b(a+b+c) + ac = (a+b)(b+c)$. D'autre part on doit à Ibn Yūnus une note sur la proposition: "Deux carrés impairs n'ont pas pour somme un carré", Berlin 6008, ff. 437a-438b.

13. F. Woepcke a traduit et analysé remarquablement les traités, Paris MS 2457, ff. 81a-86a anonyme, et celui d'Abū Ja^{c}far, Paris MS 2457, ff. 86b-92a, "Recherches sur plusieurs ouvrages de Leonard de Pise. . .," *Atti dell'Accademia Pontificia da Nuovi Lincei*, 14 (1861), pp. 211-227, 241-269 (pour le traité anonyme); pp. 301-324, 343-356 (pour le 2^e traité), cf. p. 317.

personnage qui a joué le rôle important d'intermédiaire et d'arbitre entre les savants de son temps et à qui sont adressés d'ailleurs les deux mémoires M2 et M3.[7] Cette discussion est intéressante car elle nous révèle l'existence d'une correspondance scientifique entre les mathématiciens – ce dont nous avons par ailleurs de nombreux témoignages[11] – ainsi que les tentatives répétées entreprises par les Arabes, tôt dans la première moitié du 4e siècle H., pour résoudre $x^2 + y^2 = z^2$ (1) ou la difficile $x^3 + y^3 = z^3$ (2). Les quel-

11. La correspondance joue un rôle important dans la vie scientifique de l'époque: elle supplée les déficiences de l'édition et épargne aux consultants des voyages longs et pleins de risques, en même temps qu'elle assure aux consultés une plus grande notoriété et aussi des sujets de recherche. Bien des écrits ont vu le jour sur une sollicitation amicale. Dans l'Orient d'hier et de jadis où le temps n'avait pas valeur de monnaie ces demandes ne semblaient pas déplacées. Citons les 15 lettres adressées par Abū Nasr b. ᶜIrāq à son élève al-Bīrūnī pour lever certaines de ses difficultés mathématiques et où il l'encourage dans la voie de l'étude (Hayderabad, 1948); la réponse d'al-Sijzī à dix questions que lui avait adressées un géomètre de Chiraz, Paris MS 2457, 151a-156b; la lettre d'al-Sijzī (Aḥmad b. Muḥammad b. ᶜAbd al-Jalīl) à Abū'l-Ḥusayn Muḥammad b. ᶜAbd al-Jalīl (son père) et dont il dit être d'esclave, *min ᶜabdih* (Paris MS 2457, 137b-139a). Ibn Ṭāwūs (m. 664 H.) nous apprend dans *Faraj al-mahmūm fī tarikh ᶜulamā' al-nujūm* (al-Najaf, 1368 H.), p. 127, que le père d'al-Sijzī, M.b. ᶜAbd al-Jalīl était versé dans la science des astres et qu'il était l'auteur de livres connus à l'époque d'Ibn Ṭāwūs: *Kitāb al-zījāt fī istikhrāj al-hylāj w'al-kadkhudā* et *Maqāla fi fatḥ al-bāb* (l'édition très fautive porte al-Sinjarī au lieu d'al-Sijzī, erreur due au déplacement d'un point diacritique. Citons aussi la lettre d'al-Sigzī à Abū ᶜAlī Naẓīf b. Yumn en 970 A.D. MS Paris 2457 f. 136b-137a; la lettre d'al-Hāshimī (vit en 320 H.) à l'émir Abū'l-Faḍl Jaᶜfar b. al-Muktafī sur le calcul des radicaux, MS Paris 2457, 16, f. 76a-78a; la correspondance entre Abū Jaᶜfar al-Khāzin et le géomètre Ibrahim b. Sinān (296-335 H. 908 - 946 A.D.) qui commença sa carrière de chercheur à l'âge de 15 ans (Ibn ᶜIrāq, *Rasā'il: Taṣḥīḥ zīj al-Ṣafā'iḥ* (Hyderabad, 1948), p. 45; Ibrahim b. Sinān, *Rasā'il: Kitāb fī ḥarakāt al-shams* (Hayderabad, 1948), p. 70: la correspondance entre al-Buzjāni (m. 387 H.) et le cadi mathématicien Abū ᶜAlī al-Ḥubūbī (Ibn ᶜIrāq, *Rasā'il: Al-qusiyy al-falakiyya* (Hyderabad, 1948), p. 2; l'abondante correspondance d'Abū'l-Jād Ibn al-Layth avec ses contemperains: Al-Sijzī (Leiden Cod. Or. 168, 13, 108b-115) avec al-Bīrūnī *op.cit.*, f. 45a-54a); avec Ibn al-Ghādy? (*op.cit.*, f. 116-134a); avec Abū Jaᶜfar al-Khāzin (*op.cit.*, f. 102-108a); voir aussi notre article "*Tasbīᶜal-dā'ira*", *JHAS*, 1 (1977), 379-380, 373. Rappelons aussi la correspondance scientifique avec les pays musulmans de Fréderic II, (1194-1250 A. D.) qui connaissait l'arabe et aussi le grec, le latin, l'italien, l'allemand et le français (Amari, "Questions philosophiques adressées aux savants musulmans par l'empereur Frédéric II", *Journ. As.*, 5e s., I (1853), 240-274; A. F. Mehren, "Correspondance du philosophe soufi Ibn Sabᶜīn Abd oul-Haqq avec l'empereur Frédéric de Hohenstaufen sur l'immortalité de l'âme," *Journ. As.*, 7e s., 14 (1879), 342-344, 347; Aldo Mieli, *La Science Arabe* (Leiden, 1966), pp. 152, 209. G. Sarton, *Introd.*, vol.II, part II, p. 600 et pp. 575-579. Al-Qazwīnī, *Āthār al-bilād wa akhbār al-ᶜibād* (Göttingen, 1848), p. 310. (Voir aussi Ibn Khallīkān, *Wafayāt al-Aᶜyān*, vol. 4, (Caire, 1948), pp. 396 et suiv., où un habitant de Damas interessé par les mathématiques ecrit à Ibn Yūnus (Mossoul) et reçoit quelques mois plus tard la réponse à ses difficultés (en 633 H.) Arrêtant ici une énumeration que nous pourrions allonger considérablement disons la nécessité de la correspondance entre astronomes observant en des lieux différents pour concerter leurs observations et remarquons que dans de nombreux manuscrits les en-tête des mémoires ont disparu cachant ainsi le caractère épistolaire des écrits. D'autre part cette pratique est commune à toutes les branches du savoir. Ansi Āqā Buzurg, dans sa Ḍarīᶜa, vol. 2. (Najaf, 1355 H.), pp. 71-94, donne une longue énumération de 186 traités religieux, juridiques ou philosophiques composés en réponse à des questions posées par des correspondants, et il considére que la plus grande partie des mémoires dûs à la correspondance a dû se perdre.

la théorie des nombres en général. Diophante y est nommé expressément.[8] Ce mémoire que nous désignerons sous le sigle **M3** traite de la résolution en nombres entiers de $x^2+y^2=z^2$, de $x^2+(y^2)^2=z^2$, $x^2+y^2=(z^2)^2$ et d'un certain problème que l'on peut qualifier de diophantien, encore qu'il ne figure pas absolument dans l'Arithmétique de Diophante. Calculer x rationnel pour que x^2+K égale un carré de rationnel. Il existe un 2ᵉ mémoire d'Abū Jaᶜfar **M2** sur le même sujet: construction des triangles rectangles en nombres entiers, Paris MS 2457 fol. 86b–92b mais la méthode d'approche de la solution y est tout à fait différente.

L'auteur y construit un tableau numérique donnant tous les triplets (x, y, z) solutions de $x^2+y^2=z^2$ jusqu'à $z \leqslant 461$ et y étudie diverses propriétés de ces triangles.[9] Ce mémoire est apparemment antérieur à **M3** si on en juge par les inadvertances et les erreurs qui s'y rencontrent.[10] On sent que l'auteur n'a pas acquis la pleine maîtrise de son sujet alors que dans **M3** la solution de $x^2+y^2=z^2$ se présente sous une forme élégante, presque classique, comme on le verra. La préface de **M2** est intéressante du point de vue historique, elle nous apprend qu'Abū Jaᶜfar avait été précédé dans sa tentative par Abū Muhammad al Khujandī, mais que la formule établie par ce dernier pour la solution de $x^2+y^2=z^2$ n'était pas générale. De même Abū M. al-Khujandī avait cru démontrer l'impossibilité de $x^3+y^3=z^3$ en nombres entiers, mais Abū Jaᶜfar avait montré son erreur. Il en avait résulté une discussion entre les deux auteurs, discussion qu'avait suivie ᶜAbdallāh b. ᶜAlī l'arithméticien.

8. MS Paris 2457, ff. 213a, 214b.

9. Si x, y, z n'ont pas de diviseur commun alors la solution générale de l'équation $x^2+y^2=z^2$ est $z=a^2+b^2$, $y=a^2-b^2$, $x=2ab$, où a et b sont premiers entre eux, l'un pair, l'autre impair. Par suite pour obtenir toutes les valeurs possibles de z, Abū Jaᶜfar écrit dans une 1ère colonne, les nombres 1, 2, 3, ..., n; dans une 2ᵉ colonne leurs carrés $1^2, 2^2, 3^2, \ldots, n^2$. Il ajoute alors 1^2 à $1^2, 2^2, \ldots, n^2$ et écrit les sommes obtenues dans la ligne horizontale passant par 1. Puis il ajoute 2^2 à $2^2, 3^2, \ldots, n^2$, et écrit les resultats dans la ligne horizontale passant par 2. Il suffit de choisir dans les lignes horizontales les z impairs: a^2 et b^2 en découlent d'où y et x.

1	1	2	5	10	17	26	37
2	4	8	13	20	29	40	
3	9	18	25	34	45		
4	16	32	41	52			
5	25	50	61				
6	36	72					

Ainsi $17 = 1 + 16 = 1^2 + 4^2$.
Par suite $y = 4^2 - 1^2 = 15$ et $x = 2\cdot 4\cdot 1 = 8$.
$29 = 4 + 25 = 2^2 + 5^2$
Donc $y = 5^2 - 2^2 = 21$ et $x = 2\cdot 5\cdot 2 = 20$.

10. Les étourderies ou les erreurs sont fréquentes, semble-t-il, dans l'œuvre d'al-Khāzin. Le mémoire **M3** n'en manque pas; et voir: Abū Naṣr b. ᶜIrāq, *Taṣḥīḥ zīj al-ṣafā'iḥ* (*Rasā'il Abī Naṣr*, Hyderabad, 1948); Al-Bīrūnī, *Tamhīd al-mustaqirr*, (*Rasā'il al-Bīrūnī*, Hyderabad, 1948), pp. 77-78.

en même temps qu'il traduit l'Arithmétique de Nicomaque et revoit la traduction des Eléments d'Euclide[2] fait des propriétés des nombres l'objet de ses méditations et on lui doit des écrits qui restent parmi les œuvres mathématiques arabes les plus profondes en même temps qu'il frôle le raisonnement récurrentiel dans certaines relations numériques.[3] A en juger par la liste de ses ouvrages, il ne semble pas que Thābit se soit intéressé à l'Arithmétique de Diophante. De ce livre aucune trace non plus dans l'Algèbre pourtant si riche de Shujāᶜ b. Aslam, qui d'après nous a fleuri autour de 265 H.[4]

Dès le début du 4ᵉ siècle H. l'influence de Diophante se fait cependant sentir et elle persistera jusqu'à la fin du siècle et bien entendu au-delà. Al-Būzjānī (m. 387 H.), venu de la Perse Orientale touche Baghdad en 348 H.,[5] à un moment où Baghdad vit des années relativement calmes sous le règne du bouyide Muᶜizz al-dawla.[6] Il écrit un "Commentaire sur le livre de Diophante" un "livre d'initiation à l'Arithmétique" (théorie des nombres ou livre de Nicomaque ?), le "livre des démonstrations employées par Diophante et celles employées par l'auteur dans son Commentaire".[5] Or, avant d'arriver à Baghdad il avait reçu son instruction sur la théorie des nombres, *al-ᶜadadiyyat*, et les questions arithmétiques de ses oncles Abū ᶜAmr al-Maghazilī et Abū ᶜAbdallāh M. b. ᶜAnbasa, auteurs d'ouvrages perdus.[5]

Le mémoire que nous publions; Paris MS 2457, f. 204a – 215a, appartient à un auteur qui est également de la Perse Orientale: Abū Jaᶜfar Muḥammad b. al-Ḥusayn al-Khurāsānī al-Ṣāghānī al-Khāzin dont le nom et l'activité remplissent la première moitié du 4ᵉ siècle H.[7]

Objet du mémoire

Le mémoire d'Abū Jaᶜfar relève de cette catégorie d'ouvrages nés sous le signe de l'activité qui règne autour de l'Arithmétique de Diophante et de

La formule attribuée par Proclus à Platon pour la construction des triangles rectangles numériques était connue des Arabes: $[(m-1)(m+1)]^2 + (2m)^2 = (m^2+1)^2$. Elle figure, par ex., dans un mémoire anonyme dont il sera question plus tard (voir note 14).

2. *Al-Fihrist*, p. 385. Al-Qifṭī, *Ikhbār*, p.47; T. L. Heath, *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, (New York, Dover Publ., 1956), vol. 1, pp. 75-76.

3. F. Woepcke, "Notice sur une théorie ajoutée par Thābit b. Korrah", *Journ. As.*, 20 (1852), 4ᵉ s., 420-429 (sur les nombres amiables). Voir le jugement de G. Sarton sur les quadratures de Thābit, *Introd.*, vol. 1, p. 600.

4. Ibn Aslam, *Al-Jabr w'al-muqābala*, MS Qara Mustafa, 379. Adel Anbouba, *Un algébriste arabe*, (Beyrouth, 1963), Horizons Techniques du Moyen Orient, nº 2, pp. 6-15. Adel Anbouba, "L'algèbre arabe aux IXᵉ et Xᵉ siècles. Aperçu général," *Journal for the History of Arabic Science*, 2(1978), 66-100.

5. *Al-Fihrist*, p. 408; al-Qifṭī, p. 188.

6. Voir les évènements des années 336-350 H., dans Ibn al-Jawzī, *Al-Muntaẓim* (Hyderabad, 1357-8H.), vols. 6 et 7.

7. Pour quelques détails biographiques sur Abū Jaᶜfar (et ᶜAbdallāh b. ᶜAlī dont il sera question plus loin) on voudra bien se reporter à l'article Anbouba, "L'algèbre arabe", pp. 89-90. Voir aussi pp. 98-100.

Un Traité d'Abū Ja^cfar [al-Khazin] sur les triangles rectangles numériques

Adel Anbouba*

Introduction

L'intérêt des Arabes pour la théorie des nombres a commencé aussitôt que le 3e siècle H. A la base de cet intérêt se placent les trois livres arithmétiques des Eléments d'Euclide, le Xème, l'Arithmétique de Nicomaque de Gérase, l'arithmétique de Diophante, certaines questions de quadratures et à n'en pas douter des traités ou fragments de traités grecs obscurs qui ne nous sont pas parvenus, voir même des passages de philosophes grecs.[1] Th ābit b. Qurra

* Institut Moderne du Liban, Fanar-Jdaidet, Beyrouth, Liban. Cet article envoyé à l'edition aussi tôt que mai 1978 a subi, comme on le voit, un retard accidental assez long. Entre temps nous avons appris que le Dr. Ahmad Saidan avait publié dans la revue *Dirāsāt*, de l'Université Jordanienne, (décembre 1978), le mémoire objet de notre article (avec une analyse en langue anglaise): Paris MS 2457, 49 (non 41), ff. 204a- 215a. Nous nous sommes demandé alors si nous ne renoncerions pas à notre publication. Mais outre qu'une variété d'éditions d'un même texte ancien peut être de quelque utilité pour les chercheurs, nous avons pensé que la partie française de notre article en justifiait l'apparition. Il est vrai que le Dr. Saidan écrit: "This is the text of the tract translated by Woepcke in *Atti dell' Acc. pontif. d. nuovi Lincei* 14 (1861). It is edited to form chapter two. . ." (*op.cit.* p.7). En fait, Woepcke dont la vie fut, hélas, assez brève, n'a pas traduit en français le texte concerné ici, mais: Paris MS 2457, 19, ff. 82-86a, fragment d'un traité anonyme et MS 2457, 20, ff. 86b-92a d'Abū Ja^cfar dont on trouvera l'analyse française dans Woepcke, *op.cit.* pp. 211-227, 241-269; et pp. 301-324, 343-356 respectivement. Nous profitons de cette occasion pour remercier ici le Conservateur des manuscrits orientaux à la Bibliothèque Nationale de Paris, Mlle M.-R. Séguy dont nous avions sollicité et obtenu, au début de 1978, l'autorisation de publier le mémoire d'Abū Ja^cfar. Notre reconnaissance va également à Mlle M.-T. Debarnot qui a lu avec beaucoup de soin le sommaire français de notre article et dont les remarques et les suggestions nous ont permis de reprendre la rédaction de certains passages et d'y apporter des rectifications.

1. Nous ignorons si des commentaires de l'Arithmétique de Nicomaque furent traduits en arabe; la chose est plausible, les noms des commentateurs Proclus, Jean Philopon, Jamblique n'étaient pas étrangers aux Arabes. (Al-Qifṭī, *Ikhbār al-^culamā'* (Caire, 1326 H.), pp. 44, 70, 232. G. Sarton, *Introduction to the History of Science* (Baltimore, 1927) vol. 1, pp. 253, 351. T. L. Heath, *A Manual of Greek Mathematics* (Oxford, 1931), p. 62. Al-Qifṭī cite de Proclus d'Alexandrie un ouvrage sur "la nature des nombres, en 4 livres" (Dans l'édition, Proctus pour Proclus). Ibn al-Nadīm nous apprend qu'on avait écrit des abrégés du livre de Nicomaque (*al-Fihrist*, Caire, s. d. p. 391). On doit à al-Kindī (m. 257 H.) un mémoire sur les nombres employés par Platon dans sa *Politique* (*al-Fihrist*, p. 373). Al-Samaw'al 6e s. H. cite un livre sur les nombres, apparemment apocryphe, attribué à Pythagore. (*Al-Bāhir*, éd. Ahmad et Rashed, (Damas, 1972), pp. 9, 120, 122. Que l'on compare les nombres évoqués comme bases de numération par al-Jāḥiẓ (*al-Tarbī^c w'al-tadwīr*, éd. Pellat, (Damas, 1955), p.81) et le nombre choisi par Platon pour la population de la cité idéale (*Les Lois*, III, VI, coll. des U. de France, Tome XI, 2e p., trad. E. des Places, (Paris, 1951), p. 92).

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

المصدر الأصيل لهيئة الكواكب المنسوبة الى قطب الدين الشيرازي

جورج صليبا

لقد نُشرت قبل اثنتي عشرة سنة دراسة* وصفت فيها هيئة الكواكب العليا كما ارتآها قطب الدين الشيرازي . وفي تلك الدراسة اثيرت بعض الشكوك حول تلك الهيئة وحول كونها من ابتكار قطب الدين نفسه ام انه اخذها عن فلكي سابق له .

في هذا المقال نثبت نصاً من مخطوط محفوظ في اكسفورد تحت رقم مارش ٦٢١ نبرهن فيه ان الهيئة المنسوبة الى قطب الدين الشيرازي كانت في الواقع من تأليف الشيخ الامام مؤيد الدين العرضي الذي صنف هيئته تلك قبل مجيئه الى مراغه وقبل ان يؤلف قطب الدين هيئته بحوالي ثلاثين سنة تقريبا . ولما كانت الهيئتان متطابقتان كان لا بد من اعتبار هيئة قطب الدين نسخة عن الهيئة التي ابتكرها مؤيد الدين العرضي .

والنص الذي يثبت عدم اصالة هيئة قطب الدين هو ما قاله هو بنفسه في كتابه « نهاية الادراك » والذي الفه سنة ١٢٨١ م ، حين قال :

« قال بعض افاضل المتأخرين من اهل الصناعة ههنا ان الشيء الذي يجعل علامة لمبدأ حركة يجب ان يكون ساكناً بالنسبة الى المتحرك ليكون تباعد المتحرك عنه وتقاربه اليه بحركة المتحرك وحده » .

فلا يمكن ان يكون قطب الدين يتكلم عن نفسه عندما يذكر « بعض افاضل المتأخرين » وعندما ينسب الى هذا المجهول رأياً لا يوافقه عليه . اما المجهول هذا فليس سوى مؤلف المخطوط مارش ٦٢١ وهو مؤيد الدين العرضي المتوفي سنة ١٢٦٦ م اذ يقول :

« ان الشيء الذي يفرض علامة لمبدأ حركة متحرك يجب ان يكون ساكناً بالنسبة الى المتحرك ليكون تباعد المتحرك عنه وتقربه اليه انما هو بحركة المتحرك وحده » (مارش ٦٢١ ص ١٢٤ ظ) .

ونظراً لاهمية هذا المخطوط (مارش ٦٢١) التاريخية فقد قمنا باعداده للطبع في مكان آخر وافردنا هنا ملحقاً عربياً يقتصر فقط على هيئة الكواكب العليا ترجمناه الى الانكليزية كنموذج لعمل العرضي وكبرهان على كونه هو الواضع لهذه الهيئة وليس قطب الدين الشيرازي .

اما اهمية هذه الهيئة الجديدة التي ابتكرها العرضي فيمكن في كونها اول هيئة تُكتشف الى الآن وفيها يستطيع العرضي ان يرد بشكل ناجح على عيوب هيئة بطلميوس اليوناني . ولتبيان الفرق بين هيئة العرضي وهيئة بطلميوس ارفقنا النص برسوم تبين هيئة الكواكب العليا كما توهمها كل من هذين الفلكيين .

اما الاشكال الوارد في هيئة بطلميوس والذي تمكن العرضي ان يتجنبه فيلخص في هيئة الكواكب العليا في ان بطلميوس جعل مركز فلك التدوير يدور بسرعة مستوية حول مركز جديد غير مركز حامله سمّاه مركز معدل المسير . وهذا مستحيل كما بين ذلك ابن الهيثم في القرن الحادي عشر الميلادي .

اما مخطوط اكسفورد فلا يحوي سوى وصفا لهذه الافلاك وحركاتها . والرسم الوحيد المرفق بالنص اشير اليه على الهامش بعبارة « هذا الشكل خطأ » . لذلك رأينا ان نعيد رسم هيئة هذه الافلاك حسب مقتضيات النص واثبتناها تسهيلاً للقارىء الذي يود تتبع الوصف الهندسي لهيئة العرضي الجديدة .

نخلص الآن الى القول بان الملحق العربي يعطينا لمحة ولو وجيزة عن اعمال العرضي وعن الدور الذي لعبته هذه الاعمال في كتابات الفلكيين الآخرين من امثال قطب الدين الذين لم يذكروا هيئة العرضي فحسب بل رأوا ان يوردوها كاملة في كتبهم ويتبنوها حتى تحسب وكأنها من اعمالهم هم . اضف الى ذلك ان هذه الاعمال الفلكية للعرضي وغيره تشير الى نشاط لم يسبقه مثيل من حيث الاصالة العلمية طوال القرون الوسطى . ولن نتمكن من التعرف على هذا النشاط بشكل دقيق قبل ان يتم لنا استرجاع هذه النصوص ودراستها دراسة علمية وافية .

أبو الوفاء البوزجاني ونظرية ايرُن الاسكندراني

ا. س. كندي و مصطفى موالدي

تحنوي مخطوطة المكتبة الظاهرية بدمشق ذات الرقم – ٤٨٧١ – على عدد من التحقيقات العربية للمقاطع الفلسفية من العصور القديمة ، وقد حقق ونشر العديد منها إن ما تبقى من المخطوطة نفسها يتضمن العديد من الاعمال العلمية والقسم الاكبر منها وحيد وله اهمية تاريخية كبيرة .

وهذه الدراسة تناقش احد نصوص المخطوطة ، وهي دراسة صغيرة تتناول الصفحة رقم / ٨٢ / من المخطوطة .

لقد ذُكر في بداية النص اسم شخصيتين هامتين وكلتاهما معروفة في تاريخ العلوم الدقيقة أولاهما أبو الوفاء البوزجاني (٩٤٠ – ٩٩٨ م) المهندس والفلكي والرياضي (واضع البرهان للمسألة المبحوثة) وُلد في بوزجان وعمل وتوفي ببغداد ، ثانيتهما الفقيه أبو علي الحسن بن حارث الحبوبي ، كان الحبوبي معاصراً للبوزجاني ، كما يؤكد ذلك النص المدروس وكذلك ابو ناصر منصور بن عراق حيث يشير الى رسالة ارسلها مع ابي الوفا الى الحبوبي تتضمن بعض التطورات في المثلثات الكروية .

وهذه المسألة استرعت اهتمام العديد من العلماء كأرشميدس وايرُن والبيروني والخــازني وغيرهم وتناولوها بالبحث والدراسة وببراهين عديدة ومختلفة .

وبرهان مخطوطة الظاهرية كان جواب ابي الوفاء البوزجاني عما سأله الفقيه ابو علي الحسن بن حارث الحبوبي عن ايجاد مساحة المثلث بدلالة الاضلاع بدون معرفة الارتفاع ، ويعبر البوزجاني عن نص المسألة كما يلي : [اذا اردنا ذلك ضربنا نصف مجموع ضلعين من اضلاعه (المثلث) اي ضلع كان في مثله ونقصنا من المجتمع مضروب نصف الضلع الثالث في مثله وحفظنا الباقي ثم ضربنا فضل نصف مجموع الضلعين الاولين على احدهما في مثله ونقصنا ذلك من مضروب نصف الضلع الثالث في مثله فيما بقي ضربناه فيما حفظناه اولاً واخذنا جذر المجتمع فما كان فهو مساحة المثلث] ، فبالعودة الى الرسم الموجود في البحث الاصلي صفحة (23) من هــذه المجلة يمكن كتابة العلاقة بالطريقة الحديثة وبالرموز على الشكل التالي :

$$\sqrt{\left[\left(\frac{c+b}{2}\right)^2-\left(\frac{a}{2}\right)^2\right]\left[\left(\frac{c-b}{2}\right)^2-\left(\frac{a}{2}\right)^2\right]}$$

حيث ($c=\overline{AB}$ ، $b=\overline{AG}$ ، $a=\overline{GB}$) وهي اطوال اضلاع المثلث

فقد انطلق البوزجاني لبرهان مسألته من الفرضيات التالية :

اخذ مثلثاً مـا $\overset{\Delta}{ABG}$ مدد الضلع $\overline{AB}$ الى H بحيث يكون $\overline{AH}=\overline{AG}=b$ ، ونصّف $\overline{BH}$ في Z ، و $\overline{BG}$ في E ، واسقط العمود $\overline{AD}$ على a ، ورسم نصفي دائرة BTZ و BLE قطراهما BZ ، BE على الترتيب .

ورسم الأطوال التالية بحيث تكون على الشكل التالي :

$$\overline{BT}=\overline{BE}$$
$$\overline{EL}=\overline{AZ}$$
$$\overline{BY}=\overline{DE}$$
$$\overline{BK}=\overline{AZ}$$

وللبرهان على مسألته اعتمد على مقدمتين وهما :

المقدمة الاولى : $\dfrac{\overline{HB}}{\overline{BG}}=\dfrac{\overline{DE}}{\overline{AZ}}$

ولبرهان المقدمة الأولى اعتمد بشكل أساسي على العلاقة التالية :

$$\overline{BA}^2-\overline{AG}^2=\overline{BD}^2-\overline{DG}^2$$

وعلى نظرية فيثاغورث

المقدمة الثانية : $\overline{TZ}^2-\overline{YK}^2=\overline{AD}^2$

وللبرهان على المقدمة الثانية فقد انطلق البوزجاني من العلاقة التالية :

$$\overline{BZ}^2+\overline{ZA}^2=2\,(\overline{BZ}\cdot\overline{ZA})+\overline{AB}^2$$

حيث $\overline{BZ}^2=\left(\frac{b+c}{2}\right)^2$ ، $\overline{ZA}^2=\left(\frac{b-c}{2}\right)^2$

أما البرهان الاساسي لمسألته التي يمكن أن تصاغ كالتالي :

$$(\overline{BZ}^2-\overline{BE}^2)\,(\overline{BE}^2-\overline{AZ}^2)=\overline{ABG}^2$$

حيث لدينا وبالاعتماد على نظرية فيثاغورث

$$\left.\begin{aligned}(\overline{BZ}^2 - \overline{BE}^2) = (\overline{BZ}^2 - \overline{TB}^2) = \overline{TZ}^2 \\ (\overline{BE}^2 - \overline{AZ}^2) = (\overline{BE}^2 - \overline{EL}^2) = \overline{BL}^2\end{aligned}\right\}$$

وانطلاقاً من المقدمة الاولى :

$$\frac{\overline{HB}}{\overline{BG}} = \frac{\overline{DE}}{\overline{AZ}} \Rightarrow \frac{2\overline{ZB}}{2\overline{BE}} = \frac{\overline{DE}}{\overline{AZ}} \Rightarrow \frac{\overline{ZB}}{\overline{BE}} = \frac{\overline{DE}}{\overline{AZ}}$$

وذلك بالاعتماد على

$$\frac{\overline{ZB}}{\overline{BT}} = \frac{\overline{YB}}{\overline{BK}} \text{ (1) } (\overline{BE} = \overline{BT} \text{ و } \overline{YB} = \overline{DE} \text{ و } \overline{AZ} = \overline{BK})$$

ينتج من العلاقة (1) ان المثلثين $\overset{\triangle}{YKB}$ ، $\overset{\triangle}{ZTB}$ متشابهان

$$\hat{K} = \hat{T} = \text{قائمة} \Rightarrow \overline{YK} \, // \, \overline{TZ}$$

من تشابه المثلثين يمكن كتابة العلاقة التالية :

$$\frac{\overline{TZ}}{\overline{KY}} = \frac{\overline{TB}}{\overline{BK}} \Rightarrow \frac{\overline{TZ}^2}{\overline{KY}^2} = \frac{\overline{TB}^2}{\overline{BK}^2} \Rightarrow \frac{\overline{TZ}^2 - \overline{KY}^2}{\overline{TZ}^2} = \frac{\overline{TB}^2 - \overline{BK}^2}{\overline{TB}^2} \quad (2)$$

واعتماداً على العلاقات التالية :

$$\begin{cases}\overline{TZ}^2 - \overline{KY}^2 = \overline{AD}^2 & (\text{المقدمة الثانية}) \\ \overline{TB}^2 - \overline{BK}^2 = \overline{BL}^2 & (\text{وذلك بتطبيق نظرية فيثاغورث على المثلث } \overset{\triangle}{EBL}) \\ \overline{BE} = \overline{BT} & (\text{فرضاً})\end{cases}$$

وبعد تعويض العلاقات الثلاث السابقة في العلاقة (2) ينتج لدينا

$$\frac{\overline{AD}^2}{\overline{TZ}^2} = \frac{\overline{BL}^2}{\overline{BE}^2}$$

وبما ان $\overline{AD}$ الارتفاع ولدينا $\overline{BE} = \frac{a}{2}$ اذاً

$$\overline{AD}^2 \cdot \overline{BE}^2 = \overline{ABG}^2 \text{ مساحة } = \overline{TZ}^2 \cdot \overline{BL}^2 \quad (3)$$

وبتطبيق نظرية فيثاغورث على المثلث $\overset{\triangle}{ZTB}$ ينتج

$$\overline{TZ}^2 = \overline{BZ}^2 - \overline{BT}^2 .$$

وبما أن $\overline{BT} = \overline{BE}$ اذاً

$$\overline{TZ}^2 = \overline{BZ}^2 - \overline{BE}^2 \qquad (4)$$

وكذلك بتطبيق نظرية فيثاغورث على المثلث $\overset{\triangle}{ELB}$ ينتج

$$\overline{BL}^2 = \overline{BE}^2 - \overline{EL}^2$$

وبما ان $\overline{EL} = \overline{AZ}$ ينتج

$$\overline{BL}^2 = \overline{BE}^2 - \overline{AZ}^2 \qquad (5)$$

وبتطبيق (4) و (5) على (3) ينتج :

$$\overline{ABG\ \text{مساحة}}^2 = \overline{TZ}^2 \cdot \overline{BL}^2 = (\overline{BZ}^2 - \overline{BE}^2)(\overline{BE}^2 - \overline{AZ}^2)$$

وبذلك نتوصل الى برهان مسألة مساحة المثلث بدلاله الأضلاع للبوزجاني وبشكل مختصر، بينما نجد في القسم الأجنبي من هذه المجلة البرهان الكامل للمسألة مع مناقشة النص العربي وتحقيقه ومقارنة برهان البوزجاني مع حلول أخرى للمسألة نفسها بدءاً من حل أرشميدس .



بقاء علم الفلك العربي في العبرية

ب. غولدستاين

إن المخطوطات العبرية مصدر هام للعلوم العربية ، وهي كثيراً ما تحتوي على نصوص لم تصلنا إلا بواسطتها . ويمكن التمييز بين ثلاثة أنواع للنصوص : ا — نصوص عربية مكتوبة بالحرف العبري ، ب — ترجمات إلى العبرية ح — مقالات عبرية أصلية مبنية على الأصول العربية .

نجد في الفئة الأولى نسخاً عن المجسطي : ملخص لمؤلف مجهول للمجسطي ، وإصلاح المجسطي لجابر بن أفلح ، وكتاب التبصرة في علم الهيئة للخراقي ، والزيج الجديد لابن الشاطر .

ونجد في الفئة الثانية ترجمتين للمجسطي ، وكتاب البطروجي عن مبادىء علم الفلك ، ثم كتاب نور العالم ليوسف بن نحمياس ، والزيج ليوسف بن الوقار ، والزيج للملك ألفونسو ، والزيج أو الغ بك .

ونجد في الفئة الثالثة كتاب الزيج لابراهيم بارحييا المستند على كتاب البتاني ثم كتاب الزيج الشعبي المسمى بالأجنحة الستة لايمانويل بونفيس من تاراسكون وقد ترجم هذا العمل فيما بعد إلى اللاتينية واليونانية البيزنطية ؛ ويوجد أيضاً في الفئة الثالثة كتاب الزيج مع لوائح لليوي بن جيرسون ، وهذا العمل يستند إلى نسخ جديدة وهو مأخوذ عن ارصاده الخاصة .

وثمة عملان لهما أهمية خاصة وهما :

١ — نص عربي مجهول مكتوب بالحرف العبري ، ومأخوذ عن النص اللاتيني لكامبانوس من نوڤارا (في ايطاليا) ؛ وهو مثال فريد للنصوص الفلكية المترجمة من اللاتينية إلى العربية .

٢ — واللوائح الفارسية لشلومو بن الياهو من سالونيكي وهي مترجمة من اليونانية إلى العبرية ومستندة في الأساس إلى الزيج السنجري للخازني ، والزيج العلائي للفهاد .



السيمياء الاسلامية وولادة الكيمياء

سيد حسين نصر

ان السيمياء هي في آن واحد علم الكون ، وعلم الروح المقدس ، وعلم المواد ، وعلم متمم لبعض فروع الطب التقليدي . وهي ليست الكيمياء الأولية بالرغم من انها تعالج المواد الطبيعية من وجهة نظر معينة ولا هي أيضاً أصل الطريقة العلمية الحديثة ، بالرغم من أنها اهتمت بأدق معاني التجربة والتجريب ، ذاك أن التجربة الداخلية وحدها هي التي تؤدي الى اليقين وتظل التجربة الخارجية ظلاً باهتاً لها . ويهدف السيميائي التقليدي الى تحويل الطبيعة بحيث يعيدها الى كمالها الأصلي الذي هو من صلب الواقع .

استطاعت السيمياء الاسلامية ان تحتفظ عبر القرون بصفة روحية متكاملة متحدة مع الصوفية ومدارس أخرى فنية ، إضافة الى أنه في الاسلام زُرعت أول بذور علم الكيمياء ، بالرغم من أن النظرة الرمزية للطبيعة السائدة لم تسمح إطلاقاً للنظرة الدنيوية نحو المواد المادية بان تهيمن .

ان ظهور الكيمياء مرتبط بولادة مدرسة فلسفية على هامش الحياة الفكرية الإسلامية وهي متجهة نحو تغيير في وجهة النظر الفكرية التي تتماثل مباشرة مع الفرق الشاسع بين وجهات نظر السيمياء والكيمياء . واكثر من ذلك فإن أحداث هذه المدرسة الفلسفية الهامشية وولادة الكيمياء تعود الى فترة مبكرة من التاريخ الاسلامي وتتعلق باثنين من أشهر الشخصيات في العلوم الاسلامية وهما : جابر بن حيان المسمى باللاتينية جبر (Geber) والذي توفي في القرن الثالث الهجري الموافق للقرن التاسع الميلادي . ومحمد بن زكريا الرازي المسمى باللاتينية رازس (Rhazes) والمتوفي في القرن الرابع الهجري الموافق للعاشر الميلادي .

لم تعرف حوليات السيمياء الاسلامية شخصين ألمع من هذين الرجلين اللذين أظهران عبقرية متعددة الجوانب ، كل منهما كان سيداً شهيراً في السيمياء وتعتقد الأجيال التالية في عالم السيمياء الغربي والاسلامي أن كليهما انتميا الى ذات المدرسة . لكن دراسة حول كتابات كلا الرجلين تظهر بوضوح أنه بالرغم من أن الرازي استخدم لغة السيمياء الجابرية لكنه كان في الواقع لا يعالج السيمياء بل الكيمياء . . . نستطيع أن نقول أن الرازي حول

السيمياء الى كيمياء بالرغم من بقاء السيمياء من بعده زمناً طويلا واستمرار العالم الاسلامي برعايتها .

إتبع الرازي بدقة مصطلحات السيمياء الجابرية ولم يتبنّ من جابر التسميات الفنية فحسب بل تبنى أيضاً عناوين الكتب ، إن عدداً كبيراً من مؤلفات الرازي في هذا المجال تحمل ذات العناوين التي استعملها جابر بينما البعض منها ليس الا تعديلات لأسماء اعمال تعود الى مجموعة جابر الكاملة .

ومن ثم يمكن السؤال لماذا سميت اعمال الرازي بأول كتب الكيمياء في تاريخ العوم . لدينا عدة أعمال في السيمياء للرازي . كالمدخل التعليمي الذي خدم كأساس للقسم عن السيمياء في مفاتيح العلوم . والأكثر أهمية هو كتاب سر الأسرار المعروف في العالم الغربي « Liber Secretorum Bubacaris » وفي كل هذه الأعمال هنالك وصف وتصنيف للمواد المعدنية والعمليات الكيماوية والآلات وغيرها... بحيث يُستطاع ترجمتها بسهولة الى اللغة الكيميائية الحديثة. ليس هناك إهتمام بالوجه الرمزي للسيمياء في مناقشة المعادن وتحولاتها كرموز لتحولات الروح . فالتطابق بين العالم الطبيعي والعالم الروحاني الذي يشكل أساس النظرية العامة للسيمياء قد اختفى معظمها وتركنا مع علم يعالج المواد الطبيعية التي تؤخذ بعين الاعتبار من حيث حقيقتها الخارجية فقط علماً بأن لغة السيمياء وبعض أفكارها ما زالت باقية .

يجب أن نفتش عن سبب خروج الرازي عن النظرة السيميائية في موقفه الفلسفي الخاص كما أننا نعلم في الكثير من المراجع اللاحقة من ضمنها البيروني الذي كان يؤيده علمياً ، نعلم بأن الرازي كتب العديد من الاعمال ضد الدين النبوي وحتى أنه رفض النبوة على هذا الشكل بمفهومها العام وعندما نحلل المواقف الدينية والفلسفية المقتضية في موقف الرازي نجد السبب واضحاً في تحويله للسيمياء الجابرية الى الكيمياء وفقاً للمفهوم الاسلامي المعد لفئة معينة فقط ان علوم الطبيعة مرتبطة بعلم الوحي. فالوحي له مظهر ظاهر ومظهر باطن وعملية التحقيق الروحي تقتضي البداية من الظاهر والوصول في النهاية الى الباطن. فهذه العملية تسمى بالتأويل، وإذا طبقنا هذا التأويل على الطبيعة فإنه يعين إختراق ظواهر الطبيعة ليكشف عن كنه الأشياء وهذا يعني التحويل من الحقيقة الى الرمز لرؤية الطبيعة ، ليست الرؤية التي تحجب العالم الروحي بل التي تكشف عنه .

فالسيمياء هي تماماً علمٌ كهذا مبني على اساس الظواهر الطبيعية وبصورة خاصة مملكة المعادن وليس كحقائق بحد ذاتها بل كرموز لمستوى أرفع للحياة .

فجابر بينما كان لو يهتم أيضاً بالحوادث الطبيعية لم يفصل ابداً الحقائق في عالم الطبيعة عن محتواها الرمزي الروحي وميزانه الشهير لم يكن محاولة لقياس مقادير دراسة الطبيعة في مفهومها الحديث بل « لقياس ميول عالم الروح » ان انهماكه بالرموز الأبجدية والرقمية في دراسة الظواهر الطبيعية كتحديد عالم الروح برموز السيمياء بصورة خاصة كلها تشير الى أن جابر كان يطبق عملية التأويل على الطبيعة لكي يفهم معناها الباطن .

فالرازي عند رفضه للتنبؤ وعملية التأويل التي تعتمد عليه يرفض أيضاً تطبيق هذه الطريقة على دراسة الطبيعة ، وبهذا حوّل السيمياء الجابرية الى كيمياء ، هذا لا يعني أنه توقف عن استعمال المصطلحات أو الافكار السيميائية ولكن من وجهة نظره لم يكن هناك بعد أي ميزان لقياس ميول عالم الروح أو أي رموز تصلح كجسر بين عالم الظواهر وعالم الأشياء حيث مفاهيمها كما هي في ذات نفسها .

تمت دراسة حقائق الطبيعة كما هي من قبل ولكن كحقائق وليست كرموز وتمت دراسة السيمياء ليس كدراسة السيمياء الحقيقية بل بدراسة كيمياء بدائية فلذلك ارتبط موقف الرازي الديني والفلسفي مباشرة بوجهات نظره العلمية وكان مسؤولاً عن هذا التحول . في الواقع ان حالته تظهر احدى أوضح المثل حيث الأمور الفلسفية والدينية لعبت دوراً في الكثير من التطورات الهامة في العلوم وتاريخ العلوم بصورة عامة، وهي تظهر العلاقة الوثيقة بين وجهة نظر المرء نحو علوم الطبيعة ورؤيته عن الحقيقة كما هو في حد ذاته .

لكن الحضارة الاسلامية رفضت الآراء الفلسفية للرازي وأمثاله وظلت مخلصة لروحها الشعبية الخاصة وعبئها الذي اثقلتها به الأيدي الإلهية أي حمل رسالة القرآن للإنسانية حتى نهاية العالم . سمحت هذه الحقيقة للإسلام بأن يحتفظ الى يومنا هذا بالرغم من كل تغيرات الزمن بمعرفة ومزاولة السيمياء الداخلية التي تجعل من الممكن القيام برعاية الذهب الذي هو هدف الحياة الإنسانية والذي يسمح للإنسان بأن يلعب الدور المرسوم له وأن يعمل كالجسر الواصل بين السماء والأرض وكالعين التي من خلالها يرى الله خلقه وكالمنفذ الذي تعبر الرحمة السماوية من خلاله الى الارض فتخصبها .



مثال حاسم على تأثير مباحث علم النفس في العلوم والحضارة الإسلامية : بعض العلاقات ما بين علم النفس عند إبن سينا وفروع أخرى لفكره والتعاليم الإسلامية

روبرت هول

كانت نظرية علم النفس، هي محور الإهتمام في العالم الاسلامي في العصور الوسطى وكان ابن سينا الشخصية الرئيسية في تاريخ الفكر الاسلامي . ومن ثم نستطيع القول ان علم النفس كان مركز اهتمام ابن سينا و « واسطة العقد » في أعماله حتى أن نظرياته نالت أهمية عظيمة في تاريخ علم النفس . وفي الحقيقة لم يكن لإبن سينا منافس في العصور الوسطى الإسلامية والغربية (وأضف قولي : وحتى في عصر النهضة) لم يكن له منافس سوى ابن رشد (١١٢٦ – ١١٩٨ م) . وأعتقد ان كنت على حق ، أن علم النفس عند ابن سينا أخذ معانٍ ودلالات أبعد في تاريخ الفكر الإسلامي . لأن النظام الفلسفي الذي أبدعه كان نقطة تحولٍ كلي في تاريخ الفلسفة والعلوم والتحقيق النظري – وحتى في التحقيق الديني – في العالم الاسلامي اذ دار معظم تفكير ابن سينا حول تحليل العواقب النفسية . لذلك يجب أساساً وقبل كل شيء فهم تعاليم ابن سينا ومذاهبه النفسية فهماً صحيحاً من أجل تحليل تاريخ الفكر الاسلامي أو بالأحرى الفهم السليم لسياق العلوم الاسلامية .

وكان كتاب الشفاء لإبن سينا أطول عرض نظامي متكامل للفلسفة (وأعني بالفلسفة الفلسفة الإسلامية فقط للمفهوم الذي وضعه اليونان) في الفترة الكلاسيكية . ولكن بالرغم فمن من ذلك الممكن أن نقول (حسب وجهة نظر بعض الباحثين المعصرين) أن كتاب الشفاء والأعمال الفلسفية الأخرى لإبن سينا احتوت على تحول جوهري في تقاليد الفلسفة الإسلامية والشاهد على ذلك التهم التي صبّها إبن رشد على إبن سينا لتخليه عن المبادىء الأرسطوطليسية البحتةو الفلسفةالروحيةالبحتة التي إستطاع نصير الدين الطوسي (١٢٠١– ١٢٧٤) أن يحدثها من خلال تفسير إبن سينا في شرح الإشارات وفي كتب أخرى .

إن السياق الفلسفي الذي ضم في القرنين التاسع والعاشر المنطق والرياضيات والفلسفة الطبيعية والعلوم الطبيعية على المبدأ الرياضي وعلم ما وراء الطبيعة وعلم الأخلاق والسياسة إن هذا السياق إحتفظ بشيء من نظرية أرسطو الأصلية للبحث والتطور التصاعدي للمعرفة ولكن فيما بعد أصبح ذلك دراسة تمهيدية بحتة ولو أنها أساسية لنوع من المعرفة

الإستشراقية المباشرة وعلى وجهه الإفتراض أكثر قيمة وأصبحت في آخر الأمر تفسر في المدارس الإيرانية الحديثة بالمعرفة الروحية بالرغم من كوني لا أستطيع أن أكشف عن مذهب باطني حقيقي لا في أعمال إبن سينا — وبالتأكيد — ولا في الفصل المستشهد منه مراراً عن مقامات العارفين في كتاب الإشارات مع ذلك كانت المقومات الإشراقية بارزة بوضوح وكانت الأرض ممهدة تماماً للتطور الروحي بفضل فلسفة إبن سينا .

وأنا متأكد أن القوة المحركة وراء هذا التحول للفلسفة مستمدة من البحث الفلسفي عـــن الروح أو بالأحرى عن المعاني المتضحة التي تعطيها مبادىء علم النفس في كل مجالات التحقيق الفلسفي تقريباً . إن ذات النتائج النفسية الأساسية ذاتها أدركها في النهاية المتكلمون (علماء الدين الأسلامي الذين يبحثون وفق البراهين العقلية) كما كانوا يسمون بعض الصوفيين ذوي الميول الفكرية وبالفعل كل المسلمين المثقفين في ذلك العصر إن المهمة الأساسية في تطور الفكر الإسلامي الكلاسيكي كانت توسيع النمط النظري للحضارة الدينية المبنية على القرآن . وبعد ذلك فليس من المستغرب وجود مناقشة عامة نادراً ما تقع بين الفئات المتضادة للمفكرين المسلمين كالقضاة العصميين ، وعلماء الدين (المتكلمون) والفلاسفة والصوفيين والإسماعيليين وإن لهذه المناقشة تأثير توجيهي عظيم على الحضارة هذه المناقشة التي كانت كثيراً ما تنصب على أمور علم النفس . إن السؤال عن الروح ومشاكل المعرفة الصحيحة والإيمان الحق ووثيقة الإرتباط بهغدا الإهتمام الرئيسي وربما الأساسي الأكبر للمفكرين المسلمين .

(ثم يتابع المؤلف في توضيح طريقة إبن سينا ونتائجه بالفحص المفصل بدقة لمعالجة لكلتا المشكلتين المنفصلتين ، مشكلة علم الأجنة ومشكلة الأساس التجريبي للمعرفة . إن حل المشكلة الأولى هو تعديل للحل الذي قدمه أرسطو وأما حله للثانية فهو حل يتعارض جذرياً مع حل أرسطو . وإن عرض هذه الأمور يأخذ معظم البحث وهو مدروس بدقة وفنية إلى درجة عالية غير ملخص هنا . نرجو من قارئنا المهتم أن يعود إلى الأصل الإنكليزي. أما الإستنتاجات فهي فيما يلي. (المحررون) .

لا نستطيع أن ننكر ذكاء أو على الأقل دقة التأليف الفلسفي الذي أنجزه ابن سينا . لقد قدم حلولاً للمسائل النفسية الأساسية التي كانت تواجهه وحتى إذ أنه ترك مجموعة من الأسئلة الثانوية في علم الوجود دون جواب . بإستخدامه لطريقة عرض غير مباشرة ممتازة قدم إبن سينا تفسيراً لا يتوافق مع تعاليم أرسطو عن إكتساب المعرفة وهذا التفسير ترك إبن سينا في تمام الموقف الإشراقي المعتدل الذي أراده . لقد كان تحليل التجربة في كتاب البرهان خطوة حاسمة في تثبيت مبادئه النظرية للمعرفة . من الممكن ان تكون التجربة ذات فائدة ولكن كان لها دور محدود جداً ولم يكن هناك مثال حيث لا يستطيع تجنبها في النهاية . التجربة تعود إلى القدرة الاستنتاجية والمعرفة إلى الفكر ، والأساس الفعال للتفكير يكمن في مكان سماوي. إن إقامة إبن سينا لنظرية التفكير الخارجي للمعرفة كانت الأكثر حسماً . ولقد ناقشت في تحديد العلاقة التالية للعلوم اليونانية وأنصارها مع أتباع الطرق الأخرى للمعرفة في الأسلام .

لقد نسبت موقف إبن سينا من المعرفة التجريبية إلى إعتماد المسلمين الجوهري في الخلاص الشخصي . وإلى هذا أيضاً نسبت تفسير نفخ الروح في الجنين الأنساني المعروض في كتاب الحيوان . أخيراً وبما أن الفردوس كان سيقدم التفكير الخالد كأعظم مكافأة كان من هذا المضمار ولادة مشاكل علم الوجود الرئيسية . لقد قام إبن سينا بخطوات مختلفة ليوفق ما بين التفكير الواقعي مع التمييز الروحي ولكنه لم ينجح نجاحاً حقيقياً .

إن المناقشات في هذا البحث يجب أن تكون قد وضحت العلاقة الكبيرة بين فلسفة إبن سينا وعلم النفس عنده والإعتماد الحاسم لنظامه على تطوير نظرية الروح العامة المستقيمة علاوةً على ذلك إن العالم الفكري الإسلامي في القرن التاسع المتقدم والعاشر وبداية القرن الحادي عشر يصح القول أن نسبة عالية من النتائج الرئيسية كمنت في نظريات علم النفس أو المأخوذة عن مبادئها مباشرةً وإن هذا إصرار يجب أن تزود له قائمتين الأولى حالة ظاهرية كافية . لقد قدمت في وبدون إثبات تحليل لتطور الحضارة الفكرية الإسلامية حيث العملية الأساسية هي حوار بين فئات متعددة للمفكرين المسلمين وإحداها ضمت الفلاسفة وآخرين يحبذون العلوم اليونانية . ويعتقد هنا أنها كانت مناقشة دينية في الأساس وكان السؤال الذي يشكل الأساس هو نوع العلم الذي كان يقبل بأنه صحيح وكان بذلك يؤمن الفهم الصحيح للدين . إن الفحص الكامل للتجربة والأمور المتعلقة بها فيما سبق كان

مقصوداً من ناحية لتوضيح هذه الصورة للمناقشة العامة ولعرض مثال جديد بالذكر لما استنتجت أنه كان متعلقاً به . وإذا كان هذا التفسير صور الوضع التاريخي بشكل دقيق عندئذ يصح القول التالي : أن من خلال هذا الحوار مارست نظرية علم النفس قوة رئيسية على التشكيل النهائي للحضارة الفكرية الإسلامية .

لا يشك أحد في أن ابن سينا كان شخصية رئيسية في تاريخ الفكر الاسلامي . والمهمة الحقيقية هي معرفة بأي وسيلة إستطاعت فلسفةابن سينا تغيير مسالك العلوم اليونانية في العالم الإسلامي وبذلك غيرت تطور حضارة الإسلام ككل . وهنا جواب غير نهائي ممكن بعد لتحويل الفلسفة بحد ذاتها الى عملية مباشرة نسبياً وأمر يعتمد في الاساس على الإجابات المبدئية وعندما أصبح تركيز الفلسفة على علوم ما وراء الطبيعة والعلوم الرياضية أقل بكثير . ولكن فكرة ابن سينا كأول مثال لهذه الفلسفة كانت قد إستطاعت أن تلعب دوراً رئيسياً إلى جانب الفروع القديمة في الحوار الديني العام التي إفترضتها . وإذا كان الوصف صحيحاً حتى الآن نستطيع أن نؤكد أن علم النفس النظري لإبن سينا مارس تأثيراً حاسماً على تاريخ العلوم اليونانية في الإسلام وعلى تطور التاريخ الحضاري في الإسلام عامة . وهذا الإستنتاج هو ما كان قلقاً على إثباته ولكن حتى في بحث يميل إلى الطول من الممكن إعطاء الإثبات الكافي لجزء واحد فقط للمناقشة الضرورية ورغماً من ذلك آمل أن أكون قد عالجت في الأساس تلك النقاط فقط ذات الأهمية الكبرى لنتائجه العامة .

ولأضف ملاحظة نهائية : إذا كان هذا التخمين التاريخي تخميناً دقيقاً كان للفلسفة وكل العلوم اليونانية الصدارة في مركز الحضارة الإسلامية بحد ذاتها وليس على أطرافها كما كان يعتقد غالباً. بالفعل إن الفلسفة وأخواتها الفروع الأخرى ستحتاج أن نعتبرها تطوراً في طرق وعمليات مألوفة في معظم المجالات والمساعي الفكرية في العصور الوسطى الإسلامية والتي هي من ضمن الصفات الأكثر أهمية وتمييزاً في الحضارة الإسلامية .

مقالـــه قصيرة واعلانات

الاشارة الى مخطوطة أخرى لكتاب المنصوري للرازي

غادة كرمي

أحد أشهر كتب الرازي (أبي بكر محمد بن زكريا الرازي) هو كتابه الشامل عن الطب الـــذي أهداه الى الامير الساماني أبـــي صالح المنصور أبي اسحاق والذي عرف فيما بعد بكتاب المنصوري. وكان عملا مشهورا في العالم اللاتيني الغربي خلال العصور الوسطى وترجم الى العبرية واليونانية واللاتينية وقد ترجمه الى اللاتينية جيرارد أوف كريمونا في عام ١١٧٥ ، وقد طبع باللاتينية في عام ١٤٨١ وأعيدت طباعته مرات عديدة فيما بعد. وهناك الكثير من المخطوطات اللاتينية الاخرى الموجودة عن هذا الكتاب، وهي دليل آخر على شعبية هذا الكتاب في الغرب . ان كتاب المنصوري ينقسم الى أبحاث أو مقالات . والمقالة التاسعة او الكتاب المنصوري التاسع الذي يبحث في الامراض من الرأس الى الكعب كانت وبصورة خاصة شائعة الاستعمال في القرن الخامس عشر وعلق عليها في القرنين الخامس عشر والسادس عشر. أشهر هذه التعليقات كانت الصياغة الجديدة لأندرياس فيزاليوس التي نشرت في عام ١٥٣٧ .

ولقد كان كتاب المنصوري شائعاً وهاما في الشرق العربي . لقد قال أبو العباس المجوسي مؤلف الموسوعة العلمية : كامل الصناعة في القرن العاشر قال في مقدمته أن الرازي قد تجاوز كل الاخرين بتفوق في كتابه هذا . فاليوم لا توجد أقل من ٤٧ مخطوطة عن هذا العمل الموجود وهي مشتتة موزعة على المكتبات الشرقية والغربية المختلفة . فالعدد الكبير والامتداد الزمني الواسع للمخطوطات الباقية هو دليل آخر على شعبية هذا الكتاب ومع ذلك لا يوجد تحقيق باللغة العربية لهذا العمل في العصر الحديث ما عدا تحقيق رايسكي بالعربية واللاتينية في عام ١٧٧٦. ان المقالة الاولى حققت وترجمت الى الفرنسية من دو كونيج في مطلع هذا القرن .

ان كتاب المنصوري متوسط الحجم (فطول المخطوطة يتراوح عند الـ ٢٢٠ ورقة) وهو يعالج كل المواضيع الكبرى ذات الاهمية الطبية كما تبين مواضيع مقالاته العشر :

شكل الاعضاء ومظهرها

معرفة مزاجات الجسم والاخلاط الراجحة فيها

وظائف الطعام والدواء
الاحتفاظ بالصحة
المستحضرات التجميلية والامراض الخارجية
ادارة المسافر
تجبير العظام والجروح والقروح (التقرحات)
السموم ولسع الحشرات
الأمراض من الرأس إلى الكعب
الحمّيات ، المغليات ، النوبات ، البول والنبض

ومن ضمن المؤلفات الطبية كانت مخطوطة كتاب المنصوري . فالنسخة الوحيدة لهذا الكتاب والتي عرفنا بوجودها في حلب ، كانت النسخة المذكورة في قائمة الاب بول سباث والمؤلفة من ثلاثة مجلدات للمخطوطات الموجودة في المجموعات الخاصة في حلب . وهنا يشير الى ان مخطوطه لكتاب المنصوري موجود في مجموعة قنصل هولندا السيد رودولف بوخي . ان التدوين في كتاب سباث مختصر على نحو مميز ولا يعطي اي وصف للمخطوطة. ان التحقيق الدقيق أثبت ان مخطوطة القنصل الهولاندي هي ذاتها المهداة الى معهد التراث لقد انتقلت من ملكيته الى ملكية آخرين ومن ثم الى آخر مشتري وهو الذي اهداها الى معهد التراث . ومع المخطوطات جاءت أيضاً قائمة مكتوبة بخط اليد فيها عناوين الكتب المخطوطة وأسماء مؤلفها ووصف قصير كل هذا موجود في تمارين صغير ويقال ان بول سباث كتبه في الثلاثينيات من هذا القرن كتحضير لقائمة أشمل لم يقم بها ابداً . وكتاب المنصوري يؤرخ نسخة بالقرن الثالث عشر ميلادي ، ولا يعطي اي شرح آخر . ان وجود هذه المخطوطة بالرغم من انها ذكرت في قائمته لايشار الى وجوده في اي من كتب بروكلن او سيزكين او اولمان .

المخطوطة
(الرقم : انطاكي ١)

الغلاف الجلدي بهت لونه وتعرض للتلف لقد انفصل التجليد ومعظم الاوراق منفصلة ولكن ما عدا ذلك فالمخطوطة محفوظة بصورة جيدة . صفحات عليها بقع تقريبا بدون ملاحظات على الهامش . الصفحة الاولى تحتوي خط المالك وأربع تدوينات بأيد مختلفة احداها وهي تبدو أحدث في النص تقرأ كما يلي :

« كتاب المنصوري في حفظ الصحة ومعالجة الامراض لمن يحضره الطبيب تأليف الشيخ الحكيم أبي بكر محمد بن زكريا الرازي . »

١٨٢ صفحة كاملة . مرقمة بالحبر . تنتهي عند الصفحة ٣٦٤ .

١٨,٥ × ١١,٥ سم ٢٢ سطر

الخط نسخي واضح مشكل جزئيا . العناوين بالحبر الاحمر . لا يوجد اسم الناسخ . بدون تاريخ ربما القرن السابع / الثالث عشر (كما عند سباث)

وهي تبدأ :

« بسم الله الرحمن الرحيم »

بسم الله الرحمن الرحيم رب يسر وأعن برحمتك مجدا كتاب الفه « محمد بن زكريا » للمنصور بن اسحاق اسمعيل بن احمد فقال اني جامع للامير أطال الله بقاه جملا وجوامعا ونكتاً وعيونا من صناعة الطب ومتخذ في ذلك الاختصار والايجاز وذاكر ما لا يحدث ...

وتنتهي :

فليوخذ لهم رطل من وزن درهم مصطكي ودرهم سنبل قصير في خرقة وتلقى عند الطبخ فيه ان شاء الله تعالى واذا اتينا على جميع المقالات والفصول المذكورة في صدر هذا الكتاب فقد كمل كتابنا هذا والله المعين والموافق للصواب وهو حسبنا ونعم الوكيل ولا حول ولا قوة الا بالله العلي العظيم تم الكتاب والحمد لله حق حمده وصلو الله على سيدنا محمد وآله وصحبه وسلم تسليما .

با طبع انه من المفيد دائما ان نكشف عن مكان مخطوطة علمية عربية . ولكنه من الاهمية الخاصة في هذه الحالة ترجع الى سببين :

اولا : لأنه لا توجد طبعة حديثة لكتاب المنصوري ؛ ثانيا أن هذا الكتاب ذو أهمية عظيمة لتاريخ الطب العربي وتاريخ العلم في العصور الوسطى . بالاضافة الى ذلك ان هذه المخطوطة ذات قيمة خاصة لانها كاملة وبحالة جيدة ويبدو انها متقدمة ، ان الكثير من المخطوطات (المتبقية) لكتاب المنصوري ليست كاملة وفي بعض الاحيان تفتقد الى نصف او ثلث النص الاصلي .

من حسن الحظ تخلت الملكية الخاصة عن هذه المخطوطة وأصبحت متوفرة لاستعمال الباحثين .

برعاية السيد الرئيس حافظ الاسد

انعقدت في جامعة حلب

النــدوة العالمية الثانية لتاريــخ العلوم

عنــد العرب

تحت رعاية السيد الرئيس – حافظ الأسد – رئيس الجمهورية احتفل بافتتاح الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب ، وقد ناقشت الندوة وعلى مدى خمسة ايام عشرات الأبحاث الاصيله التي قدمها حوالي ١٢٧ – عالماً وباحثاً شاركوا في الندوة كما نظمت الندوة حلقة علمية حول تاريخ الجبر العربي واخرى حول انتقال العلم العربي إلى الغرب اللاتيني بالإضافة الى عدد من المعارض هي : معرض الأدوات الفلكية والصناعات الحربية ، معرض مسح المنشآت المائية في القطر ، معرض النباتات والمواد الطبية ، معرض منشورات معهد التراث العلمي العربي ومطبوعات جامعة حلب ، معرض لبعض القطع الأثرية التي تشكل نواة متحف العلم والتكنولوجيا الذي يعمل معهد التراث على احداثه . كما تم خلال انعقاد الندوة عرض فيلم سينمائي عن مدينة (ايبلا) وفيلم آخر عن ابن النفيس ، وبعض الأفلام الأخرى عن العلم في العالم الاسلامي ، ونظمت الجامعة لضيوف الندوة برنامجاً تضمن اطلاعهم على الثروة الأثرية العريقة للقطر .

وسيصدر معهد التراث العلمي العربي عدداً خاصاً من رسالته يخصص للندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب .

فوز الدكتور فؤاد سزكين
بجائزة الملك فيصل للدراسات الاسلامية



فاز الاستاذ الدكتور فؤاد سزكين في جامعة فرانكفورت في المانيا الاتحادية ومرشح معهد التراث العلمي العربي بجائزة الملك فيصل للدراسات الاسلامية لعام ١٩٧٩ عن مؤلفه « تاريخ التراث العربي » .

وتجدر الاشارة لبيان قيمة هذا المؤلف المنشور باللغة الالمانية ان نذكر ما قاله احد المستشرقين في مؤتمر عقد بمدينة وورزبرغ في المانيا الاتحادية عام ١٩٦٨ «اذا كان كتاب بروكلمان قد حول الأنظار اليه سنوات طويلة فان كتاب « تاريخ التراث العربي » سوف يكون كتاب القرن العشرين في الثقافة العربية وتصنيف التراث العربي الضخم » .

ويعلق الدكتور فهمي ابو الفضل على المؤلف فيقول « ان هذا السفر ليس سفراً للعلوم فقط ، ولكنه سفر لعمل متواصل ومجهود ضخم واذا قلنا ان فرداً واحداً قد قام بعمله ، فربما تطرق الشك الى نفوسنا ، لأنه يجب ان يكون عملاً جماعياً . ولكن الواقع غير ذلك فهو عمل فردي ، بذل صاحبه اكثر من عشرين عاماً في جمعه وتنسيقه وترتيبه حتى ظهر في الصورة التي بين ايدينا . »

وُلد الدكتور فؤاد سزكين في مدينة استنبول عام ١٩٢٤ وحصل على دكتوراه في العلوم الاسلامية والدراسات الايرانية . ومارس التدريس في جامعة استنبول سنوات عديدة عكف خلالها على الاطلاع على كنوز التراث الاسلامي . انتقل عام ١٩٦٠ الى المانيا الغربية حيث تولى التدريس بمعهد اللغات السامية في جامعة ماربورغ لمدة سنتين ثم انتسب الى معهد تاريخ العلوم الطبيعية في جامعة فرانكفورت كاستاذ زائر . ثم اصبح استاذاً بكل الحقوق المعترف بها للأساتذة الألمان رغم احتفاظه بجنسيته التركية الى اليوم .

ومن اهم مؤلفات الدكتور سزكين بالاضافة الى موسوعته « تاريخ التراث العربي » ، كتاب « تاريخ البلاغة » (باللغة التركية) عام ١٩٤٨ و « مجاز القرآن » لأبي عبيدة معمر بن المثنى (مجلدان) نشر بالقاهرة عام ١٩٦٢ و « دراسات حول مصادر الجامع الصحيح البخاري » (باللغة التركية) طبع باستنبول عام ١٩٥٦ .

هذا وقد منحت الجائزة للدكتور سزكين في احتفال رسمي كبير اقيم في الرياض في السابع والعشرين من شباط ١٩٧٩ . وقد دعي لحضور هذا الاحتفال الاستاذ الدكتور أحمد يوسف الحسن رئيس جامعة حلب ومدير معهد التراث العلمي العربي .

وتتكون الجائزة من شهادة تحمل اسم الفائز وملخصاً للعمل الذي أهله لها ومن ميدالية ذهبية ثمينة ومبلغ نقدي قدره ٢٠٠ ألف ريال سعودي .



حفـلة تكريم

الأستاذ الدكتور محمد يحيى الهاشمي

درج معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب على تكريم العلماء والباحثين وخصوصاً العرب منهم ، فاقام المعهد حفلة لتأبين الاستاذ الدكتور احمد شوكت الشطي اثناء الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب واصدر عدداً خاصاً من نشراته جمع فيه الكلمات التي ألقيت خلال تلك الحفلة وكذلك اقام معهد التراث العلمي العربي والجمعية السورية لتاريخ العلوم في جامعة حلب مساء الخميس ٧ ــ ٦ ــ ١٩٧٩ حفلاً تكريمياً كبيراً للاستاذ الدكتور محمد يحيى الهاشمي احد علماء حلب المعروفين تقديراً لجهوده واعماله وبحوثه العلمية ومساهمته الفعالة في المؤتمرات الدولية العديدة وتأليفه الكثير من الكتب والقاء المحاضرات وغير ذلك من البحوث .

وقد حضر الاحتفال عدد كبير من رجال الفكر والثقافة واعضاء الجمعية السورية لتاريخ العلوم وافراد أسرة الدكتور الهاشمي .

ولد في حلب سنة ١٩٠٤ من عائلة حلبية عريقة بالفضل والعلم .

- درس في ألمانيا ونال منها شهادة في الكيمياء والفلسفة ، وحصل على الدكتوراه في الكيمياء بتقديمه دراسة عن « كتاب الاحجار للبيروني » .

- درس في مدارس حلب الثانوية ومن ثم في جامعتها الى أن أحيل الى التقاعد .

- كانت حياته نضالاً مستمراً في سبيل احياء علوم العرب والاسلام وتعريف الغرب بها .

- كتب الكثير من المقالات ، واشترك في كل مؤتمرات تاريخ العلوم ، ونشر العديد من الكتب . منها كتاب الامام جعفر الصادق ، ملهم الكيمياء في طبعيته الاولى والثانية .

- ومن أبرز أعماله تأسيسه في حلب سنة ١٩٥٧ « جمعية الابحاث العلمية » التي كان لها أثر كبير في سورية ولا سيما في البلاد الغربية بفضل منشوراتها وابحاثها .

مراجعات الكتب

مراجعة « كتاب الحيل » لبني موسى بن شاكر

الترجمة الانكليزية مع التعليق والشرح
دونالد هيــل
شركة رايدل للنشر – هولنده ١٩٧٩*

عاش بنو موسى في القرن الثالث الهجري / التاسع الميلادي عندما كانت الحضارة العربية الاسلامية في أوجها. وقد لعب الأخوة الثلاثة محمد واحمد الحسن ابناء موسى بن شاكر في عهد المأمون ومن تلاه من الخلفاء دوراً بارزاً في تطوير العلوم وبصورة خاصة العلوم الرياضية والفلكية والميكانيكية من خلال مؤلفاتهم ومن خلال تأثيرهم الفعال على حركة الترجمة من اليونانية الى العربية. ورغم كثرة ما الفه بنو مــوسى الا ان اهم ما كانوا يتميزون به هو كتاب الحيل. ولم يرد ذكر لبني موسى الا وكان كتاب الحيل ابرز ما يوصفون به.

وفي مفاتيح العلوم[1] نجد ان الخوارزمي يعتبر علم الحيل واحداً من العلوم الثمانية الرئيسية ثم انه يقسم هذا العلم الى فرعين: الاول جر الأثقال بالقوة اليسيرة والثاني حيل حركات الماء وصنعة الاواني العجيبة وما يتصل بها من صنعة الآلات المتحركة بذاتها. وفي التقسيمات المتأخرة لتفرعات العلوم اصبح علم الحيل احد فروع علم الهندسة ليس بمعناه الرياضي (geometry) بل بمعناه التكنولوجي (engineering)[2].

وعلى اي حال وبغض النظر عن تقسيمات العلوم وتباينها من عصر الى عصر فان علم الحيل يدخل في نطاق الهندسة الميكانيكية اذ انه يبحث في الالات والادوات والتجهيزات الميكانيكية والهيدروليكية.

* بالنسبة للاسماء الأجنبية: ارجع الى النسخة الانكليزية
١ – محمد بن أحمد بن يوسف الخوارزمي. مفاتيح العلوم (القاهرة، ادارة الطباعة المنيرية، ١٣٤٢هـ)، ص ١٩١
٢ – أحمد القلقشندي. صبح الأعشى (القاهرة، المطبعة الأميرية ١٩١٣)، ج. ١ ص ٤٧٦.

والى عهد قريب اشتهر كتابان فقط في علم الحيل عند العرب احدهما كتاب الحيل لبني موسى والثاني كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل لبديع الزمان بن الرزاز الجزري(٣) . ثم اضيف اليهما كتاب ثالث هو كتاب الطرق السنية في الالات الروحانية لتقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي(٤). وبذلك اصبحت هذه الكتب الثلاثة التي تعود الى عهود متباعدة : كتاب بني موسى في القرن الثالث الهجري / التاسع الميلادي . وكتاب الجزري في القرن السادس الهجري / الثاني عشر الميلادي ، وكتاب تقي الدين في القرن العاشر الهجري / السادس عشر الميلادي تشكل حلقات اساسية في سلسلة من تقاليد الهندسة الميكانيكية في الحضارة العربية الاسلامية . وربما اكتملت حلقات هذه السلسلة باكتشاف ونشر كتب اخرى في هذا المجال(٥) .

تبدأ اذن التقاليد العربية الاسلامية في علم الحيل بكتاب بني موسى الذي اكتسب شهرة كبيرة في المراجع العربية . ومن حسن الحظ ان كتاب الحيل هو من الكتب القليلة التي وصلت الينا من اعمال بني موسى ولكن رغم شهرة الكتاب فان المخطوطات المتبقية منه قليلة . وهناك الآن ثلاثة مخطوطات رئيسية منه فقط هي مخطوطة طوبقابي سراي ، احمد الثالث ٣٤٧٤ ومخطوطة الفاتيكان رقم ٣١٧ ومخطوطة ثالثة موزعة بين مكتبة غوتا في المانيا الديموقراطية وتحمل الرقم ١٣٤٩ – أ (1349 a) وبين مكتبة برلين في المانيا الغربية وتحمل الرقم ٥٥٦٢ . والمخطوطة الاولى (طوبقابي) لم تكتشف الا مؤخراً(٦) .

بدأ اهتمام مؤرخي العلوم بكتاب الحيل لبني موسى منذ نهاية القرن الماضي . ولكن الدراسات الجادة حوله بدأت في مطلع هذا القرن عندما نشر كل من ڤيدمان وهاوسر مقالات حول اواني الشراب وشرحا الاشكال ٨٥ – ٨٧ من كتاب الحيل(٧) . ثم نشر

٣ – صدر النص العربي مؤخراً : الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل لابن الرزاز الجزري ، تحقيق الدكتور الحسن وزملاؤه (معهد التراث العلمي العربي. ١٩٧٩) وسبقته الترجمة الانكليزية لـ دونالد هيل ، ١٩٧٣.

٤ – صدر النص العربي لأحمد يوسف الحسن « الطرق السنية في الآلات الروحانية » ، معهد التراث العلمي العربي – حلب ، ١٩٧٦ .

٥ – نشر لـ دونالد هيل في مجلة تاريخ العلوم العربية ١ (١٩٧٧) ، ٣٣ – ٤٦ . مقالة عن كتاب الأنسي في الآلات يعود الى القرن الخامس الهجري / الحادي عشر الميلادي ، وثبت فيما بعد انه للمرادي .

٦ – انظر مجلة هيل الجزري ترجمة دافيد ا. كينغ « الحيل في العصور الوسطى »، تاريخ العلوم، ١٣ (١٩٥٧)، ٢٨٤ – ٢٨٩ .

٧ – ايلهارد فيدمان و ف. هاوسر : « الجزري و بنو موسى » في مجلة الاسلام ، ٨ (١٩١٨) ص ٥٥– ٩٣ ، ٢٦٨ – ٢٩١ .

هاوسر كتاباً موسعاً ادرج فيه بقية اشكال كتاب الحيل[8] . وبذلك اصبح كتاب الحيل معروفاً باللغة الالمانية وقد استند فيدمان وهاوسر الى مخطوطة الفاتيكان بصورة رئيسية والى مخطوطة غوتا ــ برلين بصورة ثانوية . ونظراً للنواقص الكثيرة والاخطاء الواردة في هاتين المخطوطتين فقد بذل هاوسر جهداً كبيراً في محاولة تفسير الاشكال ولم يتقيد بسبب ذلك بايراد ترجمة حرفية للكتاب بل اعاد الصياغة بالالمانية بالاسلوب الذي يجعل النص مفهوماً من الناحية الفنية .

وكان العمل الاخير والهام الذي تناول كتاب الحيل هو الترجمة الانكليزية الكاملة التي صدرت هذا العام والتي قام بها دونالد هيل . وهيل بعمله هذا يكمل ما كان قد بدأه عندما أصدر الترجمة الانكليزية لكتاب الجزري في عــام ١٩٧٥ بالاضافة الى اعمال اخرى قام بها ونشرها (أو هي في سبيل النشر) عن التكنولوجيا الميكانيكية العربية الاسلامية.

ويتميز كتاب الحيل لبني موسى الذي اصدره هيل بالانكليزية بانه اول كتاب يصدر مشتملاً على كامل كتاب الحيل باية لغة كانت بما في ذلك اللغة العربية . وقد كان لاكتشاف مخطوطة طوبقابي في استانبول اهمية كبيرة زادت من قيمة كتاب هيل وجعلته متميزاً عن كتاب هاوسر الصادر باللغة الالمانية .

قسم هيل كتاب الحيل الى قسمين ، القسم الاول هو المقدمة واهم ما اشتملت عليه هو : ١ ــ حياة بنى موسى واعمالهم ٢ ــ مخطوطات كتاب الحيل مع تحليل مفصل قارن فيه بين المخطوطات الثلاثة الرئيسية ، ٣ ــ الابحاث السابقة التي تناولت كتاب الحيل ، ٤ ــ تحليل تاريخي لكتاب الحيل والاعمال المماثلة ، ٥ ــ شرح للمبادىء والوسائل الاساسية التي استخدمت في تصميم تجهيزات بني موسى في كتاب الحيل . والقسم الثاني من الكتاب يحتوي على الترجمة الكاملة للاشكال (Devices or models) المائة لكتاب الحيل مع الملاحظات والتعليقات في نهاية كل شكل .

واورد هيل بعد ذلك ملحقاً يحتوي على ثلاثة اشكال لم تثبت نسبتها الى كتاب الحيل وقد ورد احدها في مخطوطة الفاتيكان والثاني في مخطوطة طوبقابي والثالث في مخطوطة ليدن (Or 168) . واورد هيل بعــد ذلك قائمة بالمراجع ثم اورد معجماً Glossary بالمفردات العربية ومعانيها باللغة الانكليزية .

٨ ــ ف. هاوسر : عن كتاب الحيل ، (ارلونغن ، ١٩٢٢) .

وقد استخدم هيل مخطوطة طوبقابي بشكل رئيسي وحيثما كان النص موجوداً في هذه المخطوطة فقد كانت هي المعتمدة وقارنها مع مخطوطة الفاتيكان ولم يجد ضرورة للمقارنة مع مخطوطة غوتا – برلين . وفي حالات اخرى كانت الفاتيكان هي المخطوطة المعتمدة وذلك بالنسبة للاشكال المفقودة من مخطوطة طوبقابي . وفي الاشكال العشرة الاخيرة أصبحت مخطوطة برلين هي المخطوطة الوحيدة نظراً لفقدان هذه الاشكال من كل من مخطوطتي طوبقابي والفاتيكان .

وقد اورد هيل في نهاية كل شكل **Model** الصورة الفوتوغرافية للرسم الخاص بذلك الشكل كما ورد في المخطوطة ، ثم اعاد رسم ذلك الرسم من جديد مهملاً التفاصيل غير الضرورية كايدي الابارق والزخارف وغيرها ودون على هذه الرسوم (التي اعاد رسمها) الحروف اللاتينية المرادفة للحروف العربية . وفي بعض الحالات اورد ايضاً رسومات توضيحية حديثة واقتبس بعضاً من هذه الرسوم التوضيحية من كتاب هاوسر مشيراً الى ذلك في جميع الحالات .

واورد هيل في نهاية كل شكل الملاحظات اللازمة لشرح الافكار الغامضه او لتوضيح المبادىء التي يستند اليها عمل ذلك الشكل . ولكنه اختصر الكثير من الشرح عندما اورد في مقدمة الكتاب فصلاً خاصاً شرح فيه المبادىء والوسائل التي استخدمها بنو موسى في تصميم اشكالهم والتي تكررت في تلك التصاميم .

ان هذا العمل الذي قام به هيل جدير بالاحترام والتقدير . ويدرك ذلك كل من حاول تحقيق كتاب من هذا النوع . فهو يحتاج الى خبرة ودراية بالفن ذاته كما انه يحتاج الى معرفة جيدة باللغة العربية . ولقد تخصص هيل بابحاث انفرد بها واكسبته شهرة استحقها بجدارة عندما ركز اعماله على ترجمة المخطوطات الخاصة بالتكنولوجيا الميكانيكية العربية الاسلامية . واصدر حتى الآن أهم كتب الحيل العربية باللغة الانكليزية قبل ان تصدر هذه الكتب باللغة العربية ذاتها. وفي عمل علمي صعب من هذا النوع لا يخلو الأمر من ورود بعض الاخطاء ، ولكن هذه الاخطاء تصبح ثانوية وغير ذات قيمة نسبية امام الاهمية الكبيرة لهذا الانجاز . لقد اعطى هيل بني موسى حقهم كاملاً بعمله هذا ولم يعد كتاب الحيل اسطورة تتداول بشأنها ما اورده ابن النديم والقفطي وحاجي خليفة بل اصبح الآن كتاباً علمياً هندسياً نفهمه ونتمتع بقراءته . والمرجو الآن ان يصدر الآن النص العربي الكامل لكتاب الحيل كمرادف لا بد منه للترجمة الانكليزية .

أحمد يوسف الحسن

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب

المشاركون في العدد

– **عادل انبوبا** : حول تاريخ الجبر والهندسة وقد درّس تاريخ الرياضيات والعلوم العربية في الجامعة اللبنانية وفي كلية الاقتصاد الفرنسية . وتضمنت مؤلفاته دراسات حول الرياضيين المسلمين مثل الكرجي وشجاع بن اسلم وشرف الدين الطوسي والسموءل بن يحيى المغربي وغيرهم .

– **برنارد ر. غولدستاين** : درس تاريخ العلوم الدقيقة في العصور الوسطى ، من بين انجازاته القيمة اكتشافه ونشره وترجمته عن العربية ودراسته التحليلية للجزء الأكبر من فرضيات بطيلمة في الكواكب السيارة .

– **روبرت إ. هول** : اهتم بتاريخ العلوم الاسلامية وفلسفتها بشكل عام وبعلم النفس والبصريات وعلم الحركة بشكل خاص .

– **احمد يوسف الحسن** : رئيس جامعة حلب ومدير معهد التراث العلمي العربي . هو مؤرخ عن التكنولوجيا عند العرب . ويقوم حالياً بنشر كتاب عن بني موسى وفن الحيل .

– **غادة الكرمي** : طبيبة ومؤرخة عن الطب العربي اهتمت بوجه خاص بالكناشات وهي كتب تطبيقية في ممارسة الطب .

– **ا. س. كندي** : ركز جهوده حول علم الفلك الإسلامي ودرس بتركيز عالٍ معظم اعمال البيروني والكاشي .

– **مصطفى موالدي** : من موظفي معهد التراث العلمي العربي كتب مقالات اقتصادية واحصائية ، ويحضر حالياً نقداً لكتاب التجريد للنسوي وهو مقدمة في الهندسة .

– **سيد حسين نصر** : مؤلفاته المدرسية العديدة والتي تنوعت مواضيعها شملت علم الأبراج والدين والتصوف والقانون وكذلك تاريخ العلوم .

– **جورج صليبا** : إنضم حديثاً الى كلية جامعة كولومبيا وشمل اهتمامه دور السوريين في نقل العاوم الاغريقية الى الاسلام .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ - تقديم نسختين من كل بحث أو مقال الى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الاسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات الى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ - ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكناً وإلا باللغة العربية .

٢ - طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار اليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضا ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ - بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب - أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج - أما إذا أشير الى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة الى أرقام الصفحات.

أمثلة :

أ - المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب - عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية. مجلد ١، ١٩٧٧ ص ٧٣.

ج - المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

معهد التراث العلمي العربي

سلسلة تاريخ التكنولوجيا

« الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل »

الجزري (١١٨١ ـ ١٢٠٦ هـ)

تحقيق الدكتور

أحمد يوسف الحسن

- هذا الكتاب نقد ودراسة للنص العربي الكامل لـ ٥ مخطوطات انتقاها المحقق من الـ ١٥ مخطوطة التي ذكرت في المقدمة ٠
- تم رسم الاشكال بعد دراستها وانتقاءها من بين العديد من الاشكال المتوفرة في مجموع المخطوطات ٠
- يصف النص بتفاصيل دقيقة آلات ميكانيكية ومائية متنوعة استعملها العالم الاسلامي قبل القرن الرابع عشر ٠
- هناك معجم تضمن جميع الالفاظ التكنولوجية المستعملة في النصوص الاصلية وما يقابلها باللغتين الانكليزية والعربية المعاصرة ٠
- هذا العمل سيخدم مؤرخي علم التكنولوجيا والعلوم الاخرى وبصورة عامة كل من يهتم بتاريخ الشرق الاوسط ٠
- أبعاد الكتاب ٣١ × ٢٨ ، ٦٧٦ صفحة ، ٢٠٨ شكل ، ١٦ لوحة ملونة ٠٠
- كل هذا بـ ١٠٠ ل٠س / ٢٥ دولاراً فقط ٠



مصادر ودراسات في تاريخ العلوم العربية الإسلامية

سر الخليقة وصنعة الطبيعة

كتاب العلل

بلينوس الحكيم

متضمنا كتاب اللوح الزمردي لنيمسيوس الحمصي

تحقيق

أورسولا وايسر

١٩٧٩ ، ٢٧ × ٢٠ سم . ٧٠٢ صفحة النص العربي والفهرس ، ٦٦ صفحة المقدمة مع التعليق باللغة الالمانية

أشهر ما كتب في أدب السيمياء . يعتبره الاستاذ مانفرد أول ذا أهمية عظيمة كونه مفتاح أعمق أسرار الطبيعة وسيميائيي العصور الوسطى وكان مقدسا كقداسة الوصايا العشر .

يظهر اللوح الزمردي في نهاية سر الخليقة لذا توجب الاعتقاد أنه شرح للوح .

استخدمت الدكتورة وايسر في اعداد هذه الطبعة ١٧ نسخة من النسخ المعروفة وضمنت كتابها خلفية تاريخية تتناسب مع الوصف والاسلوب لكل كتاب :

الكتاب الاول عن الخليقة
الكتاب الثاني عن الكرة الارضية والفضاء
الكتاب الثالث عن المعادن
الكتاب الرابع عن النبات
الكتاب الخامس عن الحيوان
الكتاب السادس عن الانسان

السعر ٦٠ ل.س / ١٥ دولارا . تدفع بموجب شك أو حوالة مصرفية أو نقدية للعنوان التالي :

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب
حلب - الجمهورية العربية السورية

عاديات حلب

الكتاب الثالث

١٩٧٧

المحتوى

وملخصات بالعربية عن المقالات الانكليزية

عاديات حلب : حولية تبحث في تاريخ الحضارة والآثار والعلوم : العدد الاول (١٩٧٥) العدد الثاني (١٩٧٦) العدد الثالث (١٩٧٧) ٦ دولارات للعدد الواحد .

تطلب المجلة من :

الدفع بموجب شيك أو حوالة مصرفية أو نقدية لحساب : **معهد التراث العلمي العربي** جامعة حلب الجمهورية العربية السورية

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a summary in Arabic, if possible, about a third the length of the original. Otherwise let us have a summary in the language of the paper.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necaci Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

'	a	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh	
ء	أ	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش	
ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ᶜ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters *ā*, *ī*, *ū*.

The diphthong *aw* is used for أو and *ay* for أي .

NOTES ON CONTRIBUTORS

Adel Anbouba works on the history of algebra and geometry. He has taught the history of Arabic science and mathematics at the Lebanese University and at the French Faculty of Economics. His publications include studies on al-Karaji, Shujā^c b. Aslam, Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, al-Samaw'al b. Yaḥyā al-Maghribī and other Islamic mathematicians.

Bernard R. Goldstein studies the history of the medieval exact sciences. Among his notable achievements was the discovery, publication, translation from the Arabic, and analysis, of a major portion of Ptolemy's *Planetary Hypotheses*.

Robert E. Hall is interested in the history of Islamic science and philosophy in general, and in psychology, optics, and mechanics in particular.

Ahmad Y. al-Hassan, Rector of Aleppo University and Director of the Institute for the History of Arabic Science, is a historian of Arabic technology. He is currently preparing a text edition of the book by the Banū Mūsā on mechanical devices.

Ghada Karmi is a physician and historian of Arabic medicine. She has been particularly interested in the *Kunnāshāt*, medical compendia used as manuals by medieval practicioners.

E. S. Kennedy has centered his efforts upon the history of Islamic astronomy, having studied intensively several of the works of al-Bīrūnī and al-Kāshī.

Mustafa Mawaldi, of the staff of the Institute for the History of Arabic Science, has written articles on economics and statistics. He is preparing a critical edition of al-Nasawī's *Kitāb al-tajrīd*, an introductory manual of geometry.

Seyyed Hossein Nasr is a scholar whose very numerous publications range over a wide gamut of subjects, including cosmology, religion, mysticism, and law, as well as the history of science.

George Saliba has recently joined the faculty of Columbia University. His interests include the rôle of Syriac in the transmission of Greek science to Islam.

this field his achievements have won him well deserved fame. So far he has published English translations of the most significant Arabic books on ingenious devices, even before these treatises had been printed in the original. Naturally, any detailed work of this sort will be found to contain occasional errors. However, in view of the importance of his accomplishments, such errors are insignificant, almost negligible. By his labors Hill has paid the Banū Mūsā their full tribute. Thanks to him, the *Kitāb al-Ḥiyal* is no longer a shadowy work concerning which the non-specialist must speculate on the basis of the remarks of Ibn al-Nadīm, Ibn al-Qifṭī, and Ḥājī Khalīfa. It has taken its rightful place as a book of science and engineering, a work which we comprehend and enjoy reading. It is to be hoped that the complete Arabic text will soon appear, to complement Hill's English translation.

AHMAD Y. AL-HASSAN

University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science

published by him on Islamic-Arabic mechanical technology.

The distinctive feature of this English version is that it is the first in any language (including Arabic) which presents the *Kitāb al-Ḥiyal)* in its entirety. The discovery of the Topkapi MS in Istanbul has been of great value, giving Hill's work notable precedence over the German version by Hauser.

Hill's book comprises two sections, the first being the Introduction. Among other important matters dealt with in this part are: (1) the life and work of the Banū Mūsā, (2) manuscripts of the source, (3) earlier information on *The Book of Ingenious Devices*, (4) historical context, and (5) motifs.

The second part of the book contains a complete translation descriptive of the hundred devices or models which occur in the *Kitāb al-Ḥiyal*. Following each model are notes and commentary.

Hill's book ends with an appendix comprising three models whose relation to the *Kitāb al-Ḥiyal* is challengeable. One occurs in the Vatican MS, another in the Topkapi version, the last in Leyden MS (Or. 168). There is a list of references consulted. and a glossary of Arabic terms and their English equivalents.

In his research, Hill depended basically on the Topkapi MS. Wherever a passage occurs in this MS, Hill relied on it primarily, comparing it to that Vatican copy. He deemed it unnecessary to collate it with the Gotha-Berlin MS. Elsewhere, the Vatican MS was taken to be the primary document, that is, in relation to those models missing in the Topkapi MS. Insofar as the last ten models are concerned, the Berlin MS is the only source available, since these are missing in both the Topkapi and the Vatican copies.

Following the translated description of each model, Hill provides a photographic reproduction of the drawing of that model as it occurs in one of the MSS. Then he displays a simplified version of the same drawing, omitting unnecessary details, such as the handles of pitchers, decorations, etc. He also puts, on these redrawn sketches, the Latin letters corresponding to the Arabic of the original. Occasionally he also provides a modern illustrative drawing, sometimes adapted from Hauser's book, with due acknowledgment. Finally, Hill inserts, following most of the drawings, appropriate remarks elucidating obscure ideas, or illuminating the fundamentals on which the particular model relies. Much repetition in these places has been saved by devoting a special section in the Introduction to an explanation of the common principles and recurrent methods used by the Banū Mūsā in designing their models.

Judging by any standards, the work undertaken by Hill is stimulating; it is to to be highly esteemed. Whoever attempts to edit a book of this nature realizes the amount of experience and the mastery of technique needed for such work. It also presupposes good knowledge of Arabic. Researches by Hill stand almost unique. For some time he has concentrated on translating and annotating works pertaining to Islamic Arabic mechanical technology, and in

The Sublime Methods of Spiritual Machines, by Taqī al-Dīn ibn Maᶜrūf al-Rāṣid al-Dimashqī.[4] These three books, separated as they are by long intervals of time (respectively, the 3rd/9th, 6th/12th, and the 10th/16th centuries) constitute three major links in the chain of mechanical engineering achievements, a component of Islamic-Arabic civilization. It is to be hoped that the recovery and publication of other books will supply the missing links to the chain.[5]

Thus the Islamic-Arabic legacy in the field of ingenious devices begins with the work of the Banū Mūsā, a book which won resounding fame in the Arabic literature. Fortunately, this is one of the few books by the Banū Mūsā that have survived. However, in spite of its being widely known, the extant MSS are few. Today there are only three major copies: Topkapi Saray Ahmet III 3474; Vatican MS 317; and a third MS, divided between the Gotha library (No. 1349) and Berlin (No. 5562). The Topkapi MS has only recently come to light.[6]

It was towards the end of the last century that historians of science began to devote their attention to the *Kitāb al-Ḥiyal* by the Banū Mūsā. Serious studies on this book, however, were not conducted before the first decades of this century, when Wiedemann and Hauser published articles on the drinking pitchers, and described figures 85-87 of the *Kitāb al-Ḥiyal*.[7] Hauser later published a lengthy book into which he incorporated the remaining figures,[8] Thus the work became available in German. Wiedemann and Hauser depended primarily upon the Vatican MS, and, in a secondary sense, upon the Gotha-Berlin version. Because the texts in these MSS were sadly truncated and seriously defective, Hauser exerted much effort in attempting to interpret the figures. In consequence he had to take liberties with the translation, recasting the German in such manner as to render the text intelligible from the technical point of view.

The latest and most important research on the *Kitāb al-Ḥiyal* is the book here reviewed, the English translation of the complete text by Donald Hill. He thus continues an important project commenced in 1973 with his English translation of the book of al-Jazarī.[9] This is in addition to other research

4. The Arabic text has been edited by Ahmad Y. al-Hassan, *Al-Ṭuruq al-sanīya fī al-ālāt al-rūḥānīya* (Aleppo, *IHAS*, 1976).

5. For word of an additional link, see Donald R. Hill, "A Treatise on Machines...", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 33-46.

6. See the review of Hill's al-Jazarī translation by David A. King, "Medieval Mechanical Devices", *History of Science*, 13 (1957) 284-289.

7. Eilhard Wiedemann and F. Hauser, "Über Trinkgefässe und Tafelaufsätze nach al-Gazarī und den Banū Mūsā", *Der Islam*, 8 (1918), 55-93, 268-291.

8. F. Hauser, "Über das Kitāb al-Ḥiyal. . .", *Abhandl. zur Gesch. der Naturwissenschaften und der Medizin* (Erlangen, 1922).

9. See Note 3 above.

Book Review

Donald R. Hill (Translator). *The Book of Ingenious Devices* (Kitāb al-Ḥiyal) *by the Banū (sons of) Mūsā bin Shākir*. Translated and annotated by Donald R. Hill. Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Co., 1979. x + 267 pages. Dfl. 130 / $63.

The Banū Mūsā lived in the 3rd (H.)/9th (A.D.) century, when Arabic civilization had reached its zenith. In the reign of al-Ma'mūn and the caliphs who succeeded him, the three sons of Mūsā bin Shākir–Muḥammad, Aḥmad, and al-Ḥasan – played a prominent part in promoting the sciences, particularly mathematics, astronomy, and mechanics. This they did through their writings, as well as by their pervasive influence on the translation movement from Greek into Arabic. But while the writings of the Banū Mūsā were voluminous and varied, the work which stands out as distinctive is *The Book of Ingenious Devices (Kitāb al-Ḥiyal)*. Wherever mention is made of the Banū Mūsā, this ingenious piece of work stands as their greatest achievement.

In the *Mafātīḥ al-ᶜUlūm*,[1] al-Khwārizmī sets down *al-ḥiyal* (the science of ingenious devices) as one of eight fundamental disciplines. He then divides it into two parts: one pertains to the moving of weights by application of mechanical advantage; the other deals with ingenious devices for moving water, and the making of curious vessels, along with the related art of automata.

In later classifications of the sciences, *al-ḥiyal* found itself categorized as a branch of *al-handasa*, not in the mathematical sense (geometry), but rather in the technological (the engineering)[2] sense.

In any case, and apart from classifications of the sciences, so widely different from age to age, the science of ingenious devices, or *al-ḥiyal*, falls within the scope of mechanical engineering, as it deals with machines, instruments, and hydraulic and mechanical equipment.

Until recently, only two Arabic books on the subject had been widely known, one, *The Book of Ingenious Devices* by the Banū Mūsā, the other *A Compendium on the Theory and Practice of Ingenious Devices* by Badiᶜ al-Zamān ibn al-Razzāz al-Jazarī.[3] To these two have now been added a third,

1. Muḥammad b. Aḥmad b. Yūsif al-Khwārizmī, *Mafātīḥ al-ᶜUlūm* (Cairo, Idārat al-Ṭibāᶜat al-Munīriya, 1342 H.), p. 191.

2. Aḥmad al-Qalqashandī, *Ṣubḥ al-Iᶜshā* (Cairo, al-Maṭbaᶜat al-Amīriya, 1913), vol. 1, p. 476.

3. The Arabic text has recently been published: *Al-Jāmiᶜ bayn al-ᶜilm w'al-ᶜamal al-nāfiᶜ fī ṣināᶜat al-ḥiyal*, by Ibn al-Razzāz al-Jazarī, edited by Ahmad Y. al-Hassan, Institute for the History of Arabic Science, hereafter *IHAS*, (Aleppo, 1979). This was preceded by the English translation: *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices* by Ibn al-Razzāz al-Jazarī, translated and annotated by Donald Hill (Dordrecht, Reidel, 1973).

TEACHING POSITIONS AVAILABLE AT THE

Institute for the History of Arabic Science

University of Aleppo, Aleppo, Syria

Academic Year 1980-81

Subjects: History of Civilization
Historical Methods, Sources & Manuscripts
History of Science & Technology
History of Medicine & the Life Sciences
History of the Exact Sciences
etc.

Candidates: Should be holders of the doctorate, preferably able to teach in Arabic.

Salary: Depends upon the appointee's qualifications (Travel of appointee and family paid).

Address inquiries to:
The Director of the Institute
Dr. A. Y. al-Hassan

Professor al-Haschmi Honored

On June 7, 1979, the Institute for the History of Arabic Science held a ceremony in honour of Professor Muhammad Yahya al-Haschimi. The program included a poem in praise of this noted historian of science by ᶜOmar Abu Qaws. Drs. Taha Ishaq Kayali, ᶜAbd al-Salam ᶜUjeili and Mr. Fuad Aintabi delivered speeches dealing with Professor Haschmi's life and work. His books were on display during the ceremony, and he was nominated for the Syrian Order of Merit. His book on plants, which Dr. Nazir Sankari is presently revising, will be published in the near future.

Professor Haschmi was born in Aleppo in 1904. He studied chemistry and philosophy in Germany, and took the doctorate for his study on al-Bīrūnī's *Kitāb al-Aḥjār*. During his long professional career he has taught in secondary schools in Aleppo, and lectured at the university. His special interest has been the history of Arabic and Islamic science and its transmission to the West. He has published a number of articles and several books. His most important achievement was the establishment of the Syrian Society for Scientific Research in 1957. Professor Haschmi has retired from teaching, but is still pursuing his scientific activities, in addition to being an active member of the Syrian Society for the History of Science.

Professor Sezgin Winner of King Faisal International Award

Professor Fuat Sezgin, the candidate of the Institute for the History of Arabic Science for the King Faisal International Award, won the award for Islamic studies, bestowed in recognition of his six volume work, *Geschichte des arabischen Schrifttums*. Professor Sezgin has already spent twenty years collecting and compiling his source material for this monumental publication, and two further volumes are still in preparation.

One of the orientalists present at the congress held in Würzburg (FRG) in 1968, said in praise of this great achievement, "Brockelmann was the centre of attention for many a year, but the *Geschichte des arabischen Schrifttums* will become one of the 20th century's most important contributions to Arabic literary culture and the classification of the immense Arabic heritage".

In the introduction to the first volume of the Arabic translation from its German original, Dr. Fahmi abu al-Fadl says, "This is not only a book on science, but also a proof of great achievement if we consider that such a work is usually compiled by a group of scholars. Yet the *Geschichte des arabischen Schrifttums* is entirely the work of Professor Sezgin".

Professor Sezgin was born in Istanbul in 1924 where he studied, taking his doctorate in Islamic Science and Persian Studies. For a number of years he was on the faculty of the University of Istanbul.

The History of Rhetoric written in Turkish (1947), and *Studies on Bukhari's Compendium of Sources*, published in 1956, are only two of Professor Sezgin's numerous works. In 1960 he moved to Germany, where he lectured for two years at the Institute for Semitic Languages of the University of Frankfurt. Subsequently he was named a visiting professor at the Institute for the History of Natural Science at the same institution. He then obtained a chair at the University of Frankfurt with all the rights of a German professor, although he retained his Turkish nationality.

He was granted the award on February 27, 1979, in an official ceremony held in Riyad under the patronage of His Majesty King Khaled ibn Abdul Aziz. Dr. Ahmad Y. al-Hasan, Rector of the University of Aleppo and Director, Institute for the History of Arabic Science, attended the official celebration.

The award consists of a certificate bearing the name of the prize, a valuable medal, and a sum of money equivalent to 200,000 Saudi Rials.

The Second International Symposium for the History of Arabic Science

The opening ceremonies were convened on Thursday, 5 April, 1979, before an audience of seven hundred people. The scientific meetings commenced on the same day. These continued through Monday, 9 April, being held in various auditoriums of the University of Aleppo.

The meetings included three seminars, having the following themes:

The Place of Science and Medicine in Medieval Islamic Civilization
The History of Algebra
and *The Transmission of Arabic Science to the Latin West*

Each seminar was addressed by a group of from two to four invited speakers, after which the meeting was thrown open for general discussion.

In addition to the seminars, there was a total of seventeen sessions for the presentation of some 114 short papers on topics chosen by the participants, opportunity being given for questions and remarks from the floor after each paper. These sessions were organized by fields of study, with two or more running simultaneously. The history of medicine was by far the most popular subject with thirty-four papers. Next was mathematics with eighteen, thence lesser numbers of presentations involving astronomy, the earth sciences, technology, astrology, alchemy, physics, agriculture, and so on.

Interspersed with the scientific sessions were lectures and film showings of general interest, notably of the excavations at the famous nearby site of ancient Ebla.

The Institute for the History of Arabic Science prepared exhibits of publications of the University of Aleppo and of the numerous objects which make up the first acquisitions for the Institute's future history of science and technology museum.

The last day of the Symposium concluded with a general meeting of participants, for the adoption of resolutions, and a final banquet.

On Tuesday, 10 April, those of the departing visitors who so chose were escorted on tours to Ebla and the Krak des Chevaliers via Homs, or to Lattakia and Ugarit.

Scholars resident in a total of twenty-seven different countries were present. Naturally, the twenty-three from Syria, the host country, made up the largest group. There were twenty-seven from the other Arab countries, about a third of these being from neighboring Iraq. The eleven participants from the USSR made up the largest single delegation, with West Germany, France, the U. S. A., and the United Kingdom not far behind.

Many of the participants expressed gratification at the level of the material presented, and with the arrangements in general. The organizers of the Symposium may congratulate themselves upon a job well done.

by Sbath in his published catalogue, is not noted by either Brockelmann, Sezgin, or Ullmann in their bibliographies.[9]

The Manuscript

(Number: Antaki 1)

Damaged and faded leather cover. The binding has come apart and most of the pages are loose, but otherwise the manuscript is well-preserved. Stained pages. Almost no marginal notes. The first page contains one owner's seal and four entries in different hands. One of these, which appears to be more recent than the text, reads:

كتاب المنصوري في حفظ الصحة ومعالجة الامراض لمن يحضره الطبيب تأليف الشيخ الحكيم أبي بكر محمد بن زكريا الرازي

182 ff. Complete. Paginated in ink. Ends on p. 364.
18.5 × 11.5 cm. 22 lines.
Legible naskhi script, partly vocalised. Red ink headings. No scribe's name. Undated. Probably 7th/13th century (as Sbath).

Begins:

بسم الله الرحمن الرحيم رب يسر وأعن برحمتك مجدا كتاب ألفه [sic] محمد بن زكريا الرازي للمنصور بن اسحاق اسمعيل بن أحمد فقال اني جامع للامير أطال الله بقاه جملا وجوامعا ونكتا وعيونا من صناعة الطب ومتخذ في ذلك الاختصار والايجاز وذاكر من ما لا يحدث ...

Ends:

فليوخذ لحم رطل من وزن درهم مصطكي ودرهم قرنفل ودرهم سنبل قصير في خرقة وتلقى عند الطبخ فيه ان شاء الله تعالى واذ اتينا على جميع المقالات والفصول المذكورة في صدر هذا الكتاب فقد كمل كتابنا هذا والله المعين والموفق للصواب وهو حسبنا ونعم الوكيل ولا حول ولا قوة الا بالله العلي العظيم تم الكتاب والحمد لله حق حمده وصلو الله على سيدنا محمد وآله وصحبه وسلم تسليما

It is of course always useful to discover the whereabouts of an Arabic scientific manuscript. But it is particularly useful in this case for two reasons: firstly, there is no modern printed edition of *K. al-Manṣūrī*, and secondly, the book is of great importance to the history of Arabic medicine and mediaeval learning. In addition, this manuscript is especially valuable because it is complete, well-preserved, and appears to be early. Many of the surviving manuscripts of *K. al-Manṣūrī* are incomplete, sometimes lacking as much as a half or a third of the original text.

It is fortunate that this manuscript has been released from private ownership and is now available for scholarly use.[10]

9. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur* (Weimar: Felber, 1898-1902), Vol.I, pp. 233-5 (one would not of course expect the Sbath manuscript to be mentioned in this edition); *Supplement*, (Leiden: Brill, 1937-42), Vol. I, p. 417; Sezgin, *op. cit.*, Vol. III, pp. 281-2; M. Ullmann, *Die Medizin im Islam* (Leiden: Brill, 1970), p .132.

10. In this connection, it should be mentioned that I am currently preparing an edition of Book 9 for publication by the *IIIAS*. This MS will be one of those used in the preparation of this edition.

scripts of the work extant, dispersed in various eastern and western libraries. This large number and the wide temporal span of the surviving manuscripts is further testimony to its popularity.[6] Yet, apart from Reiske's Arabic and Latin edition of 1776, there has been no Arabic edition of the work in modern times. The first *maqāla* was edited and translated into French by de Koning in the early part of this century.[7]

K. al-Manṣūrī is moderately large, (the manuscript length averages at 200 ff.). It deals with all the major topics of medical importance of the time, as the subjects of the ten *maqālāt* indicate:

The Form and Appearance of Organs
Knowledge of the Temperaments of Bodies and the Preponderant Humours in Them
The Faculties of Foods and Medicines
The Preservation of Health
Cosmetics and External Diseases
The Management of the Traveller
Bonesetting, Wounds and Ulcers
Poisons and Insect Bites
The Diseases from Head to Toe
Fevers, Coction, Crisis, the Urine and the Pulse

In 1977, the Institute for the History of Arabic Science at Aleppo received a gift of 255 manuscripts from a well-known art collector of Aleppo, Mr. George Antaki. Among the medical works was a manuscript of *K. al-Manṣūrī*. The only copy of this book previously known to have been in Aleppo was the one mentioned by Father Paul Sbath in his 3-volume catalogue of the manuscripts held in private collections in Aleppo. Here, he refers to a manuscript of *K. al-Manṣūrī* in the collection of the consul for Holland, M. Rodolphe Poché. The entry in Sbath's book is characteristically brief and gives no description of the manuscript.[8] Careful inquiry has established that this manuscript of the Dutch consul is the same as that donated to the *IHAS*. It had passed from that owner into the posession of others and thence to the final purchaser who donated it to the *IHAS*. With the manuscripts came also a hand-written list of their titles, authors, and brief descriptions. This is contained in a small exercise book, said to have been written by Paul Sbath in the 1930s in preparation for a fuller catalogue (which he never undertook). The entry for *K. al-Manṣūrī* dates it as 13th century (A. D.) and marks it as 'précieux'. No other description is given. The existence of this manuscript, although it was listed

6. There are manuscripts of this work dating from the 5th/11th century until the 12th/18th century. For details, see F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* (Leiden: Brill, 1967), Vol. III, pp 281-2.

7. P. de Koning, *Trois traités d'anatomie arabe* (Leiden: Brill, 1903), pp. 2-98.

8. P. Sbath, *al-Fihrist, catalogue des manuscrits arabes*, 3 volumes plus supplement, Cairo, 1938-40, Vol.I, p.99. Elsewhere (Introduction, p.vii), Sbath says that this Consul had a large collection of Arabic manuscripts.

NOTES AND CORRESPONDENCE

Notice of Another Manuscript of al-Rāzī's Kitāb al-Manṣūrī

Ghada Karmi*

ONE OF THE MOST FAMOUS of Abū Bakr Muḥammad b. Zakariyya al-Rāzī's books was the comprehensive book on medicine which he dedicated to the Samanid prince, Abū Ṣāliḥ al-Manṣūr b. Isḥāq, (after whom it was known as the *K. al-Manṣūrī*). It was an extremely celebrated work in the Latin West throughout the Middle Ages, and was translated into Hebrew, Greek and Latin, the last by Gerard of Cremona in 1175.[1] It was printed in Latin in 1481, and was reprinted many times thereafter. There are also many Latin manuscripts of the book extant, further proof of its popularity in the West.[2] *K. al-Manṣūrī* is divided into ten treatises, or *maqālāt*. The 9th *maqālā*, or *Liber Nonus* (alternatively known as the *Nonus Almansoris*), which deals with the diseases from head to toe, became especially important in Latin translation. It was printed many times, particularly in the 15th century, and was extensively used and commented on in the 15th and 16th centuries.[3] The most famous of these commentaries was Andreas Vesalius' paraphrase, which was published in 1537.[4]

K. al-Manṣūrī was also popular and important in the Arabic East. Abū'l-ᶜAbbās al-Majūsī, the 10th-century author of the medical encyclopaedia, *Kāmil al-Ṣināᶜa*, says in his introduction that al-Rāzī had surpassed all others in the excellence of his book, *K. al-Manṣūrī*.[5] Today, there are no less than 47 manu-

*The Wellcome Institute for the History of Medicine, 183 Euston Road, London, N.W.1, U.K.

1. See M. Steinschneider, *Die europäischen Übersetzungen aus dem Arabischen bis Mitte des 17. Jahrhunderts* (Vienna, 1904-5), p.25.

2. See L. Thorndyke and P. Kybre, *A Catalogue of Incipits of Mediaeval Scientific Writings in Latin*, revised and augmented edition, (Mediaeval Academy of America, 1963), pp. 272, 471, 1053, 1375, 1538; also, S. Pansier, "Catalogues des manuscrits medicaux des bibliothèques de France", *Sudhoffs Archiv*, 2(1908), 36-7.

3. See H. Schipperges, "Bemerkungen zu Rhazes und seinem Liber Nonus", *Sudhoffs Archiv*, 47(1963), 373-7.

4. Andreas Vesalius, *Paraphrasis in Nonum Librum Rhazae* (Basle, 1537).

5. Al-Majūsī, *Kāmil al-ṣināᶜa* (Cairo, Bulaq, 1294/1877), Vol. I, p. 5, l. 1-3.

En collaboration avec René R. J. Rohr, "Deux astrolabes-quadrants turcs", *Centaurus*, 19(1975), 108-124.

1976

"Un cadran solaire juif", *Centaurus*, 19(1976), 264-272.

"Un compendium de poche par Humphrey Cole (1557)", *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*, 1 (1976), 1-11.

1977

"Quelques aspects récents de la gnomonique tunisienne", *Revue de l'Occident Musulman et de la Méditerranée*, (Aix-en-Provence, France), 1977, 207-221.

"Un cadran de hauteur", *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*, 2 (1977), 21-25.

En collaboration avec D. A. King: "Ibn al-Shāṭir's Ṣandūq al-Yawāqīt: An Astronomical Compendium", *Journal for the History of Arabic Science*, 1(1977), 187-256.

1978

"Un cadran solaire grec à Aï Khanoum, Afghanistan", *L'Astronomie* (Paris), 92 (1978), 357-362.

En collaboration avec D. A. King: "Le cadran solaire de la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn au Caire", *Journal for the History of Arabic Science*, 2(1978), 331-357.

"Un texte d'ar-Rudani sur l'astrolabe sphérique", *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*, 3(1978), 71-75.

1979

"Astrolabe et cadran solaire en projection stéréographique horizontale", *Centaurus*, 22(1979), 298-314.

tan. Toutes ses recherches furent brutalement interrompues par son décès en décembre 1978, alors que deux articles étaient encore sous presse.

On trouvera ci-après une liste de ses publications.

1969

"L'histoire du cadran solaire", *La Suisse Horlogère*, (1969), 93-101.

1970

"Note sur le cadran solaire de Brou", *L'Astronomie*, Paris (1970), 83-85.

"Les cadrans solaires polyédriques du musée du Pays Vaurais", *Bulletin de la Société des Sciences, Arts et Belles-Lettres du Tarn*, N. S., 29(1970), 357-365.

1971

"Les méridiennes du château de Versailles", *Revue de l'Histoire de Versailles*, 59(1971).

"Un cadran solaire astronomique", *L'Astronomie*, Paris (1971), 251-259.

1972

"Le cadran polyédrique du cloître de Brou", *Bulletin de la Société des Naturalistes et Archéologues de l'Ain*, Bourg-en-Bresse, France, (1972), no. 86, 77-82.

"Le cadran aux étoiles", *Orion*, (Schaffhouse, Suisse), 30(1972), 171-175.

"Un cadran solaire de hauteur", *Sefunim* IV, Bulletin 1972-1975, (Haifa), 60-63.

"Le cadran solaire de la mosquée Umayyade à Damas", *Centaurus*, 16 (1972), 285-298, reproduit dans E. S. Kennedy, and I. Ghanem, eds., *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir: an Arab Astronomer of the Fourteenth Century*, (Alep: Institute for the History of Arabic Science, 1976), pp. 107-121.

1973

"Le monument solaire de Bagneux", *Histoire Archéologique*, Bulletin de l'Association des Amis de Bagneux, (Bagneux, France), 1973, 521-529.

1974

"Le cadran solaire multiface de l'Abbaye Sainte-Croix de Bordeaux", *Revue Historique de Bordeaux et du département de la Gironde*, (France), 1974, 31-41.

"Le cadran solaire analématique, histoire et développement", *Centre Technique de l'Industrie Horlogère*, (Besançon, France), no. 74. 2057, 1974, 1-37. Il existe une traduction allemande due à René R. J. Rohr parue dans *Uhren Technik* (U. T.), 2 (1974), 1-15.

"Le cadran lunaire", *Orion*, (Schaffhouse, Suisse), 32(1974), 3-11.

1975

"Un cadran solaire oublié", *Orion*, (Schaffhouse, Suisse), 33(1975), 179-182.

Éloge

LOUIS JANIN



17 OCTOBRE, 1897 – 29 DÉCEMBRE, 1978

Par C. Nallet, René R. J. Rohr, et D. A. King*

DIPLOMÉ des Hautes Etudes Commerciales, Docteur en Droit, M. Louis Janin a fait toute sa carrière dans le commerce international en tant que Directeur d'une grande banque parisienne. Il a eu six enfants, dix-huit petits-enfants et de nombreux amis.

Au cours de sa vie professionnelle, M. Louis Janin a travaillé en Algérie et a eu de nombreux contacts avec les pays arabes.

Ce n'est qu'après avoir pris sa retraite, en 1965, à l'âge de 68 ans, qu'il s'est intéressé à la gnomonique, et c'est à partir de cette date là qu'il lui a consacré son temps et ses efforts. Son intérêt pour la gnomonique arabe remonte à sa découverte de l'absence de publication sur le splendide cadran de la Mosquée Omayyade à Damas. Par la suite, il a visité le Caire pour examiner tous les cadrans médiévaux que l'on peut y trouver, et il y a appris que le plus splendide de ceux que l'on connaît était celui de la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn qui n'existe plus que dans une reproduction fidèle préparée par les savants qui accompagnaient Bonaparte en Egypte. Une de ses publications les plus récentes traite d'un cadran extraordinaire, d'origine grecque, qui a été découvert en Afghanis-

*12, avenue Carnot, 75017 Paris, France.

primarily of doctrinal responses; and when philosophy became focused upon illuminationist metaphysics, the desirability of natural philosophy and the mathematical sciences of nature was seriously reduced.[45] But Avicenna's thought, as the foremost exemplar of *falsafa*, would also have played the leading part on the side of the ancient disciplines in the general 'religious dialogue' that I have posited. If the description is essentially correct this far, then one may affirm with confidence that Ibn Sīnā's theoretical psychology exercised a decisive influence upon the history of the Greek sciences and upon the evolution of Islamic cultural history in general. This is the conclusion that I have been the most anxious to substantiate; but even in a longish paper adequate support can be produced for only a part of the necessary argument. I hope, though, that I have treated primarily those points which have most significance for the broader issues.

Let me add a final observation. If this historical assessment has been an accurate one, then the career of philosophy and of all the Greek sciences was pressed forward in the very centre of Muslim culture, not at the periphery as is often supposed. Indeed philosophy and her sister disciplines will need to be regarded as having developed in ways and by processes which were common to most fields of intellectual endeavour in the Islamic middle ages and which seem to have been among the most characteristic and important features of Muslim civilization.

45. All the natural sciences were harmed in this way, including psychology itself. But psychological theory escaped to a considerable extent, because it was able to direct its inquiries towards the ontology of intellects and related subjects; having thus been itself transformed, it came to occupy a position midway between 'physics' and metaphysics.

of the acquisition of knowledge which left him in exactly the moderate illuminationist posture he wanted. The analysis of 'experience' *(tajriba)* in the *Burhān* was a crucial step in securing his epistemological doctrines. *Tajriba* could be useful, but it had a strictly limited rôle, and there was no instance in which it could not, in the end, be avoided. 'Experience' belonged to the estimative faculty, 'knowledge' to the intellect; and the active principle of intellection resided in a celestial being. Avicenna's establishing of this external-intellection theory of knowledge was what was most decisive, I have argued, in determining the subsequent relationship of the Greek sciences and their proponents to the followers of the other ways of Muslim knowledge.

Ibn Sīnā's attitude to empirical knowledge I have mainly attributed to an ultimately Muslim belief in personal salvation. To this, too, I have credited his interpretation of the ensoulment of the human embryo presented in the *Kitāb al-Ḥayawān*. Finally, since paradise was to offer eternal intellection as its highest reward, it was in this connection also that the chief ontological problems were generated. Avicenna took various measures to reconcile actual intellection with incorporeal individualization, but he had no real success.

The discussions in this paper were designed to show how very much of the philosophy of Ibn Sīnā was connected to his psychology and how crucially his system depended upon the elaboration of a consistent general theory of the soul. In the Islamic intellectual world of the late ninth, tenth, and early eleventh centuries, moreover, it is correct to say that a very large proportion of the leading issues lay within psychological theory or derived immediately from doctrines there – an assertion for which my earlier list will have to provide a sufficient *prima facie* case. In passing, without proof, I have offered an analysis of the development of Islamic intellectual culture wherein the fundamental process is seen as a 'dialogue' among the several groupings of Muslim thinkers, one of which comprised the *falāsifa* and other adherents of the Greek sciences. Conceived here as basically a religious debate, it had as its underlying question the sort of *ʿilm* that was to be accepted as true and was thus to supply the proper understanding of the religion. The full examination of *tajriba* and related matters above was intended in part to clarify this picture of a general debate and to present a notable example of what I conclude was involved in it. If this interpretation represents the historical situation properly, then the further statement may be made, that through the medium of this 'dialogue' psychological theory exerted a major force in the final shaping of medieval Islamic culture.

Probably no one doubts that Ibn Sīnā was a key figure in the history of Muslim thought. The real task is to learn by what means Avicenna's philosophy came to change the course of the Greek sciences in Islam and thus to alter the development of Muslim culture as a whole. A tentative answer is now available. The transformation in *falsafa* itself was relatively direct, a matter

But if Ibn Sīnā was not mystical in his outlook, neither was he empirical. He had arrived at a position where he hoped to have the best of both worlds. The practical result, in fact, was almost to gain neither. The salvaging of his philosophy did not begin until two centuries later, and then only in the Iranian schools; there it was made something wholly mystical, with logic and the sciences as pure propaedeutic.

Avicenna's illuminationism rendered *tajriba* superfluous and left *falsafa* impotent to serve as a basis for the progressive investigation of nature. The epistemological foundation of philosophy was made exactly the same as that of the traditional religious sciences in Avicenna's system, *viz.*, revelation from the Active Intellect; but of course philosophy could be given neither the direct authority of a God-sent Message nor the social support available to the Qur'ānic disciplines or even to *kalām*. Yet the illumination accessible to the philosopher had little of the bliss and ecstasy of the union with God claimed by the *ṣūfī*'s. Without saving the sciences of nature, without gaining the felicity of the mystics, and without capturing any of the social might or religious authority of the jurists or even the lesser strength of the theologians, Ibn Sīnā failed his side badly in the general Islamic cultural debate over the nature of proper Muslim *ʿilm*.

His was, to be sure, an extraordinarily difficult task, and one cannot deny the brilliance, or at the very least the thoroughness and competence, of the philosophical synthesis achieved by Avicenna. He provided solutions to the primary, psychological problems with which he had been faced, even if he left unanswered a set of derivative questions in ontology. Using an exceptionally oblique method of presentation Ibn Sīnā produced a non-Aristotelian account

esp. to the notes), pp. 129-131, and ch. 5 (pp. 145-196; published separately as *La Connaissance mystique...*, also cited in note 34). Gardet and Massignon had viewed Avicenna's system as ultimately 'mystical', whether Plotinian or *ṣūfī*; but in the next year appeared Shlomo Pines's 'La "Philosophie orientale" d'Avicenne et sa polémique contre les Bagdadiens', *Archives d'histoire doctrinale et littéraire du moyen-âge*, 27 (1952), 5-37, which found Avicennianism to be an esoteric Peripateticism of essentially the sort that has been described in this paper. A rejoinder came from Henry Corbin, in his *Avicenne et le récit visionnaire* (2d ed., Paris, 1954), Eng. tr. by W. Trask as *Avicenna and the Visionary Recital* (New York, 1960), pp. 271-278; there he examined both the article by Pines and one by Massignon ('La Philosophie orientale d'Ibn Sīnā et son alphabet philosophique', pp. 1-18 in *Mémorial Avicenne, IV: Miscellanea* (Cairo, 1954)) before pressing an even more mystical reading than that of Massignon. Pines's 'La Conception de la conscience de soi . . .' (see note 34 above) is also pertinent here; and *cf.*, finally, Louis Gardet and M. M. Anawati, *Mystique Musulmane* (2d ed., Paris, 1968), *passim*.

The present paper has relevance to the problem of mysticism in Ibn Sīnā only if Pines's side of the argument is largely correct. I am gratified in this respect by the support received from the conclusions of the careful investigator of *Al-Risāla al-Aḍḥawiyya*, Francesca Lucchetta, who in her introduction to that work (*ed. cit.*, note 4 above, pp. lv-lvi) says she has found no evidence for *ittiḥād* of any kind, for *ittiṣāl* with entities other than the Active Intellect, or for direct contemplation, intellectual or otherwise, of the One. Avicenna's philosophy seems to have held within it only that moderate illuminationism of an intellective kind which has been presented above.

But such knowledge is still intelligible, not more, and is logically – syllogistically – ordered, although all interrelationships among the intelligibles are known at the same time. I have not found any passage in the *Shifā'*, nor in the *Ishārāt* the *Aḍḥawiyya*, nor elsewhere, that suggests the least possibility that a human soul or intellect, in this life or the next, may become conjoined to a being higher than the lowest of the celestial intellects, or, in other words, that it may participate in any knowledge or mode of being higher than that of the Active Intellect. Ibn Sīnā's whole cosmological system demonstrates, and is in part designed in order to demonstrate, the impossibility of the uniting or conjoining with the One by any finite being, even the highest celestial intellect.[43] Moreover, far from proving mystical *fanā'* (extinction of self) in the state of 'conjunction', Avicenna commits his efforts to preserving individual identity there.

One may talk of more than one sort of spiritual union: the mystic may say 'I am God', in which case there is *ittiḥād* ('unification') unqualified, and the identity of the mystic has been lost in that of God himself (or of the One); or he may claim that he is within or joined to God, a qualified *ittiḥād*, wherein his identity is retained; a thinker of Avicenna's persuasions, however, may only assert that he is within or joined to a celestial intellect, where his condition is the intellective *ittiṣāl* that has been discussed. This state is nothing like the 'light' *(nūr)* or the 'tasting' *(dhawq)* described by the *ṣūfi*'s nor the kind of union with the One that Plotinus claimed to achieve. In the *Ishārāt* and other places Ibn Sīnā makes use of the language of the *ṣūfi*'s; but it is not *their* doctrines he proceeds to expound. So, although he is unquestionably an illuminationist in a certain precisely restricted sense, Avicenna cannot be considered a mystic of either a *ṣūfi* or a Plotinian kind. Nor, it seems to me, can he be termed a mystic in any other significant way.[44]

pp. 190-209 and 214-215, *ed. cit.* in note 4.

The notion of eternal, or prophetic, intellection as timeless, or simultaneous, syllogizing is reasonably clearly expressed in the *Kitāb al-Nafs* passage (Eng. tr., p. 36 in *Avicenna's Psychology*, cited above in note 10; in the Arabic text of the *Najāt*, p. 167, *ed. cit.* in the same note); timeless syllogizing seems also to be the activity that Aristotle attributed to the Prime Mover at the end of Metaphysics XII: 9.

43. Avicenna's cosmology is fully expounded in the *Shifā'*. See *al-Ilāhiyyāt* VIII: 7 and IX: 2, 3, and 4, esp. IX: 3 and 4; *cf.* Nasr, *Introduction ...* (cited in note 35 above), pp. 202-207 – but use this account with care, for much of it is based on a *risāla* that is almost serteinly spurious.

44. Ibn Sīnā's 'mysticism' and the associated issue of his 'esoteric philosophy' have been taken up by nearly every Avicennian scholar active since World War II; and for good reason, as the solutions to these problems must form a fundamental part of any general interpretation of Avicenna's thought. I shall mention here only enough writings to furnish the basic information and make clear the main points of view. The state of opinion at the end of 1950 was compactly exhibited in the special issue of *La Revue du Caire* for June, 1951, which had articles on the subject by Louis Massignon and (two) by Louis Gardet, plus two more on related topics by Aḥmad Fu'ād al-Ahwānī and M.M. (G. C.) Anawati. Gardet's views were more fully explained in his *La Pensée religieuse...* (cited in note 34 above) published the same year; see pp. 23-29 (which follows the text of the first Cairo article. but with additions.

a potential intellect, how can it be genuinely a component of the soul, which ought to subsist at a different ontological level? If, again, it really is an intellect, how can it have been individuated for a given matter *(i.e.*, its body) in the first place? Why should the rational soul (whether truly soul or truly intellect) be supposed able to return to the *dator formarum* as something self-subsistent when it has left it fit only to be joined in a necessary connexion to one particular body? What, principally and finally, is a 'soul' doing in a celestial intellect *qua* soul, or, if it is there as an intellectual entity, how can it have retained its individuality? Ibn Sīnā by no means avoids these questions, but he does not answer them cogently. He seems to exploit the intrinsic ambiguity of designations such as 'rational soul' and 'individual intellect', using them equivocally in senses that are in fact incompatible.

This is but one place, although a principal one, to be sure, where the philosophical structure erected by Ibn Sīnā reveals large cracks in its fabric. The source of many of them lies in psychological theory, as has already been said, but of these, most emerge to view only as flaws in his ontology. The ontological problems that are created by basic psychological doctrines like the external-intellection theory of *ʿilm* often may be traced further back, to the basic Muslim belief in individual immortality, in particular. Many of the difficulties in the ontology of Avicenna he himself fails to isolate, and not a few he covers over; they remain largely unsolved. Like the intricate Christological enigmas of Patristic theology they are most obvious in what may be called, rather pedantically, ontological anthropology. These faults in the ontology of Ibn Sīnā must be ranked among the intrinsically most damaging in his entire system; some of them, moreover, relate to doctrines meant to replace traditionally interpreted Qur'ānic dogmas. It is not surprising that the ontological failings as a group become particularly injurious to the reputation of Avicenna's philosophy in the Islamic world.

Since relevant information is now to hand, it is perhaps excusable to turn briefly aside to the issue of Ibn Sīnā's mysticism. Certainly it is the teaching of Avicenna that authentic knowledge comes to the human mind only through conjunction *(ittiṣāl)* with a celestial intellect. Prophets, and some others, at least in their moments of greatest insight, grasp the whole or most of the intelligible world of the Active Intellect simultaneously; and continuous, or rather timeless, existence in this condition of complete understanding is the highest felicity in Avicenna's paradise. This state of being is an immaterial and eternal possession of conscious, self-aware, and necessarily actual knowledge of the sort just described.[42]

42. The main theoretical treatments of the higher human intellectual (or psychical) states are *Al-Shifā':Kitāb al-Nafs*, V: 6, esp. pp. 249-250, *ed. cit.* in note 8 above, and *al-Ilāhiyyāt* IX: 7, pp. 425-426 and 429 (in vol. II), *ed. cit.* in note 13; and *Al-Risāla al-Aḍḥawiyya*, ch. 7, *passim*, esp.

individuation and has indeed evolved the fundamentals of an ego-doctrine.[39] His 'ego', I believe, may be described by the formula 'individual rational soul' = 'intellect' + 'ego'; that is to say, the rational soul comprises an intellective faculty and an unanalysed immaterial principle of individuation, which may be called an 'ego' (literally, and in the standard philosophical sense, if not precisely in any of the technical meanings of the term in modern psychology). It also seems that the potential intellect, in the narrowest sense, does, when actualized, become identical to the intelligibles which the rational soul is 'borrowing'. But even so little as this is never made explicit. Some negative conclusions may be confidently drawn, however: that there is little real influence here from the Plotinian 'we', or the Stoic 'attention', and none from an 'attentive' *(prosektikon)* faculty (even though it was conceived as a part of the rational soul) of the logically abominable type adopted by John Philoponus (Yaḥyā al-Naḥwī; *ca.* 490 - *ca.* 570).[40]

Avicenna, as I mentioned above, is aware of his failure in the *Shifā'* to cope fully with the individualizing of a 'resurrected' intellect. But the treatment in *Al-Risāla al-Aḍḥawiyya* goes little further; the discussion may be 'esoteric', but it is scarcely more 'demonstrative' than that in the *Shifā'*.[41] In the *Aḍḥawiyya* the carrier of human individuality is considered to be the rational soul, which also is the element of a person that is saved at his death. How, though, is it to retain its intellective capacity, to become, indeed, an eternal intellect-in-act? If the rational soul or any essential 'part' of it is really

39. Rahman's well-known views on Ibn Sīnā's idea of the 'ego', expressed in *Avicenna's Psychology* (cited in note 10 above), pp. 12-19, 102-104, and 109-114, were necessarily tentative, for he was speaking there only in relation to Ibn Sīnā's remarks in ch. 15 of the psychological part of the *Najāt* (Eng. tr., pp. 64-68 in the same work; pp. 189-192 in the Arabic text, *ed. cit.* above in note 10). In this place Avicenna merely indicates that the ultimate substrate of experience is in one sense the soul as a whole. The more developed doctrine of the 'ego' is found in the *Shifā'*, *Kitāb al-Nafs* V: 7, ed. Rahman (cited in note 8 above), pp. 256-257; see especially p. 256, ll. 9-11, a passage that follows upon the analysis of the 'floating man' (see preceding note): 'The referent *(maqṣūd*; 'object referred to') in the knowledge I have about myself, that I am the "I" whom I mean in my saying that I have sensed [something] and that I have intelligized [something] and that I have performed [some] act and that I combine these characteristics [within myself], is another thing, which is what I call the "I" *(anā)*'.

Cf. also note 34 above; see especially the *Shifā'*, *al-Ilāhiyyāt* III: 8 and VIII: 6 (for background), *al-Risāla al-Aḍḥawiyya*, ch. 4, and Pines, 'La conception de la conscience de soi . . .', among the references there.

40. Rahman, *Avicenna's Psychology* (cited in note 10 above), pp. 111-114, presents an English translation of Philoponus's remarks on the 'attentive faculty'; *cf.* Iohannes Philoponus, *In Aristotelis De Anima libros commentaria* [*Commentaria in Aristotelem Graeca*, XV], ed. M. Hayduck (Berlin, 1897), p. 464, ll. 13 *et seq.* (on *De An.* II: 2, 425b12ff).

41. See above, p. 74 and note 34. The seeming hesitancy of Ibn Sīnā over his doctrines of individuation of immaterial things appears in the *Shifā'* in *Kitāb al-Nafs* V: 3 and *al-Ilāhiyyāt* IX: 7 and X: 1; in *al-Ilāhiyyāt* X: 1 (and to some extent in IX: 7) his dubiety is due at least in part to a desire to keep the discussion exoteric (with, of course, hints to the wise), but in the *Kitāb al-Nafs* the doubt seems wholly unfeigned.

reduces to ontology. The problem of knowledge comes to be examined mainly through discussion of the ontological status of intelligibles and intellects. And to this same topic the study of the higher functions of the soul leads also at the end.

The ideas of the 'essential definition' *(ḥadd)* (*cf.* note 13), the species, and the genus are treated the most interestingly not in the logical books of the *Shifā'* but in the *Ilāhiyyāt*: for it is their mode of being that is principally at issue, and this is an ontological matter. Avicenna's rejection of Platonic Ideas on ontological grounds has already been noted; the ontological content of the problem of intelligible memory, too, will have been evident. Finally, it is in ontology where the problems of psychological theory as such, having been averted earlier, now reappear to do battle.

How can a rational soul be said really to become an eternal intellect-in-act? Would this not require a change from one hypostasis into another, a change of a single subject from one level of being to an entirely distinct one? And would not such a change be entirely inexplicable in anything like Avicennian concepts? It is true that Ibn Sīnā speaks of a child as entering a different species upon gaining its capacity for intellection, but this is simply a case, although a peculiar one, in which a properly prepared matter receives an entelechy that is common to all members of its (new) species.[37] (Scholars who seek to make Avicenna Plotinian must be especially careful on these matters: he never speaks of an individual 'undescended' intellect, and the realization of a rational soul as an eternal intellect-in-act, however grotesquely it may distort Peripatetic views, is simply inconceivable in the cosmology of the *Enneads*).

The rational soul *qua* individual is not an intellect, whereas *qua* intellect-in-act it cannot be individual. Is the rational soul of a person, however, supposed to be identical with his intellect, and is this in turn to be identical with the intelligibles it receives? If so, there are grave problems here, surely insuperable ones. But in fact, as has been remarked above, Ibn Sīnā often speaks as though the potential intellect is merely a capacity for intellection inhering in something non-passive, namely the rational soul, which in one aspect is the *hēgemonikon*, the 'controlling faculty', of the individual. One should note also the self-awareness that Ibn Sīnā attributes even to the so-called 'floating man' (*i.e.*, someone conceived as deprived of all sensory information whatever).[38] Thus he has hinted in several places at an immaterial principle of

37. *Shifā'*, Cairo ed., *al-Ḥayawān* XVI: 1, p. 403, 11. 7-8. 'If a child *(ṣabīy*; lit., 'boy') [duly] endowed with sensation *(ḥassās an)* becomes [fully] human *(insān an)* through reason *(nuṭq* = Gk. *logos)*, he progresses by this perfection *(istikmāl*; 'entelechy') from one species *(naw')* to another'. (Because, according to Peripatetic philosophy, 'man' is the 'rational *(nuṭqī)* animal', differentiated from all other species by his reason). The present passage is part of a longer one discussed above (p. 52) in connection with the ensouling of the embryo.

38. *Kitāb al-Nafs*, I: 1, *ed. cit.* in note 8 above, p. 16, and V: 7, *ibid.*, pp. 255-256; also, differently expressed, in the *Ishārāt* (*Le Livre des théorèmes et des avertissements*, ed. J. Forget (Leiden, 1892), p. 119).

Whatever the reasons and motivations of Avicenna, and whatever the nature of his mystical tendencies, his theory of the acquisition of knowledge through 'conjunction' with the Active Intellect thoroughly undermines natural philosophy and the sciences, for his solid and integrated account effectively obviates empirical investigation. The examination of *tajriba* in the *Shifā'* may well be intended to save the disciplines traditionally based on experience – Avicenna's own intellectual biography very strongly suggests as much; but the epistemology developed by Ibn Sīnā moves so far in the opposite direction as to become a form of illuminationism. One cannot avoid the impression that the hardships of *tajriba* are really for the intellectually unlucky. Individual immortality has been saved, but empirical research has been made superfluous, at least in essence. Direct intellectual insight can be effective anywhere that *tajriba* can be but is also able to go further and deeper, Avicenna will rightly be understood as saying. Logic and mathematics supply good mental training; noetics, epistemology, and ontology are important for their actual content. The rest of the Greek theoretical disciplines, especially natural philosophy and the mixed sciences, have a lesser value and are perhaps trifling to the best minds. Such is the eventual significance of Ibn Sīnā's treatment of *empeiria* for the Greek way of knowledge in the Islamic world. There are strong intellectual and social forces against which the *falāsifa* are obliged to make themselves felt, but Avicenna's philosophy turns too much towards illuminationism, and keeps too little of Peripateticism to provide a healthy environment for science. This is the cost that the successors of Ibn Sīnā in *falsafa* and the natural and mathematical sciences will have to meet in order to pay for his success in constructing a system of logic, biology, and metaphysics that gains its coherence through these distinctive theories in psychology.

There is also a price that is exacted within Ibn Sīnā's own philosophy for this triumph. The various problems of his noetic, both psychological and epistemological, have largely been solved; but the solutions that have been reached create further difficulties. The new complications cluster together in the area of ontology. They are taken up in the *Shifā'*, then, in the *Ilāhiyyāt* (meaning, '[science of] things divine', but of course equivalent in meaning to 'metaphysics'), not in the *Kitāb al-Nafs*, which is a physical investigation of the soul, nor in the *Burhān*, the mainly epistemological work placed, however, in the logic *jumla*.

Ibn Sīnā's psychology in general has a tendency to merge into metaphysics. 'How do we think?' and 'how do we know?' are primary questions in his psychological enquiries, and they clearly presuppose the basic epistemological inquiry into the nature of knowledge. But the connection to metaphysics is much more intimate than that, for Avicenna's epistemology in turn largely

d'Avicenne [Mémorial Avicenne, III] (Cairo, 1952) or W. E. Gohlman, ed., *The Life of Ibn Sīnā* (Albany, N.Y., 1974).

I have not meant to imply that Ibn Sīnā has no other motives in adopting his intellective theory of ʿ*ilm* than to save individual salvation, although I have maintained that this is much the weightiest one. But there are indeed further advantages to his account of the external active principle of human intellection. For one thing, all the benefits of a pure, Platonic epistemology are preserved without having the Ideas themselves self-subsistent, which was surely something ontologically objectionable (see *Shifā'*, *Ilāhiyyāt*, VII: 3, and the preliminaries in III: 8; al-Fārābī has already made these points); the Ideas become the conscious contents of the more credibly self-subsistent celestial intellects (which were posited even by Aristotle; see especially *Metaphysics* XII: 8). Furthermore, intelligibles are necessarily immaterial and cannot be retained in a corporeal medium. (What, Avicenna asks, would half a spatially extended abstract man be?) The Active Intellect, however, provides a suitable storehouse from which they can be borrowed conveniently; otherwise, intelligibles would actually have to be abstracted anew each time from remembered images or *intentiones*. The solution of the problem of intellectual memory must be one of Ibn Sīnā's chief grounds of a purely philosophical sort for making the active principle of abstract human knowledge something external.

Finally, the intellection theory of Avicenna allows a quasi-mysticism to be present in his philosophy, and he lives in a period when mystical thought is beginning to pervade Islamic cultural life. Talk of separated intellects and abstract contemplation will help to attract followers and will make the introduction of neophytes to his thought easier to accomplish. It is also very likely that Ibn Sīnā himself finds this aspect of his philosophy satisfying. Certainly he believes it, for he says that he prays (intellectually) for middle terms. It is probable even that he views what I have just called his 'quasi-mysticism' as the only legitimate mysticism. In any event, it comes to be regarded by others as an altogether essential feature of his system.[36]

Syed Hasan Barani in 'Ibn Sina and Alberuni. A Study in Similarities and Contrasts', *Avicenna Commemoration Volume* [*A.H.* 370-*A.H.* 1370] (Calcutta: Iran Society, 1956)). I find the tone authentic.

The poem is also quoted by Seyyed Hossein Nasr in *An Introduction to Islamic Cosmological Doctrines* (Cambridge, Mass., 1964), p. 183, and again in his *Three Muslim Sages* (Cambridge, Mass., 1964), p. 41, each time in a discussion of Ibn Sīnā and Islam; either will provide an interesting preliminary account.

36. In a positive sense, by the Iranian philosophers beginning with Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī and his neo-Avicennianism in the mid-thirteenth century, and culminating with Mullā Ṣadrā (Ṣadr al-Dīn al-Shīrāzī, *ca.* 1573-1640) and his synthesis of Ibn Sīnā's philosophy and the theoretically developed sufism of Muḥyī al-Dīn Ibn ʿArabī (1165-1240). On the modern controversy over Avicenna's mysticism see below.

Ibn Sīnā mentions praying for middle terms in his autobiography, and his ideas on the nature of prayer are expressed compendiously in the essay 'On Prayer'; both are conveniently accessible in English in A. J. Arberry, tr., *Avicenna on Theology* (London, 1951). There is no critical Arabic text for the *Risālat al-Ṣalāt*, but for the autobiography see A. F. al-Ahwānī, ed., *Aperçu sur la biographie*

Avicenna's doctrine of individual salvation, although far removed from Qur'ānic teachings, is in the end a conviction that springs from religious rather than philosophical motives. Responsibility for his ideas lies here with his thoroughly (if not always stringently) Muslim surroundings, not with his reading of the philosophers.

The examples from embryology and epistemology considered in this paper attest the fundamental importance of personal immortality to Avicenna's philosophy. They should help to confirm my introductory remarks concerning the dialogue in medieval Islam between the more traditional groups of religious intellectuals and the Muslim philosophers. I trust they will also begin to show why it may be asserted that these philosophers, even Ibn Sīnā, who is more difficult to analyse than some, consider their thought not merely to be acceptably Muslim but to be the one true interpretation of their religion.[35]

4 above). The *Najāt* offers nothing of real interest, except where it repeats the *Shifā'*; but a bit may be gleaned from Rahman, tr., *op. cit.* in note 10 above, chs. 11 and 12, *passim* (= pp. 182-184 of the Arabic text, *ed. cit.* in the same note).

Certain modern studies may also be consulted: Louis Gardet, *La pensée religieuse d'Avicenne (Ibn Sīnā)* (Paris, 1951), pp. 88-94 and 98-105 in ch. 3, pp. 129-131 in cp. 4, and 145-183, *passim*, in ch. 5; *idem*, *La connaissance mystique chez Ibn Sīnā et ses présupposés philosophiques* [= *Mémoriel Avicenne*, II] (Cairo, 1952), which is a preliminary version of ch. 5 of the preceding, but with certain passages in Arabic included in the notes – pp. 7-49; Shlomo Pines, 'La Conception de la conscience de soi chez Avicenne et chez Abu'l-Barakāt al-Baghdādi', *Archives d'histoire doctrinale et littéraire du moyen-âge*, 20-21 (1953-54), pp. 20-99, one of the few really excellent studies on any aspect of Ibn Sīnā's thought; and Francesca Lucchetta, 'Introduzione' to the *Aḍḥawiyya*, *ed. cit.* in note 4 above.

Cf. also note 39 below. It should be pointed out that the *Aḍḥawiyya* presents doctrines that are consistent with what the sophisticated reader of the *Shifā'* would expect; bodily resurrection is dropped, individual salvation is kept, and *ittiḥād* is still rejected – there is only intellectual contemplation-in-act of the One as duly 'reflected'.

The aspects of *maᶜād* that relate to moral purification are not taken up in this paper, nor is the question of the original individualization of the rational soul for its body considered (but it should be noted that this is done on the basis of the material attributes of the embryo), although both topics are important and are treated in both the *Shifā'* and the *Aḍḥawiyya*.

As regards the traditional Peripatetic doctrines in this area of ontology, it must be said that Aristotle nowhere provided an adequate examination of the 'governing' part (or aspect) of the soul, or gave a focused analysis of the relationship of the rational soul to the intellector of the intellect to the intelligibles. For the Aristotelian view that a *nous* as such is identical to its *noēta*, see, *passim*, *De An.* III: 4, 5, and 7, and *Meta.* XII: 7 and 9.

35. Virtually all the *falāsifa* (a notable exception being Muḥammad ibn Zakariyyā al-Rāzī, Lat. Rhazes, *ca.* 854 - *ca.* 930) feel their philosophy and their religion to express the same Truth; a more precise statement than this, however, would require lengthy elaboration. Many of the consequences of that belief are expressed in their political philosophies, on which see, first, the Islamic part of Ralph Lerner and Muhsin Mahdi, eds., *Medieval Political Philosophy: A Sourcebook* (New York, 1963). The rôle of Islam in the life and thought of Ibn Sīnā is peculiarly hard to assess, not least because of his ability to be 'all things to all people'. Louis Gardet in *La pensée religieuse d'Avicenne* (cited in the preceding note) has devoted a book essentially to this subject; for his conclusions see esp. pp. 201-206.

There is a Persian poem attributed to Ibn Sīnā that ends, 'I am the unique person in the whole world and if I am a heretic/Then there is not a single Muslim anywhere in the world' (Englished by

which enters the embryo, and the 'acquired intellect') are necessary in the philosophy of Ibn Sīnā in order to explain personal intellectual immortality. Many of the contortions in Avicenna's psychology, his metaphysics, and even his biology are in fact introduced to this same end.

Ibn Sīnā claims that the 'saved' human intellect remains individual in its eternal state of 'conjunction'. The only possible way for him to justify this assertion philosophically is to elaborate his conceptions of the rational soul and of the passive intellect. The two seem to me to be effectively identical, but let me for the moment call the entity which achieves 'resurrection' and immortality the 'rational soul' and let the passive intellect be simply the capacity for intellection which is attached to it. The rational soul, first of all, is very 'active' in certain respects, even if its most important function is to be conscious of the intelligibles of which it is receptive *qua* intellect; it serves the same purpose, indeed, as the *hêgomonikon* of Aristotle (and in this rôle is less ambivalently described than was Aristotle's 'governing power'). The Avicennian notion of the 'ego' is closely connected with the idea of the individual rational soul (which in essence has the logically difficult attribute of being an individuated *intellect)*. Unlike Aristotle's *nous*, the rational soul of Avicenna has the faculty of receiving or sharing, but not simply of becoming, the intelligibles; the human *ᶜaql*, when Avicenna means by it, as he very often does, either the rational soul or at least something more than a pure intellective faculty, never is identical to its *maᶜqūlāt*. The preserving of the identity of the 'resurrected' rational soul *cum* intellect is a major requirement of his authentic teachings on salvation and not (in contrast with his remarks in the *Ilāhiyyāt* of the *Shifā'* on the miraculous resurrection of the body) a view put forward for the sake of religious expediency. But, in my opinion, Ibn Sīnā is able to make only a start on the necessary analysis. He does seem more confident about his doctrines in *Al-Risāla al-Aḍḥawiyya fi'l-Maᶜād* than in the *Shifā'*, and in the *Aḍḥawiyya* he speaks primarily in terms of the (rational) soul rather than the intellect. Now it is certainly true that the Active Intellect as *dator formarum* is also the source of the rational soul as the form of the individual human being, and thereby as the form of those other, intelligible forms that he will receive – as Aristotle said, the mind is a 'form of forms' *(De Anima* III: 8, 432a2). The obvious ontological difficulties are not solved in a demonstrative way, however, in any of Avicenna's writings that I know.[34]

34. On the problems in ontology, and especially the individuation of intellects, the following are among the principal discussions: in the *Shifā'*, *al-Ilāhiyyāt* III: 8 (on the intellect as substrate for 'quiddities', *māhiyyāt)*, VIII: 6 and IX: 5 (background), IX: 7, and X: 1 (relevant but disappointing), and in the *Kitāb al-Nafs*, V: 3 (particularly), and also V: 7, *passim* – but note Avicenna's warning (p. 238, *ed. cit.* in note 8 above) that the condition of the soul after death does not belong to the subject-matter of natural science (but rather to metaphysics); and in *Al-Risāla al-Aḍḥawiyya* (an esoteric but scarcely apodeictic work), chs. 1, 4-6, and parts of ch. 7 (pp. 190-209 and 214-223, *ed. cit.* in note

ported by a general view of Aristotle's ontology and epistemology based upon passages found in *De Anima* III: 5, *Metaphysics* II: 1 and XII: 7 and 9, *Nicomachean Ethics* X: 7, and elsewhere (not excluding the 'Theology of Aristotle'), as well as in the works of Aristotelian commentators such as Alexander of Aphrodisias and Plotinus (for so he was regarded). Ibn Sīnā believes that this tradition of thinking, supplemented by various Islamic insights, has the Truth. But for individual tenets within that structure he feels no real need (I am persuaded) for particular textual justifications. Indeed in pressing his own views Avicenna usually finds the specific texts of others simply convenient props or annoying barriers.

Apart from their deviation from the purer Aristotelianism, however, what has been learned of general significance about the doctrines in Book III, chapters 5 and 8, and Book IV, chapter 10, of the *Burhān? Tajriba*, one has been told, develops through the products of estimation as they are retained with increasing orderliness in the memorative faculty. This 'experience' is 'illuminated' by the Active Intellect in such a way that the corresponding intelligibles are made present to the human potential intellect – which thereupon becomes an intellect-in-act, the *ᶜaql mustafād* or 'acquired intellect'.

The careful noetic built up in the *Kitāb al-Nafs* is consistent with the last of the accounts in the *Burhān*, which indeed smoothes the way for it. The essence of Avicenna's explanation when it has finally been consolidated is simple: through the workings of sensation and imagination and the formation, ultimately, of 'experience', the grasping of true, intelligible knowledge 'from without' is occasioned; but this knowledge can be conserved only in the separate Active Intellect, and whenever an individual person shares in these intelligibles his intellectual faculty must be conjoined to the higher intelligence. The absolutely intellectual and incorporeal nature of human knowledge has thus been upheld, while a rôle in acquiring knowledge has nevertheless been found for man's sensory faculties.

The main consequence of keeping true cognition independent of things bodily, as Ibn Sīnā intends it, is the possibility of immortality for the individual intellect. It is his belief, already examined briefly above, that a person's soul eventually can reach a point where it no longer depends at all upon corporeal faculties in attaining the intelligibles, but is in fact prevented by the body from prolonging its periods of intellectual contemplation. This independence is to be achieved by constantly actualizing the rational faculty as an intellect – through 'conjunction', and in most cases, at least at first, from a basis of 'experience'. To a soul thus elevated the death of the body is to come as a release that will allow it to enter the supremely happy condition of eternal intellection.

The rejection of purely empirical theories of knowledge and the postulating within each human being of two entities from above (the rational soul itself,

(6) involve direct intellectual *taṣdīq*. *Tajriba* enters explicitly into (5), but also, implicitly by way of *taṣawwur*, into (2) and (3). It scarcely need be added that in every case the unexpressed phrase 'from the Active Intellect' is to be understood after the verb 'receive' or its equivalent.

Much has thus been said about 'experience' by Ibn Sīnā in those chapters of the *Burhān*. But however helpful *tajriba* may be, in the end it does nothing that is absolutely essential. This conclusion is already implied clearly enough, except in one case; but it holds, as one learns elsewhere, even for *taṣdīq* in respect of propositions like 'scammony purges yellow bile'. *Tajriba* cannot serve as a proper originative source for *ʿilm*. Here in Avicenna's system with regard to the acquisition of knowledge through experience, even more than earlier on with regard to the ensoulment of the human embryo, there is a lesson to be drawn concerning Ibn Sīnā's attitude to Aristotle. The greater part of the *Shifā'*, as was said above, follows the standard arrangement of the Aristotelian *corpus*. Yet within this minutely structured framework of topics, Avicenna is his own man: it is the questions and not their treatment that are routinely taken over. Ibn Sīnā philosophizes in a well-defined tradition, but departs from his predecessors, from Aristotle himself, not merely in details but in major doctrines. In the accounts of *tajriba* that have just been examined, the First Teacher's opinions are first twisted, then ignored. The radical dichotomy between the sensible and intelligible worlds is stoutly maintained. Regardless of his esteem for Aristotle, Avicenna refuses to allow the senses or anything that is at all corporeal to create genuine, intellectual comprehension. Despite the soothing words of the preliminary discussion in III: 5, *empeiria*/*tajriba* is allowed only to lead towards, not actually to produce authentic knowledge. Notions from 'experience' cannot have any actual connection with abstractions proper. In some instances 'experience' may become a necessary cause of the acquisition of intelligibles; but it is never, as it was for Aristotle in the *Posterior Analytics*, the stuff out of which true knowledge is refined, the actual origin of the arts and sciences, which is continuous with them. The real source of *ʿilm* as conceived by Ibn Sīnā is something entirely different, the intelligibles subsistent in act in an eternal higher intellect. Although not at all an unprecedented rewording of Aristotle, in the context of the [*Kitāb*] *al-Burhān* this is a boldly consistent one. The empirical theory of knowledge is effectively destroyed in a chapter that pretends to save it! The rational soul, which comes to the embryo 'from without', does indeed require that second entity 'from without' to make it think; only with the 'acquired intellect' is it really rational.

The un-Aristotelian treatment of the Aristotelian topics is itself very coherent, as the reader of Avicenna gradually discovers. Not that Ibn Sīnā would regard his own philosophy as anti-Peripatetic; quite the contrary. The liberties taken with *Posterior Analytics* II: 19 and *Metaphysics* I: 1 may be sup-

in IV: 10 one does not possess an integral, esoteric presentation of the theory of how the human mind obtains knowledge (although Ibn Sīnā goes well beyond the professed goal of the chapter, which is only to describe the acquisition of primary premisses). What one does have is an accurate delineation of the main tenets.

Reflection on the whole of Ibn Sīnā's handling of the acquisition of knowledge in the *Burhān* leaves the impression that all is not well, even when allowance has been made for the peculiarities of the method of presentation. Inconsistencies remain between the discussions in III: 5 and IV: 10. There is no hint in the earlier account that *tajriba* may be considered a cognitive state, nor is this a matter which can be corrected by a simple elaboration. Again, there is no indication in III: 5 that 'experience' has a rôle to play in *taṣawwur*, despite the not inconsiderable discussion there of *taṣawwur* and the senses. The earlier conceptions of *istiqrā'* and of the *tajriba* that generates 'assent' *(taṣdīq)* to premisses about the physical world *(e.g.*, that 'the lodestone attracts iron') Ibn Sīnā does not revise, and the necessary modifications are left implicit. Nor, as was said, does he carry out a frank examination of the necessity of the sensory and 'estimative' preparations for intellection that he has described.

There is a further, more general shortcoming. Avicenna's analysis really amounts to little more than a mere exhausting of logical possibilities, for he pays scant attention to conditions which actually may determine the occurrence of the processes that he has identified. (This of course is also an obvious flaw in Aristotle.) Especially to be noted is the case of *taṣdīq* with regard to composite universals, where it is unclear which of the two possible routes is to be followed in any particular instance – whether sensory (including 'estimative') combination of 'images' is to give rise to *taṣawwur* of the compound intelligible, which is then subject to *taṣdīq*; or whether sensory processes are to lead to *taṣawwur* of incomposite intelligibles, which are afterwards combined intellectually into the compound intelligible.

From the material that Avicenna does present, however, one is able to extract a list of six intellectual processes which he believes operate to acquire *ʿilm*. The intellect by its nature may, he says: 1) receive unimmattered, incomposite intelligibles; 2) pare the 'images' of immattered forms and grasp the corresponding incomposite intelligibles; 3) receive primary premisses by way of abstraction from compounded 'images'; 4) acquire primary premisses through the combination of two intelligibles which it knows directly by innate disposition *(fiṭra)*; 5) gain secondary premisses through *tajriba* and the recognition of certain conjunctions as essential rather than accidental; and 6) obtain derivative premisses (in what Aristotle designated '*epistémé*', in the narrowest sense) by syllogistic combination of intelligibles. Processes (1) and (2) relate solely to *taṣawwur*, the rest to both *taṣawwur* and *taṣdīq*; (4) and

khayāl to prevent his statements from seriously misleading the reader. The explanation was not complete, but neither was it actually wrong, he would claim; moreover, he would certainly say that it was the proper and most appropriate way to present the material at that stage in the exposition. After all, to mention only the most difficult point, the *intentiones* are still sensory and bodily as compared with the radically different intelligibles.

The treatment of *tajriba* and *ᶜilm* in the *Kitāb al-Burhān* is not a wayward example; on the contrary, it actually represents Ibn Sīnā's regular manner of handling a difficult subject. No more theoretical armament than necessary is brought to bear in a given situation. Hence it is clear that to glean a theory from Ibn Sīnā's explanations where it is not the main subject at hand is a very dangerous course indeed, and to find contradictions between such subsidiary accounts is simply illegitimate.

But how can the reader know that in IV: 10 he has come to an essentially complete portrayal of the rôle of experience in the attainment of knowledge? A preliminary answer is that when compared with the presentations in III: 5 and III: 8, at least, this one immediately can be judged preferable simply because it is fuller and fits better with the rest of Avicenna's philosophy. The decisive condition which is met here, however, is that the last account finally reproduces the entire psychological scheme as it appears in the main analysis of the workings of the soul, by which I mean the description of the intellect and its subordinate faculties found in the *Kitāb al-Nafs* in the physics *jumla* of the *Shifā'*. (Conversely, from his knowledge of the *Burhān* the reader can see immediately that the summary of the functions of *tajriba* in the *Kitāb al-Nafs*, V: 3, reproduced in chapter 11 of the psychological part of the *Najāt*, provides nothing more than a glimpse of the subject in a special context and should be accorded virtually no weight (see note 10 above).)

The more delicate question arises whether even in the principal discussion of psychological theory certain esoteric doctrines are being suppressed. But there must be a discernible motive on the part of Ibn Sīnā before the historian may allow himself to entertain that suspicion: for example, that the intended readers of the treatise are insufficiently advanced or religiously too unenlightened to understand Ibn Sīnā's real views. In this case no such considerations seem to apply. Therefore, since the treatment of empirical knowledge in *Burhān* IV: 10 is fully compatible with the system expounded in the rest of the *Shifā'* and, moreover, in the *Ishārāt* and elsewhere it should indeed portray his doctrines in a reliable way. This is not to say that one finds here a straightforward, closed, or exhaustive explanation. The actual positions of Avicenna have to be teased out of the text, which superficially aims to 'save' Aristotle's opinions. No overt alterations are made to the assertions in III: 5, although more than one is implied. The embarrassing but essential question of the necessity of sensory information and of 'experience' is not explored. So even

estimative and retentive faculties is a new, intermediate level of cognitive object, the *ma*ᶜ*ānī (intentiones)*. More abstract and analytically powerful than the sensory images even of the cogitative faculty, they are nonetheless corporeal and only quasi-universal; so the *ma*ᶜ*ānī* count ultimately as 'sensible', not 'intelligible'. 'Experience' *(tajriba)* results from the accumulating and sorting of the *ma*ᶜ*ānī* by the soul. It now transpires, moreover, that mere sensible forms normally need to be refined into *intentiones* for intellection to occur. Only then are the intelligible species and their relationships clearly enough 'reflected' (if a neo-Platonic term used in the *Aḍḥawiyya* may be borrowed) that individual human intellects may be stimulated to the grasping of the actual intelligibles. This again accords with the *Kitāb al-Nafs (q.v.*, Bk. IV, ch. 3).

Let that suffice for 'experience' as it is explained in *Burhān*: IV:10. A comparison with certain features of what was said on the same subject in Book III will provide a striking illustration of a particularly important characteristic of Avicenna's expository methods. It must be stressed first that Ibn Sīnā does not intend to describe a different doctrine of the acquisition of knowledge *via* experience in Book IV of the *Kitāb al-Burhān* from what he has done earlier on; he has not changed his theory, nor would he admit to being gravely inconsistent in his presentations – despite the fact that it would be difficult to infer a rôle for combinative imagination from the earlier accounts and impossible to do so for 'estimation'. It is the case, rather, that Avicenna customarily deploys only as much of his full theory as is absolutely requisite for the immediate objective.

His practice in this respect is partly a matter of instructional method and to some degree of mere convenience; it is also a natural correlative of his policy of gradual disclosure (in religiously sensitive or highly abstruse topics) of a fully 'esoteric' doctrine to an increasingly restricted audience of the philosophically élite. Consequently, the works of Avicenna are fraught with difficulties for any one who wishes to learn about his views on some specific subject without studying his system as a whole. For the intellectual historian the most relevant implication is the obvious one, that an understanding of one of Avicenna's doctrines must always be grounded upon the principal discussion of that teaching (if a full treatment exists) and never upon inferences drawn from a series of passing mentions. (This restriction supplements two others: that one must ignore, for the most part, rhetorical presentations whenever a dialectical or demonstrative one exists, and that one must 'read between the lines' in order to recognize places where esoteric doctrines may be lurking – the latter by no means a particularly difficult feat for a reasonably experienced and unprejudiced student.)

In the case of the empirical acquisition of knowledge, Ibn Sīnā in his earlier descriptions has depended upon the latitude of meaning in the terms *ḥiss* and

without intellectual help. (But, Ibn Sīnā reminds his readers, what the *wahm* discerns is one thing, what the intellect grasps is another.) This discrimination is accomplished, Avicenna says, not by sense-perception proper but specifically by estimation. One may infer that the recognition of natural species is in fact an elemental function of 'experience'.[33]

Like Aristotle, Ibn Sīnā brings his analysis to a halt when he has identified the faculty which acquires abstract and indemonstrable knowledge; any further investigation of the means of knowing belongs elsewhere, that is to say in the study of psychology. In the *Posterior Analytics*, sensation and its further development *via* memory and experience seem to have formed a necessary and sufficient source for all intelligible knowledge; but to Ibn Sīnā a sensory foundation is necessary only in certain areas of enquiry (and for some few people not even there), and in no case can it become a sufficient principle for intellection. The incomplete human intellect, in Avicenna's view, always needs external help to possess actual intelligibles. Moreover, the sensory and 'estimative' aids become obstacles to any intellect that has already developed its capacities and come to know its way about in the intelligible world. Things relating to sense are to be discarded as quickly as possible, Ibn Sīnā maintains; dependence on corporeal faculties can lead one's soul only to torment in an afterlife where bliss is intellectual.

Tajriba is the final result of sifting and arranging the *intentiones*, but upon the *intentiones* the light of the Active Intellect must shine if the mind is to acquire real knowledge. Although still subject to all the detailed qualifications presented before, Avicenna's final doctrine can be summarized quite simply: when something the intellect is supposed to know is displayed before it in suitable 'images', it does know it, in an intelligible way – for that is its peculiar power as an intellect. Of such 'images' the most highly developed and directly stimulating ones are the sorted *maᶜānī*, the ordered *intentiones* that are held in the retentive faculty and constitute 'experience'. Prepared by 'experience', the soul has become ready for its intellectual faculty to be actualized from without, ready to grasp the intelligibles *in actu* through conjunction of its individual potential intellect with the eternally actual Active Intellect.

This discussion in Burhān IV: 10 provides the last instalment of Ibn Sīnā's explanation of 'experience'. Here he correlates the analyses of the earlier chapters with the psychological theories of the *Kitāb al-Nafs*. The previous treatments are elaborated in such a way as to disclose the parts played in the sensory half of human cognition by two additional 'active' faculties, the combinative imagination *(al-mufakkira*, the 'cogitative' faculty) and the estimative faculty *(wahm)*, and by the repository for the products of the *wahm*, the retentive or memorative faculty *(al-ḥāfiẓa, al-dhākira)*. Associated with the

33. *Burhān*, Cairo ed., IV:10, p.332, ll. 5-15.

Under the influence of Aristotle's exposition in *Posterior Analytics* II: 19 (esp. 100a3-9), *tajriba* has become in *Burhān* IV: 10 not merely the process similar to 'a mixture of sensory induction *(istiqrā')* with intellectual deduction' that was described in III: 5, but also a cognitive state of the soul established by the well-marshalled contents of the retentive faculty. *Tajriba* has been made the nearest possible Avicennian equivalent of Aristotle's *empeiria*, which 'develops out of frequently repeated memories of the same thing' (100a4-6) and from which originate the arts and sciences (the latter contention being explained more fully in *Metaphysics* I: 1, 980b25-981a12).

An analogous change should almost certainly be made retrospectively in the interpretation of Avicenna's notion of *istiqrā'*: although sensory in a general way it too must belong primarily to 'estimation'. Indeed in the light of statements elsewhere in the *Shifā'*, especially regarding mathematical examples, this is a safe inference and not simply a conjecture.[32]

Through the discussion in *Burhān* IV: 10 the word '*tajriba*' has come to denote the resultant state of the soul as well as the process, or family of processes, from which that state arises. Moreover, *tajriba* now may be described in another way, as the settled judgements in the retentive faculty that have been obtained through 'estimation', and thus ultimately from a sensory basis.

Having presented his alternative to Aristotle's explanation of how universals, especially the primary premisses, are acquired, Ibn Sīnā turns for the first time in the chapter to an explicit consideration of Aristotle's text, to the analogy drawn by the 'First Teacher' between the coming-to-a-stand of a universal in the soul and the coming-to-a-stand in their proper battle-formation by troops after a rout *(Posterior Analytics* II: 19, 100a12-13). Avicenna concedes all that he can, but it is not really very much. Knowledge *(ᶜilm)* and the intelligible universal form are delineated little by little from sensible singulars, he agrees, and when these have been joined together, the soul acquires upon this basis the universal as such and then discards the sensory antecedents. Although the universa lman is somehow contained in the individual man reported by the senses, the notion 'man' *qua* sensible is 'diluted', Avicenna says; or, he continues, using a different and favoured metaphor, the sensible 'man' must be 'pared' by the intellect (so as to remove the 'husks' and permit access to the intelligible kernel). Working upward from the sensibles, however, the *wahm*, both in higher animals and in man, is able to distinguish between individuals of one biological species and those of others

32. See the references given on pp. 82-84 in Shlomo Pines, 'Philosophy, Mathematics, and the Concepts of Space in the Middle Ages', *The Interaction between Science and Philosophy*, Y. Elkana, ed. (Atlantic Highlands, New Jersey, 1974), pp. 75-90. The relationship of 'mathematicals', mathematical reasoning, and the *wahm* in Ibn Sīnā's system is more complicated than it appears there, however. I hope to publish an article on this topic with full documentation, especially from the *Shifā'*, in the reasonably near future.

demonstrables.[30] (The function of *tajriba* in *taṣawwur*, it should be noticed, emerges here for the first time).

The analysis is rounded off by Ibn Sīnā's statement that the other composite universals, *i.e.*, those that are not first principles, gain assent *(taṣdīq)* from the intellect either by means of *tajriba* or by syllogistic demonstration through a middle term.[31] *Tajriba* in this case must relate to the extraction as *intentiones* of that which is essential in the sensorily apprehended conjunctions among things and from which the intelligible relations can be fully abstracted. In looking back it seems that this is the process that was meant in III: 5, and that scammony's purging of yellow bile and the other examples there were instances of this particular utilization of *tajriba*. It is made where there can be no middle term, yet where the composition of the simple intelligibles does not in itself necessitate assent. Finally, one may infer that the apprehension of middle terms also can involve *tajriba* in the way just introduced, or that, instead, it can be purely intellectual.

The account in *Burhān* IV: 10 is a disjointed one, even more dispersed in the original than here. But, especially when supplemented, as indeed it must be, by a reading of the *Kitāb al-Nafs* (to which the reader is explicitly referred at the end of the chapter), it is a very substantially coherent treatment. Insofar as *tajriba* is concerned, one has gradually been informed that it assists in *taṣawwur* with respect to intelligibles generally and in *taṣdīq* with regard to primary premisses. *Tajriba* of this kind is generated from a sorting of the contents of the retentive faculty, so that the products of the *wahm* become almost abstract. In creating *taṣdīq* about secondary premisses concerning the observable world, *tajriba* is the most usual means and often it appears a necessary one. Here again it would be pre-eminently the *maᶜānī* that are involved, although Avicenna leaves this as an inference to be made by the reader. 'Experience', in short, is the ultimate cognitive product of the sensory level of the soul and is what the human intellect can use best when seeking the actual intelligibles from the Active Intellect.

30. *Burhān*, Cairo ed., IV:10, p. 331, ll. 16-20. *Cf. Post. An.* II:19, 100a3-9, and also *Meta* I:1, 980b25-981a12. Although in Aristotle's accounts, 'memory' is always *mnémé*, in the Arabic versions it is sometimes translated by *dhikr*, sometimes by *ḥifẓ*. No Arabic MS of *Meta*. I (*i.e.*, A): 1 is known to survive, but the main source for the Arabic text of the *Posterior Analytics*, the translation by Abû Bishr Mattā ibn Yūnus, is extant. The Arabic translation of 100a3-9 (ed. Badawī, *op. cit.* in note 24 above, vol. II, pp. 463-464) has both *dhikr* and *ḥifẓ*, thanks to the rhetorical style favoured by the Baghdad philosophers; the alternative word, moreover, is given as a variant in each case. Perhaps the best reading is indeed that which is most suited to Avicenna's purposes, *viz.*, that in which *dhikr* is connected with sensation and *ḥifẓ* with 'experience'. The most important phrase is rightly worded. in any case (with no variants given in the one – albeit very authoritative – MS used by Badawī): *al-aḥfāẓu'l-kathīra fi'l-ᶜadad hiya tajriba wāḥida* ('many rememberings produce (lit., 'are') a single "experience"', where 'rememberings' comes from the root [ḥ-f-ẓ.]).

31. *Ibid.*, p. 332, ll. 1-3.

The incomposites are subsequently related to each other with the help of the active imagination *(i.e.,* the cogitative faculty). A commentator on the *Shifā'* would like to add here 'and the help of the *wahm*'; but this does not appear in the text, and it is conceivable that compound *intentiones* are to be obtained only by abstraction from sensible forms joined together in the *mufakkira,* instead of through direct combination in the *wahm.* Whichever be the case, Ibn Sīnā states that composites then appear among the *maᶜānī*; and when one is produced that the intellect should know without instruction, it does know it, and in a fully abstract and intelligible way. Where necessary, the intellect tries out ([j-r-b], II) the new intelligible premiss, in order, it seems, to comprehend it completely. So, Ibn Sīnā concludes, *taṣdīq* often arises from the senses by way of *tajriba.* The term here may only refer to the 'trying out' that has just been mentioned; and it must designate the same kind of 'experience' as that which was discussed in Book III, for at this point Avicenna actually draws the reader's attention to his earlier treatment of *tajriba.*[28]

Specifically as regards first principles, apprehension *(taṣawwur)* occurs *via* sensation, cogitation, and estimation, Ibn Sīnā now asserts; through these the incomposites are 'imaged' and then combined so as to be apprehensible *qua* composed. After being grasped in this way the composites are intelligized in essence, and assent *(taṣdīq)* takes place spontaneously with respect to correctly related intelligibles – provided that the intellect thus prepared by sensible forms and *intentiones* be conjoined to the 'divine emanation', *i.e.,* to the Active Intellect. These 'first principles' or 'first cognitions', as Avicenna calls them here, are what in the *Kitāb al-Nafs* he terms 'primary intelligibles' and describes as 'the basic premisses to which assent *(taṣdīq)* is given without being obtained ([k-s-b], VIII) [by any process] and without any awareness that assent might be withheld'.[29]

Ibn Sīnā provides further and very enlightening information in this chapter. The retentive faculty, he says, is reinforced by repeated sensory impressions that resemble each other *(maḥsūsāt mutashābiha mutakarrira)* – indirectly reinforced, for first (in a necessary step rather confusingly omitted here) the *wahm* must act upon the sensible forms. In the next stage, 'experience' *(tajriba)* is reinforced – nay effected, Ibn Sīnā adds, strengthening his assertion – by repeated *intentiones* that resemble each other *(maḥfūẓāt mutashābiha mutakarrira)*. The *maḥfūẓāt* are literally the 'contents of the retentive faculty', but these are, of course, the *maᶜānī* or *intentiones* that have been retained by the soul. And then from 'experience', Avicenna concludes, the intellect snares universals, either incomposite or combined, as objects of apprehension *(al-mutaṣawwara)* and composite universals as objects of *taṣdīq,* if they are in-

28. *Ibid.*, p. 331, ll. 7-10.

29. *Kitāb al-Nafs* I:5, *ed. cit.* in note 8 above, p. 49; the passage is also contained in the *Najāt* (Arabic text, *ed. cit.* in note 10 above, p. 166; in Rahman's Eng. tr., cited in the same note, p. 34).

in its restricted technical sense. This meaning is explicitly utilized in IV: 10, where *khayāl* designates the lower, 'passive' imagination or 'representative faculty', which, as one is told in the *Kitāb al-Nafs*, serves as the memory for the synthesized sense-reports assembled by the 'common sense' and, when required, 're-presents' these integrated images for use by other faculties. But there is also a higher, 'active', combinative imagination, able to divide, recombine, and manipulate images, and thus 'imagine' in the usual modern sense; Avicenna calls it the 'imaginative faculty', *(al-mutakhayyila)*, or, without ambiguity, the 'cogitative' (*mufakkira*) faculty. The *mufakkira*, like the *khayāl* and, as noted earlier on, the *wahm*, is fully described only in the *Kitāb al-Nafs*. Unlike the estimative faculty, however, the combinative imagination is by no means original with Avicenna. Even as early as Aristotle there was a similar distinction which was made, namely that between 'sensory' and 'deliberative' imagination *(e.g.*, in *De Anima* III: 10-11; *cf.* also the analysis in *De Memoria et Reminiscentia* as a whole).

The introduction of 'active imagination' and 'estimation' in *Burhān* IV: 10 elaborates the analysis of the acquisition of knowledge into a form coherent with the theoretical psychology developed farther on in the *Shifā'* in the *Kitāb al-Nafs*. The *mufakkira* and the *wahm*, while remaining on the sensory side of the cleft between sensation and intellection, do help to narrow it; sensory and intellective processes never can be continuous with each other in the system constructed by Avicenna, but he is reasonably successful here in his attempt to align them with precision in areas where *tajriba* has brought them close together.

The fuller descriptions in IV: 10 emphasize a second sort of *taṣdīq*, barely noticed previously, where the 'acceptance' follows automatically upon the 'apprehension'. It is this kind of acceptance which Ibn Sīnā assigns to first principles. By these he means the indemonstrable universal statements that serve as axioms for thought in general or for individual sciences. The example which he gives here is the idea that the whole is greater than the part; elsewhere he mentions the rule that quantities equal to the same quantity are equal to each other and the laws of contradiction and of the excluded middle.

A full synopsis seems the only satisfactory way to explain the place alloted to *tajriba* in the final scheme. From the contents of sense-perception, Ibn Sīnā says, two kinds of cognizable entities are obtained: the sensible forms, stored in the passive imagination, and the *intentiones (maᶜānī)*, extracted by the estimative faculty and stored in the retentive faculty. These forms and *intentiones* are confirmed, or 'reinforced', in modern terms, by further sense-perception and estimation. From them are apprehended incomposite universals (of entities sensible in essence).[27]

27. *Burhān*, Cairo ed., IV:10, pp. 330, l. 17 - 331, l. 6.

premisses by means of experience *(tajriba)*, he adds. But even in these cases, where sensation indeed allows one to reach the universal premisses, the actual cognizing of them is not by sensory means.

The carefully delayed attack against Aristotle's position comes at last in *al-Burhān*, IV: 10[25] – predictably, for this chapter occupies the place corresponding to *Posterior Analytics* II: 19. Avicenna, clearly, must oppose the wholly empirical theory of knowledge which there received Aristotle's most lucid exposition.[26] No mention of this delicate fact falls on the innocent ears of the reader, however; the offending doctrines of the First Teacher are simply not indicated. Instead of such argumentation, Ibn Sīnā at last provides a full if discontinuous summary of his own theory.

The object of the chapter is indeed the same as that of Aristotle's: the identification of the faculty of the human soul whose business it is to know primary premisses without being taught and the discovery of the manner in which this faculty becomes operative. For both men the entity sought is, in fact, the intellect: the *nous* (as 'intuitive reason') in the case of Aristotle – a faculty immanent and complete in itself, at least in this analysis; and the potential intellect *(ʿaql bi'l-quwwa)*, which is actualized by the external Active Intellect, in the case of Avicenna. The most interesting divergence here between their doctrines is that which concerns the relationship of knowledge to experience. Before these accounts can be compared, however, Avicenna's needs to be studied with some care, the more so as it departs very considerably from what might be expected on the basis of Book III.

Ibn Sīnā now presents an integrated epistemological and psychological description of the acquisition of basic premisses. In the apprehension and acceptance of these first principles, he explains, other faculties assist the intellect, *viz.*, the external and internal senses. Among the latter this time he names the 'estimative' faculty, whose quasi-universal *intentiones* he discusses, the special memory for the *intentiones*, and two carefully distinguished imaginative faculties.

Whenever Avicenna spoke of imagination in *Burhān* III: 5 he used only the term '*khayāl*' and its derivatives and talked in a way appropriate to *khayāl*

25. *Burhān*, Cairo ed., pp. 330-333.

26. *Post. An.* II:19, 99b20-100b17. This account is complemented by that in *Meta.* I:1, 980a27-981a30.

Aristotle's 'empiricism' is, finally, a matter of interpretation, but the opposed view must take account not merely of these two passages, and the two already discussed by Ibn Sīnā in *Burhān* III:5 and III:8, but a great many others, all of which are ignored here. The idea that Aristotle believed intelligibles to be abstracted from sensory 'imagings' by an internal active principle of human intellection, and to be stored, *in potentia*, in those images, receives powerful support from such texts as *De Anima* III:3, 432a 7-10, III: 7, 431a 14-20 and b2-19, and III; 8, 432a3-14, and *De Mem. et Rem.*, 1, 449b30-450a 14. Avicenna deals with these in connection with other issues, mainly in the *Kitāb al-Nafs*, and invariably dismisses any interpretation of Aristotle's epistemology that makes it empirical.

and its greatest importance lies in natural philosophy and in such related arts as medicine. Indeed, Avicenna's examples in this chapter are of physical causation, for instance, that 'the lodestone attracts iron' or that 'scammony purges yellow bile'.[21]

Ibn Sīnā has gone some way towards saving the letter of Aristotle's dictum that deprivation of sensation produces a deprivation of knowledge.[22] With a few exceptions (which are not mentioned here), people usually need sensory information to permit intellectual apprehension of species of existent things that are sensible in essence. They may need observations of sense to remind them of intelligible premisses not thoroughly acquired previously. Most significantly humans usually require repeated observation of natural things to produce 'empirical' laws, such as 'the lodestone attracts iron'.

The greater part of the necessary technical analysis has just been presented in connection with Avicenna's first discussion of knowledge and experience. His second account of these matters, in *Maqāla* III, *faṣl* 8 of *al-Burhān* need only be touched upon.[23] Let one point alone be stressed: in this chapter Ibn Sīnā is able to postpone the inevitable confrontation of Aristotle's views only by a deliberate but rather ingenious misinterpretation of what is said in the parallel chapter (I: 31) of the *Posterior Analytics*. There Aristotle talks of the effects produced by a lack of sensory data (literally, 'a failure of sense-perception', but the context is unusually limpid); Ibn Sīnā chooses to understand this as concerning the effects of an 'incapacity of sense to penetrate', for which there is no textual basis, Greek or Arabic.[24] Avicenna thereby allows himself to cover, rather more quickly, much of the same ground already traversed in chapter 5.

It is the concern of the intellect, he states, to devise from repeated particulars an intelligible abstract universal *(kulliyy mujarrad maᶜqūl)*, an intelligible meaning to which sense has no access. Thus, for example, neither can one sense every eclipse nor can one sense any eclipse universally. Instead, Avicenna tells the reader once again, the intellect obtains the abstract universal by the light from a divine emanation. The intellect often 'snares' universal

21. *Ibid.*, p. 224, 1.2. The famous 'empirical method' (regarding the use of compound medicines) in Ibn Sīnā's *Canon of Medicine (Al-Qānūn fi'l-Ṭibb)* is indeed 'empirical' in this sense. The discussion there holds virtually nothing of epistemological interest, however, and nothing at all for psychological theory. (See *Canon* II:1.2 and .3; Arabic text, Cairo (Būlāq), A.H. 1294 (1877), Vol. I, pp. 224-231. Again one finds the example of scammony.)

22. See *Burhān*, Cairo ed., p. 224, 1. 11, where Avicenna ends his discussion by saying, 'Therefore, everyone deprived of a certain [amount of] sensation is deprived in respect of a certain [amount of] knowledge, even though sensation is not [itself] knowledge'. *Cf.* note 12, above.

23. *Ibid.*, pp. 249, 1. 11 - 250, 1. 10, esp. p. 250, 11. 1-6.

24. The 'misunderstanding' of Aristotle here is thoroughly treated in ᶜAfīfī's introduction, *ibid.*, pp. 39-40. The crucial line comes at *Post. An.* 1: 31, 88a 11-12; in Mattā's Arabic translation, the phrase is *faqdu'l-ḥiss* (ed. ᶜAbdu'l-Raḥmān Badawī, in *Manṭiq Arisṭū*, vol. II (Cairo, 1949), p. 398).

Although this degree of distortion in the use made of the inherited technical vocabulary by Ibn Sīnā is rare, it should be emphasized that the method as such is standard with him, and perhaps not much less so with Aristotle and most ancient and medieval philosophers. The philosophical and scientific usages of a term are analysed, and a meaning is then adopted which in part 'saves' the earlier ones but also reinterprets and refocuses them, so that the significance of the word is shifted and may be greatly distorted. (Perhaps the most amusing example in Ibn Sīnā is his blithe equation of the Galenists' terms for the higher psychological faculties with his own not dissimilar names, when he knows full well that his psychological schema is radically different from theirs and thoroughly anti-Galenistic. Many medieval and modern physicians and scholars have thus been misled. Similar remarks might possibly be made about his use of the language of the *ṣūfī*'s in the *Ishārāt)*. Potential converts to an unfamiliar intellectual position are to be won over, Avicenna's writings reveal, by the use of a familiar language which contains some suitably reinterpreted terminology.

Only the means designated as '*tajriba*', which, however, is the most important and interesting of the ways through which sensation can contribute to *taṣdīq*, now remains to be treated in *Burhān* III: 5.[19] In discussions relating to cognition, '*tajriba*', like '*empeiria*', means 'experiencing', 'gaining or having experience of' or '. . . acquaintance with' or '. . practice in', with a connotation of 'testing' or 'trying out' in the case of *tajriba*. Avicenna here describes *tajriba* simply as having in it 'a mixture of sensory "induction" *(istiqrā' ḥissī)* with intellectual deduction *(qiyās ᶜaqlī)*'.[20] Aristotle's '*empeiria*' seems to have been a *hexis*, a 'developed state' of the soul, but Avicenna's '*tajriba*' looks at this point to be a process; on this, more below. In any event, *tajriba* is a judging through many particular examples that there exists a constant relationship between two universals such that a certain premiss asserted of them may be given assent. It seems reasonable to infer from Ibn Sīnā's abbreviated explanation that individual happenings gradually limn a universal, the representation of which is then completed by examining (or 'testing'?) further instances. One is actually told only that after sense-reports of often-repeated happenings of the same specific sort have been received, the intellect judges that the conjunctions involved are essential *(dhātī)*, not coincidental *(ittifāqī)*, because 'coincidence does not persist'. So the intellect is able to abstract what is in essence from what is by accident after a sufficient amount of 'experience'. In this manner *tajriba* will generate *taṣdīq*, according to the present account, and 'experience' will actually bring to pass ([w-q-'], II) in human minds proper universal cognitions.

'Experience' necessarily is concerned only in things accessible to sense,

19. *Ibid.*, pp. 223, l. 16–224, l. 5.
20. *Ibid.*, p. 224, ll. 6-7; *cf.* p. 223, l. 16.

it is not linked with *tajriba*. Indeed the sifting process is not granted a name, nor in this chapter are its products given any special designation.

When he turns to *taṣdīq*, Ibn Sīnā finds not one but four ways through which sensation can contribute.[16] The first is 'by accident' *(bi'l-ᶜaraḍ)* where apprehension *(taṣawwur)* of one or more of the simple universals has been achieved with the help of the senses in the manner already explained, and the intelligibles have then been combined directly. *Taṣdīq* is here an immediate result of the 'light' of the Active Intellect; in Avicenna's words, this kind of intellectual assent occurs only 'through conjunction *(ittiṣāl)* of the [human] intellect with the light *(nūr)* from the Creator emanated upon souls and nature, which is called the Active Intellect (*ᶜaql faᶜᶜāl*) and which is the agent that leads the [human] potential intellect out into act'.[17] It must be noted that the 'light' is only ultimately, not immediately, 'from the Creator', and that 'the Creator' designates the One or the Necessary Being of the philosophers, not the creator-God of the *Qur'ān* and the Bible.

The second way of reaching *taṣdīq* from sensory starting points is the 'particular syllogism' *(qiyās juz'ī)*. By this phrase Avicenna means a predicating about some natural species of something already known to be predicable of its proximate genus, through having apprehended by sense individuals which belong to that species (and *a fortiori* to the genus).

In the third place comes 'induction' *(istiqrā')*, a term which usually stood for the Greek word '*epagōgē*'. Whereas Aristotle meant by *epagōgē* an advancing from all available individual instances to a universal judgement, Ibn Sīnā perversely chooses to denote by *istiqrā'* a process in which the attention of the intellect is merely drawn to a relationship among universals by one or more perceptible examples of it, whether this be in the first instance or later on as a reminder. The intellect becomes aware of believing the intelligible relationship, but the 'induction' itself does not create that belief. By means of *iṣtiqrā'* sense is only able to occasion the acceptance of premisses, and that almost trivially.[18]

For Avicenna, of course, the inductive leap in the usual sense is ontological as well as logical, so a metaphorical understanding of *epagōgē* is the best that can be expected. Even so, his interpretation of *istiqrā'* certainly must be called guileful, for it does not preserve the meaning that a reader of works of *falsafa* is justified in expecting. Its principal merit may be to obviate a later explanation of Aristotle's doctrine (100b3-5 in *Posterior Analytics* II: 19) that 'the method even by which sensation implants the universal in us is inductive'.

16. *Burhān*, Cairo ed., III:5, pp. 222, 1. 17-224, 1. 10.

17. *Ibid.*, p. 223, 11. 3-4.

18. *Ibid.*, 11. 11-15, contains the description of *istiqrā'*. Perhaps it is meant as a gesture towards Plato's *anamnēsis* – the main account, in the *Phaedo*, should have been known to Ibn Sīnā.

are either received completely and correctly by the rational faculty, since they are its proper objects, or are not received. When the simple intelligibles have been combined, connected, that is, in such a way as to be expressible in syllogistic premisses, the resulting composites may be either true or false; so beyond simply apprehending their intelligible content the mind must judge whether they are right, must gain conviction about their truth or falsity. The second stage, the accepting of the composite intelligible or premiss, Ibn Sīnā calls *taṣdīq*. This word was regularly used by Arab translators to render Aristotle's *pistis*, which was something logically different, being the confidence or conviction associated with the intellectual assent to a premiss. Nonetheless the usage of *taṣdīq* employed by Ibn Sīnā and the distinction between *taṣawwur* and *taṣdiq* are standard in Islamic philosophy.[15] The ideas of *taṣawwur* and *taṣdīq* and their relation to simple and composite objects of thought seem to depend ultimately on Aristotle's remarks about the subject, for example in *Metaphysics* IX: 10 and in *De Anima* III: 6, although there are perhaps also Stoic influences.

The accounts of the acquisition of knowledge given by Aristotle in *Posterior Analytics* II: 19 and *Metaphysics* I: 1 did not make full and consistent use of this analysis. Avicenna, however, is obliged by hindsight to do so. In the *Posterior Analytics* Aristotle was writing about the starting-points for *epistēmē*, so he should have concerned himself with the grasping of first premisses; but his description seems really to apply only to the separate universals contained in those premisses. In particular, *empeiria* emerges as the cognitive condition which results from the sifting and ordering of repeated evidence of the senses and which permits the rise of universal *concepts* in the soul. But in the discussion in the *Metaphysics* Aristotle clearly referred to composites and made *empeiria* the immediate source of the *premisses* in the arts and sciences.

So Avicenna has a good deal of room in which to manoeuvre, even if he wishes to be purely Peripatetic. His first move in *Burhān* III: 5, as was noted, is explicitly to restrict the possible range of empirical cognition to objects that are sensible of essence. He then separates his analysis of *taṣawwur* from that of *taṣdīq*, and for the present, limits his discussion of the function of *tajriba (i.e., 'empeiria')* to the second stage of the acquiring of intelligible premisses, to *taṣdiq*.

The sorting of the sensory contents of the soul in preparation for the *taṣawwur* of incomposite universals remains more or less as it was in Aristotle, but

15. The standard examination of this topic, no longer completely satisfactory, is Harry Austryn Wolfson, 'The Terms *Taṣawwur* and *Taṣdīq* in Arabic Philosophy, and their Greek, Latin, and Hebrew Equivalents', *The Moslem World* 33 (1943), pp. 1-15, repr. in Harry Austryn Wolfson, *Studies in the History of Philosophy and Religion*, vol. I, ed. I. Twersky and G.H. Williams (Cambridge, Mass., 1973), pp. 478-492. (See also Josef Van Ess, *Die Erkenntnislehre des Aḍudaddīn al-Īcī* (Wiesbaden, 1966), pp. 95-113; *passim*, and Fehmi Jadaane, *l'Influence du Stoïcisme sur la pensée musulmane* (Beirut, 1968; *Recherches... de l'Institut de Lettres Orientales de Beyrouth*, sér. I, t. 41) pp. 106-113, *passim*.

truly can be said to attain to knowledge. And indeed, despite his lengthy discussion of the help provided by the senses, Ibn Sīnā does not deviate from this position even here in *Burhan* III: 5. Were he forced to summarize what he has actually asserted in this discussion he would be unable to save Aristotle's doctrine. He could come no closer than to claim that for people other than prophets and the best philosophers, sensation provides support that is widely necessary as an aid for intellection when they are first acquiring certain branches of learning, and that lack of sensation under those conditions does mean a loss of knowledge.

A résumé of Avicenna's description in this chapter of the psychological processes used in gaining knowledge of the temporal world will facilitate the tracing out of the developments that occur in his next two accounts. That the sensible and intelligible natures in things are distinct is his starting-point here: sense does not encounter the nature of man, for example, *qua* generalizable *(al-insān al-mushtarak fīhi)*. The 'man' apprehended in the human intellect through the essential definition *(ḥadd)*[13] has been abstracted ([*j-r-d*], II) from all the accompaniments and individualizations of material existents, and *qua* abstract it is no object of sense. What the external senses do is merely to take up the sensible form and deliver it to the representative faculty *(khayāl)*, *i.e.*, to the sensory memory, where it becomes subject to operations superintended by the individual potential intellect. The intellect causes the images to be compared and, noting what is different, abstracts that which is common; thus it pares away the accidents and obtains the intelligible essence – but not from the images themselves.[14]

As Ibn Sīnā explains in many places, but not in this passage, the potential intellect after being thus prepared acquires the intelligible from a separate and eternal intellect-in-act, the Active Intellect, indeed, which has already been described. Nor can the human intellect store the universal thus gained; it is able only to increase the degree and range of its receptivity and remember where to 'look' for intelligibles previously possessed.

Up to this point Avicenna has been dealing with the apprehension *(taṣawwur)* of incomposite universals, which the mind either grasps or does not, which, in other words, are not true or false in themselves but in every case

13. *Taṣawwur* of the incomposite intelligibles is primarily by way of the *ḥadd*; see *Shifā'*: *Ilāhiyyāt*, V: 5, 7, and 8, *passim*, and *cf.* III: 8. (The best text of Avicenna's *Metaphysics* is in the *Shifā'*, Cairo ed.: *Al-Ilāhiyyāt*, vol. I ed. by G.C. Anawati and Sa'īd Zā'id, vol. II ed. by Muḥammad Yūsuf Mūsā, Sulaymān Dunyā, and Sa'īd Zā'id (Cairo, 1960).) The *ḥadd* in this, its narrowest technical sense, is the abstract, intelligible nature *(ḥaqīqa)* of an *infima species*, which is also present in each individual of the given species and comes to it from the Active Intellect as *dator formarum* (*cf. Ilāhiyyāt* IX: 5, *passim*). The *ḥadd* when expressed as the formulable essence of a species becomes its essential definition, still called the '*ḥadd*' (now strictly = Gk. *horos* or *horismos*). This idea of the rôles of the *ḥadd* is a comparatively obvious extension of Aristotelian teaching; *cf.*, especially, *Meta.* VII: 4, 1030a 2-17.

14. *Burhān*, Cairo ed., III:5, pp. 220, l. 8-222, l. 16.

or used in imagination, are derived from sensations, Ibn Sīnā tells his readers, and with such images the human intellective faculty can act in such a way as to acquire incomposite universals. These it can then join together into definitions, premisses, and syllogisms. Sensation in this way is a principle for the apprehension *(taṣawwur)* of intelligible universals, but only by accident *(bi'l-ᶜaraḍ)*, not in essence *(bi'l-dhāt)*. In the sciences concerned with things that have corporeal existence, and are thereby sensible of essence, that same division of function between sensory and intellective processes is to be found also in the acquiring of primary *premisses, i.e.*, those from which demonstration has its start; sensation plays a part in the recognizing of first premisses (provided they relate to things sensible) as well as in apprehending the universal terms they contain and the subsequent middle terms that are needed to construct the demonstrations. In other words, the products of sense-perception are a source for the objects of *nous*, in the narrower Aristotelian sense of 'direct intellectual grasping', whether they be incomposite or composite. Sensory processes may also be employed, it turns out, in testing derivative premisses, empirically.

But sensation will ultimately be allowed only as a basis, and often a dispensable one, for acquiring the genuine universals. Even in this early chapter one discovers that things which in their existence are sufficiently unconnected with matter as to be *intelligible* in essence cannot be apprehended from any sort of sensory foundation. Some few persons, moreover, have strong enough intellectual faculties, Avicenna maintains, that they can attract all or most intelligibles without recourse to information from the senses; other persons less gifted but still intellectually able can develop their intellects to a level where reference to sense-data and imaginings becomes unnecessary. These doctrines, which are not developed in the *Burhān*, appear in the *Kitāb al-Nafs* and elsewhere; furthermore, it is safe to infer from discussions in the *Kitāb al-Nafs* and the *Ilāhiyyāt* that all persons can obtain at least a few of the universals that relate to the natural world without any recourse to the senses or to imagination.[12a] Since, finally, it is only the intellect, when complemented from without, that can grasp the pure universals, only the intellect

remark by Aristotle about a loss of sensation, *Post. An.* I: 18, 81a 38-40, is repeated by Avicenna at p. 220, ll. 5-7, in the present chapter (and *cf.* p. 224, l. 11).

See also ᶜAfīfī's description of the correspondences between Avicenna's and Aristotle's texts, pp. 36-37 in his very useful introduction to this work.

(At *De Anima* III: 3, 432a 7-10, and *De Mem. et Rem.*, 1, 439b 31 *seqq.*, Aristotle makes a related claim, that if one perceives nothing though the senses, one is incapable of learning anything).

12a. That in principle every corporeal aid to human intellectual cognition is dispensable is something Avicenna seems never to assert outright; it is necessary to study all the possibilities one by one to extract this generalization, which remains provisional, even though any exceptions will have to have a narrow range. See, *int. al.*, in the *Shifā'*, *al-Ilāhiyyāt* III: 8 and IX: 7 and *Kitāb al-Nafs* V: 3 (with care) and V: 5 and 6, as well as some relevant passages in *Al-Risāla al-Aḍḥawiyya*. Note especially *Kitāb al-Nafs* V: 6, pp. 248-250, *ed. cit.* in note 8 above; English translation in Rahman, tr., *op. cit.* in note 10 above, pp. 35-37 (= pp. 166-168 of the Arabic text of the *Najāt*, *ed. cit.* in the same note).

cognizable objects that are more abstract and less immattered, quasi-universals like the lower kind of things that are now called 'intuitions'. These products of the *wahm*, which Ibn Sīnā designates *maʿānī*, are perhaps best referred to by the Scholastic term '*intentiones*'. A stock example is the intuition of 'enmity' that a sheep forms about wolves; although post-sensational, it is not completely abstract, not 'intelligible'.[11] For a person, *intentiones* are the final and most abstract result of his apprehension of the sensory world. They provide the nearest Avicennian equivalent to what Aristotle called '*empeiria*' when he spoke of 'experience' arising from repeated memories of the same thing (*cf. Metaphysics* I: 1, 980b 25-981a12, and *Posterior Analytics* II:19, 100a3-9). These *intentiones* can show a person's intellect where to 'look' in the intelligible world for the true universals – the concepts and ideas contained in the indemonstrable first premisses and subsequent middle terms which build up the demonstrative sciences. But knowledge as such arises solely through intellection: through grasping the intelligibles, which emanate into human minds only from the separate Active Intellect, in which also they are stored. In this way Ibn Sīnā has found a rôle for the senses and for experience in reaching knowledge, but knowledge itself has been kept absolutely intellectual and incorporeal, essentially independent of sensation and everything bodily.

The main account of this borderland between psychological theory and epistemology comes, as one would expect, in that book in the logical *jumla* of the *Shifā'* which corresponds to Aristotle's *Posterior Analytics*, *viz.*, the [*Kitāb al-*] *Burhān*. As might also be anticipated, the treatment is not straightforward. One must look at three fairly widely separated chapters, III: 5, III: 8, and IV: 10, and cope with a lack of candour concerning Aristotle's views that ranges from mild deviousness to intentional and unblushing misrepresentation. One is taught a great deal, however, about how Ibn Sīnā expounds and develops his ideas – a sobering and cautionary experience for anyone tempted to use the *obiter dicta* of Avicenna as a basis for construing his doctrines.

In his first discussion, the one in [*Kitāb*] *al-Burhān* III: 5, Avicenna constructs an interpretation of the subject-matter of *Posterior Analytics* I:18 and tries to show that loss of sensation results in loss of knowledge, as Aristotle there has clearly stated.[12] Images in the soul, including those stored in memory

11. The main treatment of the *wahm* is located in the *Kitāb al-Nafs* of the *Shifā'*, Bk. IV, chs. 1 and 3 (*ed. cit.* in note 8 above, pp. 163-169 and 182-194); other discussions are to be found in I: 5, III: 8, and the last part of V: 6 (esp. pp. 45-46, 153-154, and 244-246). The connection with *tajriba* is mentioned in IV: 3, pp. 182-185.

The *Najāt* again presents a rudimentary but helpful summary of the doctrines. See Rahman, tr., *op. cit.* in note 10 above, pp. 30-31 in ch. 3 and pp. 39-40 in ch. 7 (but ignore the commentary, which here no longer stands up well).

12. *Shifā'*, Cairo ed., *Al-Manṭiq*, 5: *al-Burhān*, crit. ed. and introd. by Abu'l-ʿAlā' ʿAfīfī (Cairo,1956) (hereafter, '*Burhān*, Cairo ed.'); *Maqāla* III, *faṣl* 5, pp. 220-227. Only pp. 220-224, l. 11 are relevant here. Aristotle is not mentioned by name; Ibn Sīnā merely writes 'qīla . . .', 'it has been said. . .'. The

eternal world that is grasped by the intellect. (In this, of course, Ibn Sīnā follows an ancient Greek intellectual tradition that goes back at least to Parmenides). These realms never overlap, and they meet only in the human species, in each individual soul. There, the lower world rises as far as sense-perceptions *(maḥsūsāt)* and 'estimative' *intentiones* (see below), and the intelligible world reaches down to the potential intellect, which it renders actual. Sensibles *(maḥsūsāt)* – sensory information of any kind – do not contain, and sensation cannot grasp, any true universals *(kulliyyāt)*. Consequently, Ibn Sīnā may not allow any genuinely empirical theory of the acquisition of knowledge: in the end, authentic knowledge *(ᶜilm)* can be attained by a human being only through his externally actualized intellect *(ᶜaql)*.[10]

Induction *(istiqrā'*; translates Greek *epagōgē*), in particular, is strictly if disingenuously proscribed as a generative source of knowledge. But when it comes to *empeiria* (rendered in the Arabic texts as *tajriba)*, Avicenna equivocates, for he is anxious to save Aristotle's all-too-unambiguous presentations of the empirical basis of knowledge in *Metaphysics* I: 1 and, especially, in *Posterior Analytics* II: 19. Experience, Ibn Sīnā decides, can *lead* to knowledge; and, tortured also by Aristotle's plain speaking in *Posterior Analytics* I: 18, he even grants that sensation may be regarded as a principle of knowledge – but, the reader can infer, not as a strictly essential *(dhātī)* principle nor by any means as a sufficient one.

The connection between *tajriba* and *ᶜilm* is eventually explained in terms of two faculties that seem to be among Ibn Sīnā's own contributions to the analysis of the soul, the 'estimative' faculty *(wahm, quwwa wahmiyya)* and the 'storehouse' or special memory associated with it, which is called the retentive, or memorative, faculty *(ḥāfiẓa; dhākira)*. From the sensible images contained in the soul, whether they are simply remembered or have been separated and recombined in imagination, the estimative faculty forms

10. Besides the main reference given on p. 52, above, see also the preliminaries contained in *Kitāb al-Nafs*, Bk. I, ch. 1 (last third); IV: 2 *(passim)*, V: 1 (second half), and V: 2 *(passim) (ed. cit.* in note 8 above, pp. 12-16; 163-169; 204-209; and 209-221). Short discussions pertinent to the question of *tajriba* and *ᶜilm*, both subordinate to the main accounts in the [*Kitāb*] *al-Burhān* (for which see below), appear in Bk. II, ch. 2, of the *Kitāb al-Nafs* and in V: 3 (*ed. cit.*, pp. 60-61 and 221-222).

An incomplete presentation of the psychological theory of the acquisition of knowledge is to be found in the *Najāt*; see F. Rahman, tr., *Avicenna's Psychology: An English Translation of 'Kitāb al-Najāt'* ... (London, 1952), chs. 5, 7, and 11, pp. 33-35, 40, and 55 (corresponding to pp. 165-166, 170-171, and 182 of the second edition (Cairo, 1938) of the Arabic text); for *tajriba*, see esp. p. 55.

Chapter 16 of this part of the *Najāt* (Rahman, tr., pp. 68-69; Arabic text, *ed. cit.*, pp. 192-193) is also relevant, although unlike the other chapters mentioned it has not actually been excerpted from the *Shifā'*. The full doctrine is simplified here by omitting the rôle of 'estimation'; compare the remarks below on Ibn Sīnā's similar procedure in the [*Kitāb*] *al-Burhān*.

Persons unfamiliar with the area of thought to which Ibn Sīnā's psychology belongs may be helped by the rather advanced introduction to be had in Herbert A. Davidson's 'Alfarabi and Avicenna on the Active Intellect', *Viator* 3(1972), 109-178.

In the present instance, Avicenna's elaboration of the Aristotelian view has required two entities from without, instead of only one, to complete each human soul. Aristotle's ambiguities were more economically resolved by Alexander of Aphrodisias and by Themistius, and will be so done again by Averroës. But these departures from Aristotle permit Ibn Sīnā to save his non-Peripatetic conceptions of immortality and of intellection. It is not too strong to say that his own peculiar idea of personal salvation determines the nature of his solution to the problem of abstract *(i.e.,* intellectual) thought and, derivatively, to the ensouling of the embryo.

The main difficulty that Avicenna has to face is accounting for the individuation of an *intellect*; nor does he ever satisfactorily explain it. His approach to the question depends upon the materially individuated potential intellect, which is not problematical in this respect. He attaches the potential intellect to, or identifies it with, a person's rational soul, which he has made the 'intellect' that enters the embryo 'from without'. But the continuing individuality of the potential intellect when conjoined to the Active Intellect is left unexplained. *Qua* individual, an intellect must be attached to a body and therefore be mortal; *qua* actual and eternal it should not be individual. (Whether certain aspects of the rational soul as presented by Ibn Sīnā justify recent talk of an 'ego'-concept, or something similar, in his psychology, and whether, if so, that would help solve the problem of individual intellects is a question that I shall take up briefly at the end of the paper.) Ibn Sīnā's aim, in any event, is to justify a scheme whereby the individual potential intellect perfects itself by continually rising to the grade of 'acquired intellect' and receiving actual intelligibles from the separate Active Intellect, so that it can function continuously and *in actu* after the body has died. The Active Intellect, moreover, with its eternal, actually intelligible contents, remains in Avicenna's program safely outside the corruptible human realm.

But however pleasant this knitting together of psychological, embryological, and soteriological doctrines may be,[9] it is only byplay to the main philosophical drama that derives from Ibn Sīnā's conception of immortality. The centre of the action lies in his metaphysics: in epistemology first and then, without resolution, in ontology.

By way of preface to the second, epistemological example of the influence of Ibn Sīnā's psychological theories, it is necessary to emphasize the radical distinction in Avicennian metaphysics between the corporeal and corruptible world that is apprehended by the senses and the higher, immaterial, and

9. Of course the synthesis is *not* pleasing insofar as it multiplies entities. All too often Avicenna systematizes by merely adding theories together; however well he finishes the joins his thought never becomes a perfectly unitary structure, for he attempts to incorporate too much.

Even so, as will become evident, a great deal of his conciliatory discourse is aimed at disarming criticism of what is actually rigorous and proper system-building on his part.

In Avicenna's *Ḥayawān* it is the rational soul that corresponds to Aristotle's intellect 'from without', and this is the human intellectual faculty as such, the undeveloped capacity for receiving intelligibles. For Aristotle, however, one may reasonably conclude that the intellect 'from without' was of the self-sufficient kind which seems to have been implied by his description in *Posterior Analytics* II: 19 of how universals are acquired, and which therefore must include both the passive and active intellectual faculties that have so tantalized the interpreters of *De Anima* III: 5. But howsoever one chooses to resolve the ambiguities of Aristotle, there are none left here in the *Shifā'*. The intellect 'from without' of the *De Generatione Animalium* has become the rational soul, which is an intellect *in potentia (bi'l-quwwa)* (and which originates from the Active Intellect, in this entity's rôle as *dator formarum*; *cf. al-Shifā'*, *al-Ilāhiyyāt* IX: 5). On the other hand, the active human intellect, in accordance with an exegetical tradition descending from Alexander of Aphrodisias (*fl.* early 3rd cent. A.D.), has been made external and is, indeed, one aspect of the Active Intellect. The human intellect-in-act, however, is now interpreted as the individual's 'acquired intellect', produced through the 'illumination' of his passive intellectual faculty by the true Active Intellect; it has thus become the mere effect of *another* action 'from without', a collection of intelligibles lent from above. In whatever way Aristotle is to be understood, it is quite certain that he wished to have only *one* entity from without involved in the human soul; but Avicenna, with Muslim largesse, has given us two.

There is no excuse for considering this a mistake on the part of Ibn Sīnā. He is not explicating the texts of Aristotle, but is expounding a consistent philosophy of his own within the general confines of Islamic Peripateticism. That one may speak of a correspondence between chapters of the *Shifā'* and chapters of Aristotle's works only reflects the fact that the *Shifā'* is an encyclopaedic work covering the whole of Greek philosophy (in the first, second, and fourth *jumlāt)* and the mathematical sciences (in the third *jumla)*, whose basic order of exposition in logic, natural philosophy, and (to some extent) metaphysics follows the standard Arabic arrangement of the Aristotelian *corpus*. (Material equivalent to certain other works, such as Porphyry's *Eisagoge*, is added in; and in the *Metaphysics (al-Ilāhiyyāt)* are included various further topics, owed mainly to al-Farābī, that are ethical, political, or religious in nature and replace the 'theoretical' content of the standard texts in ethics and politics (of which Aristotle's *Nicomachean Ethics* and Plato's *Republic* are the most important). It may be assumed that the *Shifā'* is intended to be read by serious students in place of the books by the Greek authors). Consequently, the *Shifā'* often takes over the structure of Aristotle's writings, sometimes down even to the sequence of thought within individual paragraphs. But its views are as independent of Aristotle's teachings as Ibn Sīnā feels to be desirable. The next example will make this assertion more obvious still.

First, however, the biological matters. What specific changes does Avicenna's theory of immortality generate in Peripatetic teachings about the ensoulment of the human embryo? The problem is set by Aristotle's notorious discussion in *De Generatione Animalium* II: 3, where he speaks of the intellect *(nous)* 'from without' *(thurathen)*. Ibn Sīnā's treatment comes in the *Shifā'*, *al-Ḥayawān* XVI: 1;[5] his account at the start follows Aristotle, but it ends with a notable addition.

The vegetative level of the soul, which oversees the development and growth of the embryo, is received with the semen of the father, Ibn Sīnā asserts; and in the semen there is also something which is 'prepared to receive the connection *(ᶜalāqa)* with the soul', *viz.*, the (vital) heat, which is not fiery like elemental fire but is analogous, rather, to the heat which emanates *(yafīḍu)* from the heavenly bodies and is ultimately related to their substance *(jawhar)*.[6] So far, reasonably orthodox Aristotelianism. Also, Avicenna says, when the heart and the brain have come to exist in the embryo, the sensitive *(ḥissiyya)* soul emanates *(tafīḍu)* from the vegetative, and the rational *(nuṭqiyya)* soul becomes attached to it (to the vegetative organism, apparently, at the same time as the sensitive soul is produced). Still Aristotelian, although everything has been consolidated in such a way as to permit the highly tendentious constructions which now follow. The rational soul, Avicenna continues, is different from the other two levels and has nothing do to with matter as a substrate: but the soul (*qua* rational) is not yet effective *(ᶜāmila)*, being like that of the drunk or the epileptic. It is completed ([k-m-l], X) only by something external, when, in the person's childhood, that entity first assists the intellect *(ᶜaql)* *(i.e.*, enables it actually to think).[7]

The last statement may be made more explicit by reference to the *Shifā'*, *Kitāb al-Nafs*, especially V: 5 and 6. The rational soul which enters the embryo has but the bare potentiality for intellection, the grade of intellect that Ibn Sīnā calls 'material' *(hayūlānī)*. This potentiality becomes actualized, becomes truly an intellect, by receiving intelligibles as such from the separate and eternally actual Active Intellect (*ᶜaql faᶜᶜāl)*, the lowest of the celestial intellects. The grade of its potentiality increases by degrees, but the rational soul attains the intellect *in actu (bi'l-fiᶜl)* only when it is 'borrowing', or 'has acquired', actual intelligibles from the Active Intellect. It then possesses a true intellect, called the 'acquired' *(mustafād)*, which is correctly the second entity referred to above, the intellect which 'completes' or 'perfects' the rational soul.[8]

5. Ibn Sina, *Al-Shifā'*, ed.-in-chief Ibrāhīm Madkūr (Cairo, 1952-), hereafter referred to as '*Shifā'*, Cairo ed.; *Al-Ṭabīᶜiyyāt* 8: *al-Ḥayawān* [more properly, '*Fī Ṭabā'iᶜ al-Ḥayawān*], ed. ᶜAbdul-Ḥalīm Muntaṣir, Saᶜīd Zā'id, and ᶜAbdullāh Ismāᶜīl (Cairo, 1970), *Maqāla* 16, *faṣl* 1.

6. *Ibid.*, p. 403, 11. 1-3 and 8-11.

7. *Ibid.*, 11. 3-8.

8. These chapters contain the main exposition of Ibn Sīnā's theory of the acquisition of knowledge through the intellect and its subsidiary faculties; see F. Rahman, ed., *Avicenna's 'De Anima'* [*Al-Shifā'*: *Kitāb al-Nafs*] (London, 1959), pp. 234-250.

le'), and, in some areas, from writings in the Galenic tradition. Specifically, Ibn Sīnā's psychology in both approach and content was principally Aristotelian. There had been incorporated within it, however, certain insights that belonged ultimately to Plotinian philosophy; and there had also been accomplished the more difficult and less precedented task of transplanting into it certain 'religious' conceptions, Muslim in Avicenna's own eyes but scarcely so in most others.

Ibn Sīnā's idiosyncratic notion of individual immortality required an elaborate and painstaking integration into his philosophy, into psychological theory first and then into related areas throughout the system. Biology, epistemology, ontology, ethics, and political science, each and all needed to be modified. The idea itself which Ibn Sīnā had formed of personal salvation was simply that an individual's intellect could be developed during the person's lifetime to the point that it would survive the death of his body and become a part, still self-identical, of a celestial intellect.[4] Thus a human being of sound mind would have as his chief task in life the full actualization of his mental capacities, so that deprivation of his senses, his imagination, and his estimative faculty would leave him still able to think. An intellect fully developed in this way would not perish with the body, and the person's resurrection *(maᶜād)* into paradise would amount to entering a self-conscious but bodyless state of eternal intellection-in-act. One would have reached the intelligible world contained in the lowest of the celestial intellects. This explanation was Avicenna's own, although it had something of the spirit of Plotinus and of al-Fārābī. It was thoroughly non-Aristotelian, and thus proved to be anathema not only to ordinary Muslims but also to pure Peripatetics such as Ibn Rushd.

The requirements of this sort of immortality greatly influenced Ibn Sīnā's theories. The two doctrines examined in the remainder of this paper both show its effect. In the first, a fairly straightforward modification was made to Aristotelian embryology. In the second instance, a radically anti-Aristotelian epistemological doctrine was adopted; neo-Platonic in appearance but unlikely so in inspiration, it lay at the heart of Ibn Sīnā's psychology and metaphysics. Both tenets were at root, I believe, philosophical responses to the Muslim precept of personal salvation; and they both had a place in the 'dialogue' between the *falāsifa* and the other groups of Muslim intellectuals. Indeed in the latter case, where Avicenna effectively denied the necessity and, rigorously speaking, even the possibility, of acquiring knowledge from experience, the doctrine should be considered one of the most important contentions in that debate as regards the consequences for philosophy and the other Greek sciences.

4. This non-Qur'ānic view is only adumbrated in the *Shifā'* *(Kitāb al-Nafs V*: 5 *and Ilāhiyyāt* IX: 7 and X: 1); the complete, 'esoteric' teachings are presented in *Al-Risāla al-Aḍḥawiyya fi'l-Maᶜād* (ed. with Italian tr., introd. and notes by Francesca Lucchetta, as *Epistola sulla vita futura*, vol. I (Padua: Antenore, 1969)).

thought during that period. Let me note in this connection, without undue emphasis, that the title of the *Kitāb al-Shifā'* is to be translated as 'The Book of the Healing [of the Soul]' and the name of the compendium of that work, the *Kitāb al-Najāt*, as 'The Book of the Salvation [of the Soul]'!

The first of the two particular problems that I have chosen to investigate illustrates the integration of a religiously motivated psychological doctrine into a different area of philosophy, in this case embryology, in order to render it more acceptably Islamic. The second and more important example, the question of the empirical basis of knowledge, is intended to exhibit the significance of psychological theory for the career of Islamic science in all four of the ways that I have just described – explicitly as regards the general question of knowledge, and implicitly, but I trust plainly, with respect to the other three. The second example, moreover, should isolate the part which was played by Avicenna's own psychological thought; and it should make clear a major way in which Ibn Sīnā's theories in psychology, acting through his philosophy as a whole, led towards a transformation of the Islamic philosophical tradition while coordinating it more closely with its Muslim surroundings.

Both problems will illuminate the relationship of Ibn Sīnā to his Greek authorities, and the second will have a certain bearing on the vexed question of his 'mysticism'. The latter case, finally, will expose a serious but often unrecognized hazard that one frequently encounters when trying to determine Ibn Sīnā's true position on some issue – a difficulty arising from his method of presentation, even in his most straightforward discussions. Incomplete, especially adumbrative, exposition rather than tentative or shifting views will turn out to be his vice.

The examinations below of the zoological and the epistemological topics will both follow the *Shifā'*. It is this work, indeed, which nearly always contains Avicenna's basic account of his doctrines, even though in certain cases the explanation there is disingenuous or incomplete, and a franker or more developed treatment must be sought elsewhere. In the present instances, certainly, the *Shifā'* appears to need no important corrections.

The two Avicennian doctrines which are about to be considered were both consequences of the same basic Muslim belief, the idea of individual immortality and salvation. This tenet, stripped by Ibn Sīnā of any notion of bodily resurrection (at least in his franker, or more esoteric, writings), was a cornerstone of his psychological and metaphysical thought. The framework of theory into which it had had to be placed, *i.e.*, Avicenna's philosophical system as a whole, belonged in its methods and concepts to Greek philosophy in its Islamic guise, especially in the form it had taken at the hands of al-Fārābī *(ca.* 870-950). The teachings derived chiefly from Aristotle and occasionally from the Greek commentators, but they were also tinted – or tarred – with ideas from certain neo-Platonic works (including the pseudonymous 'Theology of Aristot-

themselves in a dialogue principally about philosophy and Qur'ānic religion, both among themselves and against the other interpreters of Islam. What I said earlier of the discussion in general is especially applicable here, namely, that a cluster of psychological issues assumed exceptional importance. The older questions of the definition of a believer, the nature of God's attributes, the createdness of the *Qur'ān* (largely replaced as a problem for the *falāsifa* by the createdness of the *world*), and freedom of the will had all been given stereotyped sets of answers by the tenth century. But other issues arose and demanded resolution: the nature of the soul; the distinctive characteristics of revelation, inspiration, dreaming, prayer, and ritual worship; the identifying criteria of true Prophethood (and thus of the basis for the Law – a vital matter for Islam); the personal immortality of individual souls, the manner of their salvation, and the nature of their bliss; the resurrection of the body, which was a prominent Muslim belief, but one that remained inexplicable within the limits of *falsafa*; the means whereby God can know particulars (and thus reward and punish individual believers properly, carrying out the 'Promise' and the 'Threat' of the *Qur'ān*); and the right mode and criteria of human knowledge. With the one significant exception of the eternity of the world, the major doctrinal problems that were set for the students of the ancient sciences by their Muslim environment required solution within one or another area of psychological theory. For Ibn Sīnā even political science reduced to an exercise in faculty psychology: the 'virtuous city'(*i.e.*, the best political community) was conceived as a society ruled through a Law that had been revealed by a true prophet, and the true prophet he identified as a man whose soul had a special faculty, an extra, higher degree of intellect called the 'prophetic' or 'holy' intellect, and who, through the overflow from this powerful intellect into his imaginative faculty, could put into images that were suitable for the common people all the essential conceptions of the Law and the religion.

The history of philosophy and science in Islam, then, was very greatly affected by the development of psychological theory in several ways: through the transformation in the nature of philosophy, through the changing ideas of the purposes of an intellectual life, through the framing of doctrines concerning the origin of knowledge, and most basically through the handling of contentious issues in the philosophers' general debate against other intellectual groups. Psychological questions were crucially involved in the processes that shaped classical Islamic culture, and theorization about the soul and its functioning thus shared indirectly but decisively in fixing the destiny of Islamic science.

I hope I have sketched enough background to make my initial assertions more plausible and persuasive. What I can do now is only to paint in a very small bit of the foreground. I shall discuss certain aspects of Ibn Sīnā's psychology in order to show the pervasive influence it had in his philosophy and to reveal at the same time the importance of psychological issues in Islamic

emphasis in philosophy away from cumulative investigation of the human and natural world towards metaphysical illumination (a change where the centrality of psychological questions has already been asserted) was in the end a metamorphosis whereby speculative philosophy effectively distanced itself from the several scientific disciplines and left them more susceptible to theoretical stagnation and to futile elaboration of a positivistic sort.

Secondly, the philosophers convinced themselves that the highest philosophic and human good and the greatest happiness *(saʿāda)* was conjunction *(ittiṣāl)* with a higher intellect. By so doing they very largely reduced moral philosophy to theoretical psychology, to discussion of this psychological state of quasi-union and the means of achieving it. Such a goal for the philosophical life would have appeared to most non-philosophers to be just a poor substitute for *ittiḥād*, the uniting with God depicted by the *ṣūfī*'s, and this view must have had a considerable effect in channelling the interest of educated Muslim youths away from philosophy itself and all that much farther away from the scientific disciplines.

In the third place, classical Islam was characterized by the extraordinary prominence granted by the entire society to the question of knowledge *(ʿilm)* – of the kind of knowledge that a Muslim ought to accept as right and of the basis for certainty in that knowledge.[3] But asking what knowledge is, in effect implied asking how knowledge is to be obtained; and that meant understanding the operations of the soul. Greek philosophy and science, suitably modified, formed one way of knowledge that was open to the Muslim believer. Apologists of the Greek sciences *(al-ʿulūm al-awā'il)* were forced by the internal constraints of philosophical theorizing and the external demands of legitimization in Muslim society, to explain the special nature of their sort of knowledge and the basis of its claims to truth. The burden of these explanations fell upon psychological theory. But the account that was produced, *viz.*, human participation in a higher intellectual world, left philosophy without a 'religious' justification as convincing as that of the Qur'ānically based disciplines or *ṣūfī* mysticism and without any good 'secular' substitute, such as, for example, a rigorous Aristotelian empiricism might have supplied.

Finally and most generally, psychology influenced the development of Islamic science by its assumption of the leading rôle when in the tenth century the students of *falsafa* and the other Greek disciplines attempted to come to terms with their Islamic environment. This they did by entering into the general debate which I mentioned, where each of the several opposed groups of Muslim intellectuals represented a different attitude to the religion and a different approach to knowledge. The adherents of the Greek sciences engaged

3. See Franz Rosenthal, *Knowledge Triumphant: the Concept of Knowledge in Medieval Islam* (Leiden: Brill, 1970); especially pp. 1-4 where something of Rosenthal's analytical framework is disclosed.

Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī (1201-1274) was able to effect through his exegesis of Ibn Sīnā in the *Sharḥ al-Ishārāt* and elsewhere. The philosophical *cursus*, which in the ninth and tenth centuries comprised logic and mathematics, natural philosophy and the mathematicized natural sciences, metaphysics, and ethics and politics, retained with Avicenna something of the original Aristotelian regard for research and the cumulative development of knowledge. Afterwards, however, it became a mere propaedeutic, albeit an essential one, for a directly illuminative, and supposedly more valuable, kind of knowledge, eventually interpreted in the later Iranian school as mystical gnosis. Although I cannot discover a real mysticism present in Ibn Sīnā's works, and certainly not in the frequently cited chapter on 'The Stages of Those Who [Seek to] Know' *(Maqāmāt al-ᶜĀrifīn)* in the *Kitāb al-Ishārāt (ed. cit.*, pp. 198-207), nevertheless illuminationist features were decidedly prominent, and the ground for the fully mystical development was thoroughly prepared by Avicenna's philosophy.

The driving force behind this transformation of *falsafa* derived, I am convinced, from the philosophical investigation of the soul, or rather from the implications that psychological doctrines yielded in nearly all areas of philosophical enquiry. The same ultimately psychological issues were also present to the *mutakallimūn* (the so-called 'rational theologians' of Islam) and the intellectually inclined among the *ṣūfī*'s – and indeed to all educated Muslims of those centuries. In the development of classical Islamic thought the primary task was the broadening and theoretical deepening of the Qur'ānically based religious culture. So it is not surprising that there was a scarcely interrupted general debate among opposed groupings of Muslim intellectuals – fundamentalist jurists, rationalist theologians, philosophers, *ṣūfī*'s, and Ismāᶜīlīs, among others – which had a great directive influence on the culture, and which very often addressed itself to matters in psychology. The question of the soul and the problems of right knowledge and right belief that were inseparably joined to it became and remained a fundamental concern, perhaps the most basic one of all, to Islamic thinkers. Psychological issues formed a vortex that eventually drew every theoretical system into its whorls, and usually threw it out again a shivered wreck. To understand the cultural history of medieval Islam it is essential to study the theories of the soul.

In a single paper one cannot document nor even illustrate all features of the description that has just been offered. But it seems appropriate to provide some indication of how psychological theories in the Islamic world had such importance specifically for the history of science.[2] In brief, I find that there were four ways, all of them indirect. (Of course there was a direct way, too, for psychology after all had long been a part of 'science'!) First, the shift of

2. These remarks were originally made in answer to a question asked from the floor by Prof. A.I. Sabra. They are incorporated here in their natural place in the text.

A Decisive Example of the Influence of Psychological Doctrines in Islamic Science and Culture:

Some Relationships between Ibn Sīnā's Psychology, Other Branches of His Thought, and Islamic Teachings

Robert E. Hall*

PSYCHOLOGICAL THEORY was a central concern of the medieval Islamic world, and Ibn Sīnā[1] was a key figure in the history of Islamic thought. Appropriately enough then, psychology was a main focus of Ibn Sīnā's own work, and his theories were of great importance in the history of psychology. Indeed, during the Middle Ages in Islam or in the West and, I am tempted to add, in the Renaissance, Ibn Sīnā was rivalled as a psychological theorist only by Ibn Rushd (Averroës; A.D. 1126-1198). But if I am right in my thinking, Ibn Sina's psychology had a further significance in Islamic intellectual history: for much of Ibn Sīnā's thinking revolved around the analysis of psychological issues: the philosophical system that he created signalled a turning-point in the history of philosophy and science and theoretical enquiry as a whole – even religious enquiry – in the Islamic world. So a correct grasp of Ibn Sīnā's psychological doctrines is prerequisite, I believe, to any full analysis of Islamic intellectual history and, *a fortiori*, to a proper understanding of the course of Islamic science.

Ibn Sīnā's *Shifā'* was the longest systematic exposition of *falsafa* (by which I mean simply Islamic philosophy in the Greek tradition) to have been produced in the classical period. Yet in the *Shifā'* and in Avicenna's other philosophical works was contained potentially (and even actually, in the view of certain present-day scholars) a radical transformation of the Islamic philosophical tradition: witness the abuse that Ibn Rushd heaped upon Ibn Sīnā for abandoning pure Peripateticism and the strikingly mystical philosophy which

*The Queen's University of Belfast (Northern Ireland). Expanded from a paper given at the First International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1976. The author must express his gratitude to the British Council, as well as to the University of Aleppo and its new Institute for the History of Arabic Science, for the financial support which made his attendance at this congress possible.

1. Ibn Sīnā (A.D. 980-1037) is the great physician and philosopher known in the West as Avicenna.

gold which is the goal of human life and which allows man to play the role for which he is destined, to act as the bridge between heaven and earth, as the eye through which God views His creation, as the channel through which the grace of heaven penetrates the earth and fecundates it. Through this inner alchemy, to which all other aspects of alchemy are subservient, man comes to see nature not as the chaos of coagulated matter but as the theophany which reveals the paradise which is here and now and which man must rediscover through the attainment of the gold which resides at the heart of all beings and which remains to be extracted by means which tradition offers to those who are willing to surrender themselves to it. Although Rāzī sowed the seeds of what was to become known later as the science of chemistry, Islam continued to harbor that spiritual alchemy which refuses to see nature as deprived of life, which aims at transmuting the inner being of man and attempts to bring about, through his transmutation, the spiritual revival of nature.

Applied to nature, *ta'wil* means penetrating the phenomena of nature to discover the noumena which they veil. It means a transformation of fact into symbol and a vision of nature, not as that which veils the spiritual world, but as that which reveals it.

Alchemy is precisely such a science, one based on the appearances of nature, particularly the mineral kingdom, not as facts in themselves but as symbols of higher levels of existence. It is not accidental that Jābir was both a Sufi and also a Shiᶜite and that in fact the Jābirian corpus later became closely associated with Ismāᶜīlism which added certain treatises to the original body of Jābir's works.

Jābir, while also interested in natural occurrences, never divorced the facts of the natural world from their symbolic and spiritual content. His famous Balance (*mīzān*) was not an attempt to quantify the study of nature in the modern sense but "to measure the tendency of the World Soul". His preoccupation with numerical and alphabetical symbolism, with the study of natural phenomena as determinations of the World Soul, with specifically alchemical symbols, all indicated that Jābir was applying the process of *ta'wil* to nature in order to understand its inner meaning.

Rāzī, by rejecting prophecy and the process of *ta'wil* which depends upon it, also rejected the application of this method to the study of nature. In so doing, he transformed the alchemy of Jābir into chemistry. That is not to say that he stopped using alchemical terminology or ideas, but in his perspective, there was no longer any Balance to measure the tendency of the World Soul, nor any symbols to serve as a bridge between the phenomenal and noumenal worlds. The facts of nature were studied as before, but as facts, not symbols. Alchemy was studied, not as real alchemy, but as an embryonic chemistry. The religious and philosophical attitude of Rāzī was therefore directly connected to his scientific views and was responsible for this transformation. In fact, his case marks one of the clearest examples of how philosophical and religious questions have played a role in many significant developments of science and in the history of science in general, displaying the intimate relation between man's view toward the sciences of nature and his vision of Reality as such.

Islamic civilization however rejected the philosophical views of Rāzī and his like and remained faithful to its own ethos and the burden which the hands of Providence had placed upon it, namely to bear the Divine Message of the Qur'ān for mankind to the end of the world. This truth has allowed Islam to preserve to this day, despite all the vicissitudes of time, the knowledge and practice of an inner alchemy which makes possible the cultivation of

Rāzī and his rejection of the alchemical view, see Corbin (with the collaboration of S. H. Nasr and O. Yahya), *Histoire de la philosophie islamique* (Paris, 1964), pp. 194-201. On the alchemy of Jābir see Corbin, "Le 'Livre du Glorieux' de Jābir ibn Ḥayyān (alchimie et archétypes)", *Eranos-Jahrbuch* (Zurich, 1950).

Throughout these works, there is a description and classification of mineral substances, chemical processes, apparatuses, and so forth, so that these works could be easily translated into modern chemical languages. There is no interest in the symbolic aspect of alchemy, in the discussion of metals and their transformations as symbols of the transformation of the soul. The correspondence between the natural and spiritual worlds which underlies the whole world-view of alchemy[15] has disappeared, and we are left with a science dealing with natural substances considered only in their external reality, albeit the language of alchemy and some of its ideas are still preserved.

The reason for Rāzī's departure from the alchemical view must be sought in the peculiar philosophical position which he held. As we know from many later sources including Bīrūnī, who was scientifically sympathetic with him, Rāzī wrote several works against prophetic religion and even denied prophecy as such.[16] He thus rejected a central theme of Islamic philosophy which in fact *is* "prophetic philosophy". Moreover, Rāzī was particularly opposed to Ismā-ʿīlism and carried out a series of highly philosophical debates with one of the leading figures of Ismāʿīlism, Abū Ḥātim Rāzī.[17] When the religious and philosophical attitudes implied by Rāzī's position are analyzed, it becomes clear why he transformed Jābirian alchemy into chemistry.

According to Islamic esotericism in general and Shiʿism – of which Ismā-ʿīlism is a branch – in particular, the sciences of nature are related to the science of revelation. Revelation possesses an exoteric (*ẓāhir*) and an esoteric (*bāṭin*) aspect and the process of spiritual realization implies beginning from the exoteric and reaching ultimately the esoteric. This process is called *ta'wīl* or hermeneutic interpretation, which is applied by the Shiʿah, and also in Sufism, to the Holy Quran, in order to discover its inner meaning. Only prophecy and revelation can enable man to make this journey from the exterior to the interior, to perform this *ta'wīl* which also means a personal transformation from the exterior man to the inner one.[18]

world view, there was no completely secularized domain of nature to which a totally "non-symbolic" science could apply. Therefore, although much chemistry was contained in the medieval alchemical tradition, especially in the case of Rāzī, it was never totally divorced from alchemy.

The *Sirr al-asrār* was translated and thoroughly studied by J. Ruska, *Al-Razi's Buch Geheimnis der Geheimnisse* (Berlin, 1937).

15. Concerning this correspondence see T. Burckhardt, *op.cit.*

16. One of Rāzī's famous works on this subject is the *Refutation of Prophecy*, *(al-Radd ʿala'l-nubuwwah)*. See Bīrūnī, *Epitre de Beruni contenant le repertoire des ouvrages de Muhammad b. Zakariya al-Razi*, trans. et ed. P. Kraus, (Paris, 1936).

17. See P. Kraus, "Raziana", *Orientalia*, 4 (1935), 300-334; 5 (1936), 35-56, 358-378. The complete debate between the two Rāzī's, which centers mostly around the question of prophecy, runs throughout the many chapters of *Aʿlām al-nubuwwah (Peaks of Prophecy)*, ed. by S. al-Sawy and Gh. Aavani, (Tehran, 1977) Later Ismāʿīlī authors such as Ḥamīd al-Dīn Kirmanī in his *al-Aqwāl al-dhahabīyyah* and Nāṣīr-i Khusraw in his *Jāmiʿ al-ḥikmatayn* were to continue this debate.

18. This theme has been thoroughly studied in the many writings of H. Corbin. As far as it concerns

And in fact, there is both similarity and difference when their alchemical and chemical ideas are compared.

Jābir believed that the elixir contained animal and plant substances as well as minerals, while Rāzī limited it to minerals and only casually mentioned animal and plant substances.[7] Rāzī divided metals into seven species including *khārṣīnī* just like Jābir in his *Kitāb al-khamsīn*. However, contrary to Jābir, Rāzī showed no interest in the numerical symbolism connected with this division. Jābir sought to discover the ultimate causes of things, while Rāzī, following the views of the Peripatetics among the physicians, denies openly that such a possibility exists.[8] Rāzī in his *al-Madkhal* and *al-Asrār* did not follow the Jābirian view that minerals are composed of sulphur and mercury but believed that they are constituted of body (*jasad*), spirit (*rūḥ*) and soul (*nafs*).[9] However, the Jābirian belief that there are five principles – the first substance, matter, form, time and space – certainly bears close resemblance to the famous five eternal principles of Rāzī.[10]

Rāzī also closely followed the terminology of Jābirian alchemy. He adopted not only technical names from Jābir but also titles of books. A large number of Rāzī's writings in this field bear the same titles as those of Jābir, while some are simply modifications of names of works belonging to the Jābirian corpus.[11] This is particularly significant in the case of such an independent philosopher as Rāzī. Even in the classification of simples (*ᶜaqāqīr*), which is among the most important scientific achievements of Rāzī in the field of chemistry, he followed the example of Jābir's *al-Ustuqus al-uss al-awwal*.

One may then ask why Rāzī's works have been called the first books of chemistry in the history of science.[12] We have several extant alchemical works of Rāzī, such as *al-Madkhal al-taᶜlīmī* which served as a basis for the section on alchemy of *Mafātīḥ al-ᶜulūm*,[13] and most important of all, the *Sirr al-asrār*, well-known to the Western world as *Liber Secretorum Bubacaris*.[14]

7. Kraus, *op. cit.*, p. 3.

8. Kraus, *op. cit.*, p. 95, cites from Rāzī's *Kitāb al-khawāṣṣ* to this effect.

9. Stapleton, *op. cit.*, pp. 320 ff.

10. Kraus, *op. cit.*, p. 137. Regarding the five eternal principles of Rāzī and his general philosophical views, see R. Walzer, *Greek into Arabic*, pp. 15-17.

11. Stapleton, *op. cit.*, pp. 336-337, where he cites fifteen works of Rāzī which have either identical or modified titles of works of Jābir and seem to deal with the same subject.

12. Stapleton, *op. cit.*, p. 320.

13. The text of this work has been translated with commentary by Stapleton in the above-mentioned articles.

14. This work, whose title may have also been *Kitāb al-sirr* as cited by Ibn al-Nadīm, is the most basic work of Rāzī on chemistry, one in which the transformation of alchemy into chemistry may be clearly discerned. It was well-known during the later centuries in the Islamic world not only in its original Arabic version, but also in a Persian recension, and it was also influential in the West. But everywhere it was considered an alchemical work rather than a chemical one because, in the medieval

terials wed to the crafts and guilds.[3] Yet, it was also in Islam that the first seeds of a science of chemistry were sown, although the symbolic view of nature predominated and never allowed a secularized view of material substances to become dominant, for it is not possible to have a chemistry until the living body of nature has become converted into a cadaver and until nature has become deprived, for him who has lost the symbolist spirit, of the sacred presence which nevertheless continues to glow within all things.

The appearance of chemistry is related to the birth of a school of philosophy at the margin of Islamic intellectual life, and is bound to a change in intellectual perspective which corresponds directly to the profound difference between the world views of alchemy and chemistry. Moreover, the creation of this peripheral philosophical school and the birth of chemistry belong to the early period of Islamic history and concern two of the most famous figures of Islamic science, namely, Jābir ibn Ḥayyān, the Latin Geber (d. 3rd/9th century), and Muḥammad ibn Zakariyyā' Rāzī, the Latin Rhazes (d. 4th/10th century).

No two figures are better known in the annals of Islamic alchemy than these two men of many-sided genius. Both men were celebrated masters of alchemy. Both are believed to have belonged to the same school by later generations of alchemists in the Islamic and Western world.[4] Yet a study made of the writings of both men clearly reveals that although Rāzī employed the languages of Jābirian alchemy, he was in reality dealing not with alchemy but with chemistry. One might even say that Rāzī transformed alchemy into chemistry, even though alchemy endured long after him and chemistry continued to be cultivated in the Islamic world within the bosom of alchemy. Thus the chemistry of Rāzī was by no means independent of alchemy,[5] and in fact the two never parted ways completely in Islamic civilization as was to happen in the West after Robert Boyle.

Before discussing the philosophical and religious divergences between Jābir and Rāzī which led also to the separation of chemistry from alchemy, it is worthwhile to note the similarities and differences in the alchemical views of the two authors. Or rather, a comparison must be made between the Jābirian corpus, of which certainly much was written by Jābir himself and some of the treatises added later by Ismāʿīlī authors, and the writings of Rāzī. Scholars studying these writings differ as to how closely Rāzī followed Jābirian alchemy[6]

3. See H. Corbin, *En Islam iranien*, vol. IV, (Paris, 1978), pp. 205 ff.

4. *Rutbat al-ḥakīm* considers Rāzī to be a disciple of the school of Jābir, while in almost all Latin alchemical texts the names of both men appear as unquestionable masters of alchemy.

5. See G. Heym, "Al-Rāzī and alchemy", *Ambix*, 1 (1938), 184-191; and J. R. Partington, "The Chemistry of Rāzī", *Ambix*, 1 (1938), 192-196.

6. For example, P. Kraus in his *Jābir ibn Ḥayyān*, vol. II, pp. 3 ff., does not believe that there is any direct and close relation between them, while N. E. Stapleton in "Chemistry in ʿIraq and Persia in the Tenth Century A.D.", written with R. F. Azo and M. Hidayat Husain, *Memoires of the Asiatic Society of Bengal*, 1927, pp. 317-415, considers Rāzī as a direct disciple of Jabir.

Islamic Alchemy and the Birth of Chemistry

SEYYED HOSSEIN NASR*

ALCHEMY is at once a science of the cosmos, or cosmology, a sacred science of the soul, or psychology, a science of materials and a complement to certain branches of traditional medicine. It is not a proto-chemistry although it deals with physical materials from a particular point of view; nor is it the origin of the modern scientific method–although alchemy has been concerned in the profoundest sense with experiment and experience, that inner experiment which alone leads to certitude and of which all external experience is but a pale shadow.[1] The traditional alchemist serves as the window through which the light of the spiritual world shines upon the natural domain and the revivifying air–or more precisely ether–of the empyrean penetrates the arteries of nature. His aim is not to work with sheer material substances from a purely physical point of view, this being the work of charcoal burners. Rather, he aims to transform nature in order to return nature to that primordial perfection, that paradisal beatitude which nature *is* in reality, although this face of nature remains veiled and hidden from the view of modern man. Through the transmutation, based upon a sacred science of things, of the soul of the beholder to pure gold, alchemy permits the solar element or the supernal Apollo to shine upon the world of the gross elements and their compounds.

These general remarks on alchemy pertain as much to Islamic alchemy as to the Alexandrian or Latin schools, for all schools of traditional alchemy share ultimately the same world view and even the same symbolic language; although each of course possesses certain distinct characteristics. Islamic alchemy inherited at once Alexandrian and Chinese alchemy and created that immense synthesis. The translation of some of their fruits into Latin in the form of such texts as the *Turba Philosophorum* and *Picatrix*[2] brought Latin alchemy into being.

Islamic alchemy has managed to preserve over the centuries and even to our own day an integral spiritual alchemy wed to Sufism and other esoteric schools, such as that of the Shaykhīs in Persia, and a symbolic science of ma-

*The Iranian Academy of Philosophy, 6 Nezami Street, Avenue Francais, P. O. Box 14, 1699, Tehran, Iran.

1. On the alchemical tradition and its spiritual significance see T. Burckhardt, *Alchemy: Science of the Cosmos, Science of the Soul*, trans. W. Stoddart (Baltimore, 1971), and E. Zolla, *Le meraviglie della natura - Introduzione all'alchimia* (Milan, 1975).

2. On Islamic alchemy see S. H. Nasr, *Islamic Science - An Illustrated Study* (London, 1976), pp. 193 ff. ; and S. H. Nasr, *Science and Civilization in Islam* (New York, 1970), pp. 242 ff.

ment to a Jewish prayer book published in Venice in 1520 we learn that R. Abraham ben Yom Tov Yerushalmi used the tables of Ulugh Beg. It is otherwise known that this R. Abraham was in Istanbul in 1510.[33]

10. As a result of a comprehensive search of manuscript collections for Hebrew astronomical tables, some of the fruits of which have been presented here, it now appears that Levi ben Gerson (southern France, d. 1344) was the only Hebrew author to construct tables based on original models, rather than modifying or copying existing tables.[34] Moreover, his tables are embedded in a text that describes his models and their derivation from specified observations. In most other cases we find an introduction preceding the tables in which only the procedures for using them are indicated–this holds true for a large number of Islamic tables as well as those in Hebrew. Levi was certainly indebted to his Muslim predecessors, particularly al-Battānī whom he often cites as his source for tables representing Ptolemy's models. Levi also mentions al-Biṭrūjī but rejects his models categorically, preferring to take those of Ptolemy as his point of departure. In a general sense Levi's entire research program was an outgrowth of the Arabic scientific tradition, for his goal was to construct a system that was philosophically sound and mathematically rigorous. This view was expressed by a number of his predecessors including Ibn al-Haytham (Egypt, eleventh century), Ibn Bājja (Spain, twelfth century), Averroes (Spain, twelfth century), and al-Biṭrūjī. Carrying through with these ideas, Levi not only originated new planetary models, but proceeded to construct new tables, based on his models. Although Levi's astronomical treatise was translated into Latin, the extant manuscripts of that version contain few of the tables that belong to it.

Conclusion: We can see that the process of transmission is complex and that it is not always the result of a specific plan. Some translators, such as Moshe Ibn Tibbon, had clear goals to bring a certain literature to the attention of a recognizable group,[35] but in most cases we have too little information to make an informed judgment of the translator's motivation. What seems to emerge is a sense that in the late middle ages astronomy took on the character of an international enterprise despite the language barriers that separated its practitioners.

33. B. R. Goldstein, *The Astronomical Tables of Levi ben Gerson* (Hamden, Ct., 1974), pp. 75-76.

34. On Levi, see Goldstein *(op.cit.*, n. 33). In addition to the Hebrew manuscripts listed there (pp. 74 ff.), I have found a Geniza fragment of Levi's *Astronomy*, chapters 97 and 98 (corresponding to Paris Hb. 724, fol. 177a:24 to 178a:14 and including the marginal note on 178a) in Jewish Theological Seminary of America, Ms. ENA 2905, fol. 1.

35. On Moshe Ibn Tibbon, see D. Romano, "La transmission des sciences arabes par les juifs en Languedoc", in *Juifs et judaisme de Languedoc*, eds. M.-H. Vicaire and B. Blumenkranz (Toulouse, 1977), pp. 363-386. For biographical information on a fourteenth century translator, see L. V. Berman, "Samuel Ben Judah of Marseilles", in *Jewish Medieval and Renaissance Studies*, ed. A. Altmann (Cambridge, Mass., 1967), pp. 289-320.

al-Shāṭir or his models, they do yield information on other important aspects of late Islamic astronomy, and one may yet find references to Ibn al-Shāṭir and the Maragha School in Hebrew.* The main center for Islamic astronomy in the fifteenth century was the observatory in Samarqand in Central Asia established by the Mongol ruler Ulugh Beg, himself a noted astronomer.[28] The scientific legacy of Samarqand reached Istanbul, where the study of astronomy flourished in the sixteenth century, and there is now some evidence that this tradition also reached Italy. A Hebrew manuscript (Paris 1091) uniquely preserves an anonymous undated Hebrew translation, without the introduction, of Ulugh Beg's tables originally composed ca. 1440, and indeed the observatory at Samarqand is specifically mentioned in it (folio 70a): "Table for half-daylight for the latitude of Samarqand at the place of the observatory" *(ha-raṣad)*. Although the planetary tables are taken from Ulugh Beg's work, the star catalogue in this manuscript is not the famous list that became known to western scholars in the seventeenth century,[29] but an older list presumably from a Hebrew source because its epoch is given in the text as "the beginning of the sixth millenium", i.e. 5000 A.M. *(anno mundi)*, which corresponds to 1240 A.D. Both Arabic and Hebrew names are displayed for each of the 50 stars together with their longitudes, latitudes, and magnitudes (folios 73a-74a). In an unpublished description of this manuscript on deposit at the Bibliothèque Nationale in Paris, M. Georges Vajda dates this copy by means of paleographic evidence to about 1500 A.D. Based on the watermark which is a simple anchor I am confident that the paper was produced in Venice between 1477 and 1508.[30] The pages are arranged in quires of 12 folios numbered in the upper left corner, e.g. on folio 13a we find 2:1 (in Hebrew alphabetic numerals) meaning quire 2, folio 1, on 14a we find just the numeral 2, and so on to 18a where we find the numeral 6; then on folio 25a we find 3:1. The keeper of Hebrew manuscripts at the Bibliothèque Nationale informed me that this arrangement is typical for Italian manuscripts of this period.[31] Italy, of course, was an important scientific center at the time and it is possible that knowledge of eastern Islamic astronomy was brought to the attention of Christian scholars by Jews. Ulugh Beg is mentioned in a few Hebrew texts deriving from Istanbul and I think it most likely that this translation was made there in the latter half of the fifteenth century. Steinschneider noted that Elia Bashyaṣi (d. Istanbul 1490) mentioned Ulugh Beg's tables in a work published in Istanbul in 1530/1,[32] and in a supple-

28. See Kennedy *(op.cit.*, n. 2), pp. 166 f.; A. Sayili, *The Observatory in Islam* (Ankara, 1960), pp. 259-305.

29. See E. B. Knobel, *Ulugh Beg's Catalogue of Stars* (Washington, 1917), especially p. 9.

30. Cf. V. Moshin, *Anchor Watermarks* (Amsterdam, 1973), especially plate 19, no. 233. Another text is bound with these tables to form Paris Ms. Hb. 1091, and its paper has a completely different watermark.

31. Cf. M. Beit Arié, *Hebrew Codicology* (Paris, 1976), p. 48.

32. Steinschneider *(op.cit.*, n. 1), p. 196.

* *Note added in proof*: In July 1979 I discovered a copy of Ibn al-Shāṭir's *zij al-jadīd* in Hebrew characters: JTSA, Mic. 2580 (cf. Ms. Oxford, Bodleian Arabic *Arch. Seld.* A.30). A note on the flyleaf in the same hand as the rest of the manuscript gives the solar, lunar, and planetary radices for 1260 AH (1844 AD) for Aleppo, and on internal evidence it seems to be a nineteenth century copy: in the mean motion tables entries are listed for 750, 900, 1050, 1200, 1230, 1260, 1290 AH (e. g. fol. 16b). This certainly suggests that the copyist (or his mentor) lived in the thirteenth century of the Hijra, i.e. the nineteenth century of the Christian era. It is surpirsing to find such a late copy of this text in Hebrew characters.

geographical coordinates are given as 72°E, 38°N.[22] Shelomo ben Eliyahu had the nickname "golden sceptre" *(sharvit ha-zahav)*, an allusion to *Esther* 4:11, and Steinschneider conjectured that there was an intention to find a biblical parallel to the Greek name Chrysococces;[23] this seems to be confirmed by the character of the text. In the introduction to the Hebrew version (Paris, Ms. Hb. 1042) we learn that the tables are arranged for the city Tivini (read: Tabriz) whose longitude is 72° rather than for Saloniki whose longitude is given as $49\frac{3}{4}$°. The mean motions are displayed for Persian years and months with radix 720 Yazdejird, i.e. 1350 A.D. The tables for the planetary equations are all derived from the *Almagest*, but in a form introduced by Islamic astronomers that Kennedy has called "displaced (Ar. *waḍʿī*) equation tables".[24] As in Ptolemy five functions are tabulated for each planet, but here some are displaced vertically to eliminate negative entries, some horizontally, and some both vertically and horizontally such that the resultant equations are in agreement with Ptolemy's values. For example, Jupiter's first correction (fol. 64b) which is due to the argument of longitude (or *centrum*) is tabulated at degree intervals where the entry for 0° is 4;27°, the maximum entry 11;15° corresponds to arguments 246° to 252°, and the minimum entry 0;45° corresponds to arguments 70° to 78°. These values derive from the *Almagest* XI, 11, columns 3 and 4 with horizontal shift of 18° and a vertical shift of 6°; e.g. Ptolemy's value for an argument of 18° is -1;33° and 6° - 1;33° = 4;27°, the entry for argument 0° in our table. Jupiter's second correction (fol. 65a) which is due to the corrected anomaly is given at degree intervals where the entry for 0° is 12°, and the maximum entry 23;3° corresponds to arguments 99° to 103°. All the entries are exactly 12° greater than the corresponding values in the *Almagest* XI,11, column 6. Kennedy[25] showed that these displacements must satisfy an algebraic relationship: the sum of the vertical displacements equals the horizontal displacement, in this case 6° + 12° = 18°. This technique was already in use in the ninth century by the Muslim astronomer Ḥabash al-Ḥāsib and continued with many variants throughout the middle ages.[26]

9. There has been considerable interest in the possibility that eastern Islamic scientific material reached Europe at the time of Copernicus because his models resemble quite closely those of Ibn al-Shāṭir (Syria, fourteenth century).[27] Although the Hebrew texts I have studied do not allude to Ibn

22. Pingree *(op.cit.*, n. 21) pp. 143-144.

23. Steinschneider *(op.cit.*, n. 1), p. 179.

24. E. S. Kennedy, "The Astronomical Tables of Ibn al-Aʿlam", *Journal for the History of Arabic Science* 1 (1977), 14.

25. Kennedy *(op.cit.*, n. 24), p. 15.

26. Kennedy *(op.cit.*, n. 24), pp. 16 f.; H. Salam and E. S. Kennedy, "Solar and Lunar Tables in Early Islamic Astronomy", *Journal of the American Oriental Society* 87 (1968), 492-497.

27. Cf. Imad Ghanem and E. S. Kennedy (eds.), *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir* (Aleppo, 1976).

pended his own tables to this text, but they are unrelated to the Alfonsine Tables. The Hebrew translation of the Alfonsine Tables was not made until 1460 when Moshe ben Abraham de Nîmes translated them from Latin in Avignon together with the Latin introduction of John of Saxony (early fourteenth century), and so the Hebrew version is of no help in recovering the early history of the text.[16] There is another text in Hebrew, called the Paris Tables, based on the Alfonsine Tables and computed with radix 1368.[17] We read in this treatise that it was translated by Solomon ben Davin de Rodez in southern France (a pupil of Immanuel Bonfils of Tarascon), although no Latin title or author is cited. These tables are very extensive and make use of double arguments for finding the planetary longitudes and latitudes.[18] Some Latin texts are related to it: the earliest set of tables of this character are those of John of Lignières who worked in Paris about 1320. Although the principles underlying the computations are the same, all the entries differ because of a difference in convention. The entries in the planetary tables in this Hebrew text are, however, identical with those in an Oxford text by Batecombe (?) with radix 1348.[19] No copy of this Oxford text has been found in France, and no Latin version with radix 1368 and arranged for Paris, Lyons, and Avignon (as in the Hebrew version) is known.[20]

8. There were also translations of scientific works from the eastern Islamic world into Hebrew. Shelomo ben Eliyahu of Saloniki (fl. 1374-86) translated a text, called *The Persian Tables*, from Greek into Hebrew where the ultimate sources are the Sanjarī Zīj of al-Khāzinī (ca. 1120) and the ʿAlāʾī Zīj of al-Fahhād (ca. 1150).[21] The author of the Greek text, George Chrysococces, is not identified by Shelomo ben Eliyahu. In a passage written shortly after 1347, George Chrysococces tells us that he studied Persian astronomy with a Greek priest in Trebizond from whom he learned that a Greek scholar, Chioniades, had traveled to Persia to study astronomy and had brought back a number of texts which he then translated into Greek. Chrysococces wrote a commentary on these Persian tables of Chioniades which were constructed for Tabriz whose

16. On Moshe ben Abraham de Nimes, see Steinschneider *(op.cit.*, n. 1), pp. 196 f.

17. I have consulted two copies of the Paris Tables: Munich, Hb. 343, fols. 104-167; and Oxford, Bodleian, Ms. Reggio 14, fols. 57-103. There is a Hebrew commentary on these tables by Moshe Farissol Botarel (southern France, ca. 1465); cf Oxford, Bodleian, Ms. Hb. 2022.

18. Cf. M. J. Tichenor, "Late Medieval Two-argument Tables for Planetary Longitudes", *Journal of Near Eastern Studies* 26 (1967), 126-128.

19. North *(op.cit.*, n. 13), pp. 279 and 299 (n. 40). I have consulted two copies of the Latin version of these tables: Oxford, Bodleian, Ms. Rawlinson D.1227, fols. 64r-87r; and Bodleian, Ms. Laud Misc. 594, fols. 51r-81v.

20. Private communications from J. North, University of Groningen, and E. Poulle, École Nationale des Chartes, Paris.

21. On Shelomo ben Eliyahu, see Steinschneider *(op.cit.*, n. 1), pp. 178 ff. For the Greek version of the Persian Tables, see D. Pingree, "Gregory Chioniades and Palaeologan Astronomy", *Dumbarton Oaks Papers* 18 (1964), 135-160.

method of Maestro Campano for the meridian of Rome and Novara" (cf. TCD 49r: Tabula equationis lune). At the end of the Hebrew manuscript (folio 129b) one finds a page in Latin script but probably in Spanish; there is no heading and the few words are all technical terms: *Abril*, *Mayo*, *dias*, *altitud*, etc. It contains a somewhat confused version of a table of noon solar altitudes deriving from an Arabic or Hebrew original: in each entry the minutes precede the degrees indicating a thoughtless transcription from a script written from right to left. This table obviously was not taken from Campanus, and its source is unknown to me.

TABLE I

	Paris Hb. 1102, 31a-32a Mars [in Latin, Hebrew, and Arabic] Table for the mean motion of Mars in collected Christian years for the meridian of Novara in Italy	TCD, 63r Tabula medii motus martis in annis domini iesu christi ad meridiem nouarie
Radix	2^s 17;46,15,0,0,0,0°	2^s 17;46,15°
28	1^s 7;6,34,49,5,29,27°	1^s 7; 6,35°
56	11^s 26;26,54,38,10,58,54°	11^s 26;26,55°
.		
.		
.		
1512	1^s 12;4,5,10,56,30,18°	1^s 12;4,5°

7. The Alfonsine Tables were probably the most widely used tables in late medieval and renaissance Europe. The original form, based on Islamic models, was written in Spanish in the thirteenth century, but they were better known in the Latin version that appeared in the early fourteenth century.[13] Indeed the Spanish form does not seem to have survived. A Hebrew text by Isaac Israeli (ca. 1310), *Yesod Olam*, provides us with some background information: Isaac ben Sid, a Jewish astronomer who worked for King Alfonso of Castile, observed a solar eclipse in Toledo on 5 August 1263 to be about 7 digits in magnitude and he noted that the times of the eclipse phases were all a quarter-hour prior to the times predicted by the tables available to him (the Toledan Tables ?).[14] He also observed three lunar eclipses at the request of King Alfonso: 24 December 1265, 19 June 1266, and 13 December 1266.[15] The discrepancies between observation and calculation were undoubtedly presented as part of the justification for constructing a new set of tables. Isaac Israeli ap-

13. J. North, "The Alfonsine Tables in England", in *Prismata: Festschrift für Willy Hartner*, eds. Y. Maeyama and W. G. Saltzer (Wiesbaden, 1977), p. 271.

14. Isaac Israeli, *Liber Yesod Olam*, eds. B. Goldberg and L. Rosenkranz (Berlin, part 1: 1848; part 2: 1846), part 2, 46b-47a.

15. Isaac Israeli *(op.cit.*, n. 14), part 2, 11b.

to al-Battānī in later Hebrew texts seem to derive from Bar Ḥiyya's adaptation rather than from a direct translation of the text. These tables were very popular in Hebrew, and they played much the same role as did the Toledan Tables for the Latin world–bringing technical astronomy to a new scientific community. It is puzzling that manuscripts of Bar Ḥiyya's Tables also contain tables ascribed to Abraham Ibn Ezra who lived somewhat later in the twelfth century. For example, one finds two tables of solar declination: one based on Ptolemy's value for the obliquity, 23;51,20°, ascribed to Abraham Bar Ḥiyya; and one based on the improved value, 23;33,8°, ascribed to Abraham Ibn Ezra. There are also many explanatory notes of a relatively trivial character written in the margins that are ascribed to Ibn Ezra as well. I have not found a separate set of tables in Hebrew composed by Ibn Ezra, though there are indications that they once existed.[9]

5. Al-Battānī's tables were also the basis for the popular tables, called *The Six Wings*, by Immanuel Bonfils of Tarascon (southern France, fourteenth century) who mentions his debt to his Muslim predecessor in the introduction.[10] These tables for computing conjunctions, oppositions, and solar and lunar eclipses use the Hebrew calendar with its nineteen-year cycle. Curiously, they were translated into both Latin and Byzantine Greek.[11] In this instance computations based on Ptolemy's models went from Greek into Arabic into Hebrew and then back into Greek.

6. Another set of tables related to those of al-Battānī can now be identified. A unique copy in Paris (Bibliothèque Nationale, Ms. Hb. 1102) contains an Arabic text in Hebrew characters that derives from the Latin text of Campanus of Novara (Italy) composed in the thirteenth century. This version in Hebrew script is anonymous and undated but seems to be from the fourteenth century. Its most important difference from the Latin version, at least the copy consulted by G. J. Toomer (Ms. TCD: Trinity College Dublin, D. 4.30), is that here the mean motions are expressed to six sexagesimal places whereas in the Latin they are only given to seconds (see Table I).[12] Campanus is mentioned in the Hebrew text (folio 93a): "Table for the equation of the moon according to the

9. Cf. J. M. Millás Vallicrosa (*op.cit.*, n 8), p. 109 f.; and *idem*, *El libro de los fundamentos de las Tablas astronomicas de R. Abraham Ibn Ezra* (Madrid-Barcelona, 1947), pp. 59 ff.

10. The Hebrew text was published (Zhitomir, 1872), and a large number of manuscripts survive. Among the copies consulted in the course of this study is a fragment from the Cairo Geniza: Strasbourg Ms. 4845, fols. 20-22 (on fol. 22a the heading is faint but legible: "wing two").

11. On the Greek version of Bonfils' tables, see P. C. Solon, "The Six Wings of Immanuel Bonfils and Michael Chrysokokkes", *Centaurus* 15 (1970), 1-20. The only copy of the Latin translation is Florence, Biblioteca Nazionale, Ms. J.IV. 20 (the tables are on fols. 160r-182r). Despite the catalogue, Ms. Munich *cod. latin.* 15954 is a Hebrew copy of these tables in which the headings were translated into Latin.

12. I wish to thank G. J. Toomer, Brown University, for providing me with a detailed comparison of Ms. TCD with my notes on Paris Hb. 1102. This Latin manuscript is noted in F. S. Benjamin, Jr. and G. J. Toomer, *Campanus of Novara and Medieval Planetary Theory* (Madison, 1971), pp. 15-16.

star catalogue, and in most cases few of the figures were drawn. A partial exception is Paris Hb. 1019 (Anatoli's version) which has the chord table in Book I but otherwise, although lines are drawn for tables, no entries appear.[5] One wonders how working astronomers were able to make sense of the translation.

2. Southern France was the major center for translations from Arabic into Hebrew in the thirteenth and fourteenth centuries, and most of the texts that were in common use in Spain became available in Hebrew at that time. For example, Moshe Ben Tibbon, mentioned above, translated al-Biṭrūjī's *On the Principles of Astronomy*, written in Spain about 1200 A. D.[6] A Latin version by Michael Scot is also extant but it is much freer than the Hebrew. Al-Biṭrūjī attempted to harmonize Aristotelian cosmology with Ptolemaic astronomy by placing the geometric models for planetary motion on the surface of spheres rather than in the plane of the ecliptic . A number of later astronomers (some writing in Latin and others in Hebrew) found a variety of shortcomings in this synthesis and it was ultimately rejected. Several other scholars attempted to construct spherical models: for example, Joseph Ibn Naḥmias (Spain, fourteenth century). His treatise was composed in Arabic (the unique surviving copy, in Hebrew characters, is Ms. V: Vatican Hb. 392), and translated into Hebrew anonymously (Ms. B: Oxford, Bodleian, Canon Misc. 334). His system was intended to be an improvement on that of al-Biṭrūjī, whom he cites (Ms. B 126v, 9; Ms. V 52b, 12), but the text awaits detailed analysis.

3. Another author whose work survives in Hebrew and Arabic versions is Joseph Ibn al-Wakkār (Spain, fourteenth century). He composed a set of astronomical tables for Toledo in Arabic and translated the introduction into Hebrew himself. In the unique surviving copy (Munich, Ms. Hb. 230) the Arabic text is in Hebrew characters and the Hebrew translation follows the Arabic. In the introduction Ibn al-Wakkār mentions the tables of Ibn al-Kammād which do not survive in the original Arabic, but only in a Latin version.[7] Ibn al-Wakkār's zīj is not mentioned in Kennedy's *Survey of Islamic Astronomical Tables* (1956).

4. The earliest set of astronomical tables in Hebrew are those of Abraham Bar Ḥiyya composed in Spain in the twelfth century.[8] His introduction is largely based on the introduction to al-Battānī's zīj (Syria, ninth century), and the tables agree very closely with those of al-Battānī as well. Indeed, the references

5. On folios 209b, 227b, etc., of Paris Hb. 1019 we find notes by Abraham ben Yom Tov Yerushalmi who lived in Istanbul in the sixteenth century (see paragraph 9, below).

6. See B. R. Goldstein, *Al-Biṭrūjī: on the Principles of Astronomy*, 2 vols. (New Haven, 1971).

7. J. M. Millás Vallicrosa, *Las Traducciones orientales en los manuscritos de la Biblioteca Catedral de Toledo* (Madrid, 1942), pp. 231 ff.

8. The introduction together with an excerpt from the tables was published by J. M. Millás Vallicrosa: *Libro del calculo de los movimientos de los astros de R. Abraham Bar Ḥiyya Ha-Bargeloni* (Barcelona, 1959).

new light on many aspects of Arabic science, and this will be illustrated here by concentrating on a few texts that I have studied in the past few years, several of which have been identified for the first time.

1. The translations from Arabic include works originally written in Greek such as Euclid's *Elements* and Ptolemy's *Almagest*. There are even two copies of the Arabic *Almagest* in Hebrew characters out of some ten extant copies: a complete copy with all the tables in a beautiful manuscript in Paris (Bibliothèque Nationale, Ms. Hb. 1100), and an incomplete copy in Cambridge (University Library, Ms. Mm 6.27 (8)).[3] Another manuscript (Vatican Hb. 392, folios 1-49) has been described as a copy of the Arabic *Almagest* in Hebrew characters, but in fact it is only a summary of it. The headings suggest that it is Ptolemy's work: for example we find "Book Four of the *Almagest*" (folio 5b), but later we find the heading "Book 7 and 8" (folio 28b), i.e. the entire discussion of the star catalogue is combined. Steinschneider[4] had queried whether this might be a copy of Ṭūsī's thirteenth century recension of the *Almagest*, but a comparison with British Museum Ms. Ar. Reg. 16 A VIII excludes that possibility, and the author of this text remains unidentified. There were two translations of the *Almagest* into Hebrew, one by Jacob Anatoli in Italy and the other by Moshe Ben Tibbon in southern France, both of whom lived in the thirteenth century. I have looked at quite a few copies of these translations and have been surprised to find that almost none of them has tables or the

including a few tables, by Yosef ben Yefet Halevi (fourteenth century) with a Hebrew translation; (2) a version of the zīj of al-Fārisī (Yemen, thirteenth century) with tables; and (3) the *Tashīl al-Majisṭī* by Thābit Ibn Qurra. On the zīj of al-Fārisī, see E. S. Kennedy, *A Survey of Islamic Astronomical Tables*, in *Transactions of the American Philosophical Society*, NS 46 (1956), p. 132. Arabic manuscripts of this zīj are found in Cambridge (University Library, Ms. Gg 3.27) and Istanbul cf. M. Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", in *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie, und Physik*, Abt. B, Vol. 3 (1936), p. 491. Two additional Arabic copies in Hebrew characters are preserved: Berlin, Ms. Hb. 682 Qu (cf. M. Steinschneider, "Schriften der Araber in hebräischen Handschriften", *Zeitschrift der deutschen morgenländischen Gesellschaft* 47 (1893), 355); and Jewish Theological Seminary of America, Ms. Hb. Micr. 2650 (the text is incomplete and only one table appears). F. Klein-Franke has given a brief description of a fragmentary Yemenite copy in Hebrew characters of al-Bīrūnī's *Elements of the Art of Astrology* (*Kiryat Sefer* 47 (1972), 720, in Hebrew). Cambridge University Library Ms. Add. 1191 contains two texts in Arabic written in Hebrew characters in a Yemenite hand. The first text is another copy of al-Kharaqī's *Kitāb al-tabṣira* (folios 1-18b); both the beginning and the end of this treatise are missing in this copy (cf. (b) above). The second text is Jābir ibn Aflaḥ's *Islāḥ al-Majisṭī* (folios 19a-131a), and its colophon (f. 131a) gives the date of the copy as 1665 Seleucid Era (1354 A. D.); the beginning of this treatise is missing here. Another Arabic copy of this treatise in Hebrew characters is found in British Library Ms. *heb.* Or. 10,725 folios 92b-175b.

3. P. Kunitzsch lists nine copies of the Arabic Almagest in *Der Almagest: Die Syntaxis Mathematica des Claudius Ptolemäus in arabisch-lateinischer Überlieferung* (Wiesbaden, 1974), pp. 34-46. The Cambridge manuscript, which is not mentioned there, follows the Isḥāq-Thābit version for the most part, but the Ḥajjāj version for Book VII 2-4 (cf. Kunitzsch, pp. 131 ff.). The star catalogue is missing and most of the tables come at the end, following Book XIII.

4. M. Steinschneider (*op. cit.*, n. 2), p. 359.

The Survival of Arabic Astronomy in Hebrew

BERNARD R. GOLDSTEIN*

Introduction: Hebrew manuscripts are an important source for Arabic science, often containing texts that otherwise do not survive. Three types of texts can be distinguished: Arabic written in Hebrew characters, translations into Hebrew, and original Hebrew treatises based on Arabic models. In the areas where Arabic became predominant most Jews adopted it as their vernacular as well as their literary language. But beginning in the twelfth century, particularly in Spain, they began to use Hebrew for scientific and philosophical purposes. By the end of the middle ages we find such Hebrew texts being written in Spain, southern France, Sicily, Greece, and Turkey.[1] Moreover, we find Arabic texts in Hebrew characters from these places as well as from Egypt, Syria, and Yemen.[2] The study of this vast array of documents sheds

* The University of Pittsburgh (JS-2604 CL, Pittsburgh, PA 15260, U. S. A.) and The Institute for Advanced Study, Princeton.

Acknowledgements: I wish to thank the National Endowment for the Humanities and the National Science Foundation for their generous support of this research project. Professor David Pingree read a draft of this paper and I am grateful for his suggestions as well as for his willingness to supply me with additional information about the Greek version of the Persian Tables which made the identification of the text secure.

1. The best bibliographic study is still M. Steinschneider's *Mathematik bei den Juden* published in a series of articles between 1893 and 1901 and reprinted in a single volume (Hildesheim, 1964). See also E. Renan, "Les écrivains juifs français du XIV[e] siècle", in *Histoire Littéraire de la France*, Vol. 31, 1893.

2. (a) For Egypt we have a number of documents from the Cairo Geniza: See, for example, B. R. Goldstein and D. Pingree, "Horoscopes from the Cairo Geniza", *Journal of Near Eastern Studies* 36 (1977), 113-144.

(b) For Syria I have found only one astronomical text in Hebrew characters and it is from Aleppo, dated 1382 (Jewish Theological Seminary of America *(JTSA)*, Ms. Hb. Micr. 2621, folios 1-23). The title is given in the colophon as *Kitāb al-tabṣira*. In fact, the text is *Kitāb al-tabṣira fī ʿilm al-hayʾa* by al-Kharaqī (d. 1138/39 in Merv) as I determined by comparing the manuscript in *JTSA* with a manuscript in the British Library (BL). The beginning of *JTSA* Ms. Hb. Micr. 2621, fol. 1a, corresponds to BL Ms. Add. 23394, fol. 99b:3 (Part 2, chapter 1, in the middle); the end of the *JTSA* ms. (fol. 23a) corresponds to the end of the BL ms. (fol. 110a: end of Part 2, chapter 14). The colophon of the *JTSA* ms. indicates that this copy was executed by David ben Joshua Maimuni, Nagid of the Egyptian Jewish community and a descendant of Maimonides, who left Egypt for Syria in the 1370s and is otherwise known to have been in Aleppo in 1375 and 1379 *(Encyclopedia Judaica* (1971), vol. 5, p. 1351). For a description of the Arabic text see E. Wiedemann, *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, vol. 2, pp. 634 ff. (Hildesheim, 1970). On al-Kharaqī, see also *Encyclopedia of Islam*, 2nd ed., vol. 4, p. 1059.

(c) For Yemen, see Y. Ratzaby, "The Literature of the Yemenite Jews," *Kiryat Sefer* 28 (1952), 399-400 [in Hebrew]. Of special interest is British Museum Ms. Or. 4104, a Yemenite manuscript in Hebrew characters, which contains (1) an Arabic treatise on the motions of the sun and the moon,

the theorem of Ptolemy concerning a cyclic quadrilateral. He also used an expression for the area of an oblique triangle inscribed in a certain manner in a right triangle (cf. [7]). Abū al-Wafā' exhibits no knowledge of al-Shannī's work, although we have seen in the introduction that it is just possible that the former was required to use a method *different* from one already known.

Thus we have exhibited four algorisms for the area of a triangle, and five distinct proofs. Of course, by using algebraic techniques, it is not difficult to transform any one of the expressions into any other. But it must be remembered that similarities made obvious by algebraic symbols may not be apparent when the investigator is constrained to write out his rules in ordinary prose. This was the case with our ancient and medieval forebears.

Bibliography

1. Al-Bīrūnī, *Maqāla fī istikhrāj al-awtār fī'l-dā'ira*; the Leiden MS of this work was translated by H. Suter in *Bibl. Math.* 11(1910), 11-78; the Bankipore version has been published in a volume entitled *Rasā'ilu'l-Bīrūnī* (Hyderabad-Dn.: Oriental Publications Bureau, 1948), cf. the review of H. Hermelink, *Zentr. f. Math.*, 54 (1956), 3.
2. Clagett, Marshall, *Archimedes in the Middle Ages*, vol. 1 (Madison, Wis., 1964).
3. *Dictionary of Scientific Biography* (New York: Charles Scribner's Sons, 1970-1978).
4. Heath, T. L., *A History of Greek Mathematics*, 2 vols. (Oxford, 1921).
5. Heath, T. L., *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, 2d. ed., 3 vols. (New York: Dover Publications, 1956).
6. Hermelink H., and E. S. Kennedy, "Transcription of Arabic Letters in Geometric Figures", *Journal of the American Oriental Society*, 82 (1962), 204.
7. Id, Yusuf, and E. S. Kennedy, "A Medieval Proof of Heron's Theorem", *The Mathematics Teacher*, 42 (1969), 585-7.
8. Al-Kāshī, Jamshid Ghyāth al-Dīn, *Miftaḥ al-Ḥisāb* (Tehran lithograph edition, 1889).
9. Luckey, Paul, "Zur Entstehung der Kugeldreiecksrechnung", *Deutsche Mathematik*, 5 (1940-1), 405-446.
10. Sezgin, Fuat, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Bd. V (Leiden: E. J. Brill, 1974).
11. Suter, Heinrich, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, X. Heft, Leipzig, 1900.

Combining (29) and (30),

$$\overline{AB}^2 \cdot \overline{GB}^2 - \left(\frac{\overline{AB} + \overline{BG}^2 - \overline{AG}^2}{2}\right)^2 = 2 \text{ area } \triangle ABG,$$

which is equivalent to (27a), hence (27).

Q.E.D.

The treatise closes with a curious passage (82v:36-38) in which the author remarks apologetically that areas should not be multiplied together, but that he has done so for the sake of simplication. His qualms are a vestigial remnant of the ancient geometrical algebra in which terms of the first degree represented line segments, quadratic terms areas, and cubic terms volumes. In his rules indeed many quartic elements appear.

The Background of the Problem

The earliest of the rules for calculating the area of a triangle in terms of its sides is the elegant

(31) $$\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}\,,$$

where s is the semiperimeter. Although it is known as "Heron's Formula", its discovery is by Bīrūnī (in [1], transl., p. 39) attributed to Archimedes (c. 250 B.C.). However, Heron's "Metrica" (written c. 75 A.D.) contains a proof which employs the properties of the incircle, similar triangles, inscribed angles, and the properties of proportions ([4], vol. 2, pp. 34-35).

The same book proves a different rule, namely

(32) $$\frac{c}{2}\sqrt{a^2 - \left(\frac{c^2 + a^2 - b^2}{2\,c}\right)^2}\,.$$

This expression differs only slightly from Abū al-Wafā's third rule, (27) and Heron's proof is also strikingly similar, employing the same proposition from Euclid as does Abū al-Wafā'. Nevertheless, the latter does not mention Heron or anyone else in this connection.

Two proofs of formula (31) have been noted in the Arabic literature anterior to Abū al-Wafā'. The earlier (c. 875) is by the Banū Mūsā, and exhibits only trivial divergences from that of the Heronic Metrica ([2], pp. 279-289).

The second is by a certain geometer named Abū ʿAbdallah Muḥammad b. Aḥmad al-Shannī (c. 950). He uses the excircle, similar triangles, and a property of a broken line inscribed in a circle ([1], pp. 39-40). It is considerably more involved than Heron's proof.

In a different source the same al-Shannī states and proves expression (1), Abū al-Wafā's first rule. The two proofs differ widely, for al-Shannī applies

Two More Rules

After completing the proof, the text states that it is possible to calculate the area of a triangle by operations performed upon its sides as such. Expressed in modern symbols, the rule is

$$\text{(26)} \qquad \frac{1}{4}\sqrt{\{(c+b)^2 - a^2\}\{(c-b)^2 - a^2\}}\,. \qquad \text{(82v: 21-25)}$$

No proof is given; perhaps it was felt that (1a) and (26) are sufficiently similar that proof of one suffices for the other.

The author goes on to say that there is yet another rule for the area of a triangle in which no altitude is employed; it is

$$\text{(27)} \qquad \frac{1}{2}\sqrt{c^2a^2 - \left(\frac{c^2 + a^2 - b^2}{2}\right)^2} \qquad \text{(82v:26-28)}$$

For this a proof is given. Before presenting it we restate the expression above in terms of the capital letters on the figure. The text has a separate figure but the previous one will serve.

To prove

$$\text{(27a)} \qquad \frac{1}{2}\sqrt{\overline{AB}^2 \cdot \overline{GB}^2 - \left(\frac{\overline{AB}^2 + \overline{GB}^2 - \overline{AG}^2}{2}\right)^2} = \text{area } \triangle ABG$$

Proof:

$$\overline{AB}^2 + \overline{BG}^2 = \overline{AG}^2 + 2 \cdot GB \cdot BD. \qquad \text{(82v:29)}$$

This is Proposition 13 in Book 2 of Euclid's Elements ([5], vol. 1, p. 406).

Hence

$$\text{(28)} \qquad BG \cdot BD = \frac{\overline{AB}^2 + \overline{BG}^2 - \overline{AG}^2}{2}\,. \qquad \text{(82v: 31)}$$

Square both sides of (28) and subtract each side of the result from $\overline{AB}^2 \cdot \overline{GB}^2$ to obtain

$$\text{(29)} \qquad \overline{AB}^2 \cdot \overline{GB}^2 - \overline{BG}^2 \cdot \overline{BD}^2 = \overline{AB}^2 \cdot \overline{GB}^2 - \left(\frac{\overline{AB}^2 + \overline{BG}^2 - \overline{AG}^2}{2}\right)^2.$$

The left hand side of (29) is

$$(\overline{AB}^2 - \overline{BD}^2)\ \overline{BG}^2 = \overline{AD}^2 \cdot \overline{BG}^2$$

$$= (\overline{AD} \cdot \overline{BG})^2 \qquad \text{(82v:35)}$$

$$\text{(30)} \qquad = (2 \text{ area } \triangle ABG)^2,$$

by application of the Pythagorean theorem to $\triangle ADB$, and the fact that AD is an altitude of $\triangle ABG$.

proportional, and the angle they enclose is common, the triangles are similar).

So angle BKY is a right angle (for triangle ZBT, similar to it, is inscribed in a semicircle).

Also $$TZ/K[Y] = TB/BK \quad .$$

(The text has KB. The segments are corresponding sides of similar triangles. Squaring both sides),

$$\overline{TZ}^2/\overline{YK}^2 = \overline{TB}^2/\overline{BK}^2. \qquad (82r:34)$$

Further,

(21) $$(\overline{TZ}^2 - \overline{KY}^2) \; / \; \overline{TZ}^2 = (\overline{TB}^2 - \overline{KB}^2) \; / \; \overline{TB}^2$$

(since if $x/y = u/v$, then $(x-y)/x = (u-v)/u$.)

But

(8) $$\overline{TZ}^2 - \overline{KY}^2 = \overline{AD}^2. \qquad (82r:35, 82v:1)$$

(This is the second lemma).

Moreover,

(22) $$\overline{TB}^2 - \overline{BK}^2 = \overline{[B]L}^2 \cdot \qquad (82v:1)$$

(The text has NL. To verify this, apply the Pythagorean theorem to triangle EBL to obtain $\overline{EB}^2 - \overline{EL}^2 = \overline{BL}^2$, and to this apply (2), (3), and (5).)

So (applying (8), (22), and (2) to (21))

$$\overline{AD}^2/\overline{TZ}^2 = \overline{BL}^2/\overline{BE}^2. \qquad (82v:2)$$

And (since AD is the altitude to side a and $BE = a/2$)

(23) $$\overline{AD}^2 \cdot \overline{BE}^2 = \overline{\text{area } ABG}^2 = \overline{TZ}^2 \cdot \overline{BL}^2 \cdot$$

Now

(24) $$\overline{TZ}^2 = \overline{BZ}^2 - \overline{BE}^2. \qquad (82v:3)$$

(This follows by combining with (2) the Pythagorean expression
$$\overline{TZ}^2 = \overline{BZ}^2 - \overline{BT}^2.)$$

Also

(25) $$\overline{BL}^2 = \overline{BE}^2 - \overline{AZ}^2,$$

(which is obtained by combining with (3) the Pythagorean expression $\overline{BL}^2 = \overline{BE}^2 - \overline{EL}^2$).

(Substitution of (24) and (25) in (23) gives

(1a) $$\overline{\text{area } ABG}^2 = (\overline{BZ}^2 - \overline{BE}^2)\,(\overline{BE}^2 - \overline{AZ}^2) \cdot \qquad (82v:4)$$

Q.E.D.

Now

(17) $$\overline{DE}^2 - \overline{AZ}^2 = \overline{KY}^2.$$

(To demonstrate this, use (4) and (5) to write $\overline{DE}^2 - \overline{AZ}^2 = \overline{BY}^2 - \overline{BK}^2 = \overline{YK}^2$, the last by applying the Pythagorean theorem to triangle YKB. It is proved to be a right triangle at 82r:33 without invoking the second lemma, so the demonstration is not circular).

Also

(18) $$\overline{BZ}^2 - [\overline{BE}^2 = \overline{TZ}^2]. \qquad (82v:21)$$

(Here use (2) to put

$$\overline{BZ}^2 - \overline{BE}^2 = \overline{BZ}^2 - \overline{BT}^2 = \overline{TZ}^2,$$

the last by applying the Pythagorean theorem to triangle ZTB).

Finally, application of (17) and (18) to (16) yields

(8) $$[\overline{TZ}^2 -] \overline{K[Y]}^2 = \overline{AD}^2. \qquad (82v:21)$$

(The text has KG. A copyist apparently left out the few words so indicated from line 21, but the intent of the author is clear).

Q.E.D.

The Main Demonstration

(19) $$\overline{BZ}^2 - \overline{BE}^2 = \overline{TZ}^2 \qquad (82r:30)$$

(By the Pythagorean theorem, $\overline{BZ}^2 - \overline{TB}^2 = \overline{TZ}^2$, and invocation of (5) yields (19).)

$$\overline{BE}^2 - \overline{AZ}^2 = \overline{BL}^2. \qquad (82r:31)$$

This follows from the Pythagorean expression $\overline{BE}^2 - \overline{EL}^2 = \overline{BL}^2$ and use of (3).)

The first lemma says

(6) $$HB/BG = DE/AZ. \qquad (82r:31)$$

Hence

$$ZB/BE = DE/A[Z]. \qquad (82r:32)$$

(The text has AB. The expression follows from the fact that $HB = 2ZB$ and $BG = 2BE$). And (by use of (2), (4), and (5))

(20) $$ZB/BT = YB/BK. \qquad (82r:32)$$

Hence

$$YK \parallel TZ \qquad (82r:33)$$

(since by (20) two pairs of corresponding sides of triangles ZBT and YBK are

The Second Lemma

To prove:

(8) $$\overline{TZ}^2 - \overline{YK}^2 = \overline{AD}^2$$ (82v:15)

Proof:

(9) $$\overline{BZ}^2 + \overline{ZA}^2 = 2(BZ \cdot ZA) + \overline{AB}^2$$ (82v:15)

(This is immediate upon squaring the identity $BZ - ZA = AB$).

(10) $$2(B[Z] \cdot AZ) = BH \cdot AZ = BG \cdot DE.$$ (82v:16)

(The text has BE. The first equality is a consequence of the fact that $BZ = BH/2$. The second equality is equivalent to Lemma 1).

(11) $$\overline{AB}^2 = \overline{BD}^2 + \overline{DA}^2$$

(by application of the Pythagorean theorem to the right triangle ABD).

(12) $$\overline{BZ}^2 + \overline{ZA}^2 = 2(BE \cdot ED) + \overline{BD}^2 + \overline{DA}^2.$$ (82v:17)

(In the MS the first three terms are repeated. To obtain (12), note that by (10)

$$2(BZ \cdot AZ) = BG \cdot DE = a \cdot ED = 2BE \cdot ED,$$

and apply it and (11) to (5).)

But

(13) $$2(BE \cdot ED) = 2(B[D] \cdot ED) + 2\overline{DE}^2$$ (82v:18)

(The text has BE. Multiply both sides of the identity $BE = BD + DE$ by $2\ ED$ to obtain (13).)

Also

(14) $$\overline{BE}^2 = \overline{BD}^2 + \overline{DE}^2 + 2(BD \cdot DE)$$ (82v:19)

(This may be obtained by squaring both sides of the identity above, $BE = BD + DE$).

So

(15) $$\overline{BZ}^2 + \overline{ZA}^2 = \overline{AD}^2 + \overline{BE}^2 + \overline{ED}^2$$

(obtainable by taking (12) and eliminating from it $2(BE \cdot ED)$ by the use of (13). There results $\overline{BZ}^2 + \overline{ZA}^2 = 2(BD \cdot ED) + 2\overline{DE}^2 + \overline{BD}^2 + \overline{DA}^2$. From the right hand side of this expression, pick the elements of the right hand side of (14), and substitute for them $\overline{BE}^2$, the left hand side of (14). There results (15).)

Or

(16) $$\overline{BZ}^2 - \overline{BE}^2 = \overline{AD}^2 + \overline{DE}^2 - \overline{AZ}^2$$ (82v:20)

to the relation between sides b and c. We have taken $b > c$, implying that both sides of expression (7) below are negative, a concept foreign to medieval mathematics. However, (7) is slightly misleading, for the Arabic word *faḍl* does not translate precisely as "difference", but rather as "the excess (of one quantity over another)". The proof is valid under all circumstances.

Construction

For the proof the text prescribes (82r:28) the dropping of altitude AD to a, and the drawing of semicircles BTZ and BLE with bounding diameters BZ and BE respectively.

Next the laying out of four line segments is called for (82r:29), all chords or portions of chords in the semicircles just drawn. They are:

(2) $$BT = BE$$

(3) $$EL = AZ$$

(4) $$BY = DE$$

(5) $$[B]K = AZ$$ (The text has YK).

The First Lemma

To prove:

(6) $$HB \,/\, BG = DE \,/\, AZ.$$ (82v:9)

Proof:

(7) $$\overline{BA}^2 - \overline{AG}^2 = \overline{BD}^2 - \overline{DG}^2.$$ (82v:10)

since, (by the Pythagorean theorem)

$$\overline{BA}^2 - \overline{BD}^2 = \overline{AD}^2 = \overline{AG}^2 - \overline{GD}^2.$$

(The above expression is evidently intended, but the passage is garbled and not easily restorable).

The right hand side of (7) is

$$\overline{BD}^2 - \overline{DG}^2 = (B[D] + [D]G)\ (B[D] - [D]G) = BG \cdot 2DE.$$

(The text has at 82v:12 $(BE + EG)\,(BE - EG)$, which is absurd).

The left hand side of (7) is

$$\overline{BA}^2 - \overline{A[G]}^2 = (BA + A[G])\ (BA - A[G]) = (c+b)(c-b) = HB \cdot 2AZ.$$ (82v:13)

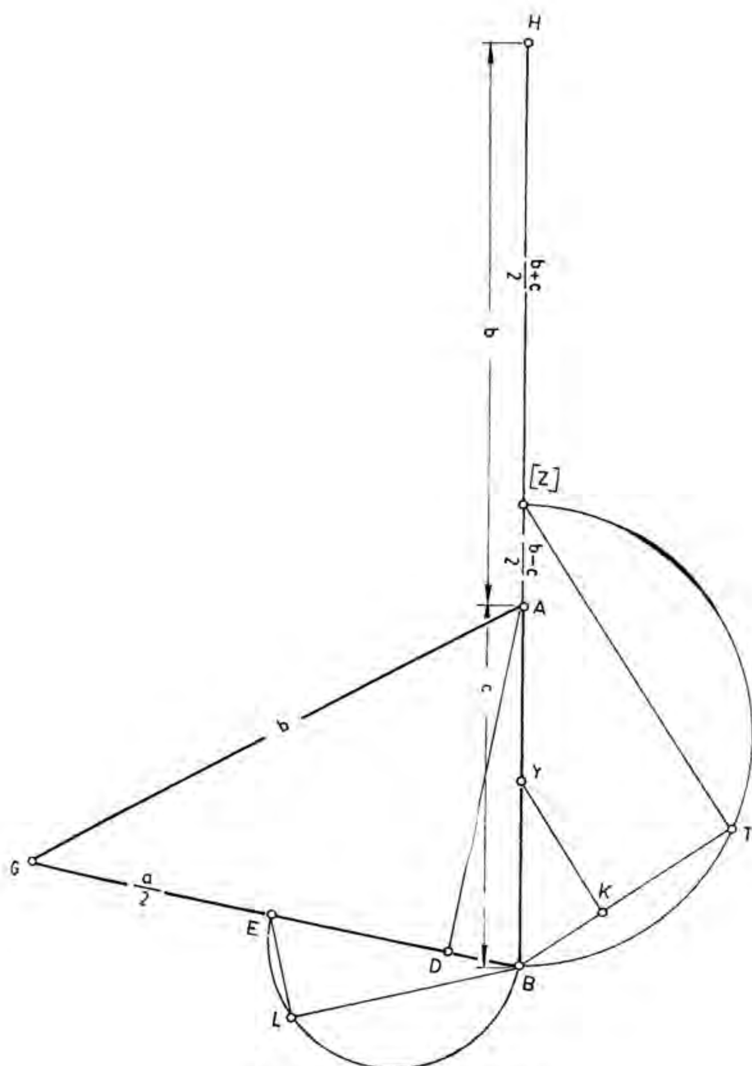
Hence

$$BG \cdot 2DE = 2AZ \cdot HB,$$

whence

(6) $$HB \,/\, BG = DE \,/\, AZ.$$ (82v:14)

Q.E.D.



Restored version of the text figure.

missing, and that the original version was a challenge to produce a proof different from one already current. Be that as it may, the verbal rule which follows is clear. Expressed in modern symbols it is

$$(1) \qquad \sqrt{\left\{\left(\frac{c+b}{2}\right)^2-\left(\frac{a}{2}\right)^2\right\}\left\{\left(\frac{a}{2}\right)^2-\left(\frac{c-b}{2}\right)^2\right\}}\ , \qquad (82r{:}21)$$

where a, b, and c are the lengths of the sides of an arbitrary triangle. Passages in the text will be identified, as is the expression above, by a pair of numbers separated by a colon, the first giving the number and side of the folio, the second the line.

For the demonstration which follows, a figure is utilized, transcribed on page 23 below. The Arabic letters of the MS have been replaced on our figure by Latin characters according to the system given in [6].

To prove (1) Abū al-Wafā' makes additions to the figure and then, with the aid of two lemmas, goes through a long series of deductions which eventually yield what is desired. The next three sections below duplicate his argument, except that we have compressed his verbal statements into symbolic expressions, and whereas he leaves the proofs of the lemmas until after the main theorem has been disposed of, we prove the lemmas first.

The text has two more rules giving the area of a triangle in terms of its sides, there being a proof for the second rule of the two. This material also is paraphrased by us below.

But, of course, the problem of determining the area of a triangle in terms of its sides is far older than Abū al-Wafā'. It apparently reaches back to Archimedes, and between his time and the tenth century several rules and variant proofs were worked out. The concluding sections of our paper list these rules in approximate chronological order and discuss the relations between them.

Enunciation of the Theorem

In the triangle ABG, (82r:25, see our version of the figure) extend AB to H, making $AH = AG = b$. Bisect BH at Z and BG at E. It is to be proved that

$$(1a) \qquad (\overline{BZ}^2-\overline{BE}^2)\,(\overline{BE}^2-\overline{AZ}^2)=\overline{\text{area}\,ABG}^2\ . \qquad (82r{:}27)$$

Since from the figure $BZ = (c+b)/2$, and

$$AZ = BZ - AB = \{(b+c)/2\} - c = (b-c)/2,$$

expressions (1) and (1a) are equivalent.

In the text figure, which has apparently suffered at the hands of successive copyists and is grossly inaccurate, AB has not been extended, so no H appears. Where Z should be, a second D has been written (the cognate Arabic letters *za'* and *dāl* resemble each other). There is no indication in the text as

Ẓāhiriya MS 4871, f. 82v.

ينعكس شعاعه الى نقطة آ احرق عندها بان يوضع على ظهر المرآة فيحرق شعاعها
ووضعنا ۞ اقول ان ضوء الشمس ينعكس من جميع سطح بط الى نقطة آ فيحرق عندها
برهان ذلك ان سطح هو في حجم مثل مربع ح لجميع مربع اح وسطح ه د في حجمه مثل مجموع مربع
اح ح د مجموع مثل اخر مثل مربع اب وسطح اب مثل مربع اد ومربع اب مثل مجموع مربعي
اح واربعة امثال سطح اه ه د مجموع مربع اح وسطح ه د في حجمه مثل مجموع مربع اخر
اح واربعة امثال سطح اب به د وسطح ه د في حجمه اربعة امثال سطح اه في حجمه فخط هو اربع
امثال خط اه فضوء الشمس ينعكس من جميع سطح بط الى نقطة آ فيحرق عندها كما بين
في القسم الاول وذلك ما اردنا ان نبين ۞

تمت والحمد لله رب
العالمين كتبه من نسخة
بخط القاضي ابن المرخم نقلها
وذكر في اخرها انه كتبها
وقابلها بالاصل وكان
بخط العبد كاتبها واحرق
نصف الاخر منها وجد بخط
العلا بن سهل رحمه الله
وصلى الله على نبيه محمد واله
[illegible]

بسم الله الرحمن الرحيم جواب ابي الوفا محمد بن محمد البوزجاني عما سأله الفقيه ابو علي الحسن [illegible]
سأل الحاكم اعزه الله عن البرهان على الطريق الذي يؤدي الى مساحة المثلث في غير استخراج
العمود ومسقط الحجر وهو انا اذا اردنا ذلك ضربنا نصف مجموع ضلعين من اضلاعه اي ضلع كانا
في مثله ونقصنا من المجتمع مضروب نصف الضلع الثالث في مثله وحفظنا الباقي ثم ضربنا فضل
نصف مجموع الضلعين الاولين على احدهما في مثله ونقصنا ذلك من مضروب نصف الضلع الثالث
في مثله فما بقي ضربناه فيما حفظناه اولا واخذنا جذر المجتمع فما كان فهو مساحة المثلث فاحببت
الى ذلك وهو هذا الجواب نجعل المثلث اب ج ونخرج ضلع آب على استقامته الى د
ونجعل آد مساويا لاج ونقسم ج د بنصفين على ه ونقسم ب د بنصفين على ط فاقول ان زيادة
مربع ب ه على مربع ه ط اذا ضرب في زيادة مربع ه ط على مربع آه كان ذلك مساحة مثلث اب ج
مضروبا في نفسه برهانه ان نخرج عمود اد ونخرج على خطي ب ه ه ط خطي ا ح ط ك
وخط ب ك مساويا لخط ه ط وخط ه ل مساويا لخط آه وخط ه ل مساويا [illegible]
[illegible] خطوط [illegible] فيكون زيادة مربع ب ه على مربع ه ط مساويا لمربع ط ك وزيادة مربع
ه ط على مربع آه مساويا لمربع ل ومن اجل ان نسبة ح ب الى ح ك كنسبة د ه الى ا د
نسبة ب ح الى ه ك كنسبة د ه الى آ ب ونسبة ب ح الى ط ك كنسبة ه ب الى [illegible]
[illegible] لطرفي زاوية [illegible] نسبة [illegible]
[illegible]
[illegible]

Ẓāhiriya MS 4871, f. 82r

Abū al-Wafā' and the Heron Theorems

E. S. Kennedy* and Mustafa Mawaldi*

Introduction

MANUSCRIPT 4871 of the Ẓāhiriya Library in Damascus contains a number of Arabic translations of philosophical tracts from late antiquity. Several of these have been published. What is less well known is that the same manuscript includes many scientific works, in great part unique, and of considerable historical interest.

This paper discusses the contents of one of them, a short treatise which covers most of a single folio only, 82, reproduced in facsimile here on pages 20 and 21 by kind permission of the librarian of the Ẓāhiriya.

Two individuals are mentioned at the beginning of the treatise, both being known to historians of the exact sciences. The first, the presumed author of the writing, is the famous Abū al-Wafā' al-Būzjānī (940-998), a mathematician and astronomer of Khurasanian origin who lived and worked in Baghdad ([3], vol. 1, pp. 39-43. Here and in the sequel, references enclosed in square brackets are to the numbered bibliography at the end of the paper. However, any square brackets which appear in algebraic expressions denote restorations of errors or omissions in the Arabic text of the MS).

The second is one Abū ᶜAlī al-Ḥasan b. Ḥārith al-Ḥubūbī, here called a canon lawyer *(faqīh)*, in other contexts given the title of judge ([11], p. 197; [10], p. 336). He was evidently a contemporary of Abū al-Wafā', as our text bears witness. Beyond this, Abū Naṣr Manṣūr b. ᶜIrāq (in [9], p. 424) mentions a letter sent by Abū al-Wafā' to al-Ḥubūbī concerning some developments in spherical trigonometry. Al-Bīrūnī in his treatise on chords ([1], transl., p. 17), gives two proofs by al-Ḥubūbī of a certain theorem. Al-Kāshī ([8], p. 229) attributes to him a method of solving problems in the algebra of inheritances. Al-Kāshī calls him al-Khwārizmī, thus implying that he or his antecedents stemmed from the region south of the Aral Sea.

The Ẓāhiriya MS states that al-Ḥubūbī requested from Abū al-Wafā' a proof of the rule for calculating the area of a triangle without having recourse to an altitude. Here the text seems to be corrupt. It is possible that a clause is

*The American Research Center in Egypt, 2 Maydan Qasr al-Dubara, Cairo, Egypt; and the Institute for the History of Arabic Science, Aleppo University, Aleppo, Syria. That part of the study carried out at the ARCE was supported mainly by the Smithsonian Institution. The authors also acknowledge with gratitude assistance given them by Professors Adel Anbouba and M.-Th. Debarnot, who rescued them from an egregious blunder in restoring the text figure.

فقد تبيّن ما قلنا انه متى تحركت نقطة ه بمجموع الحركتين المذكورتين حصل لها حركة مستوية بالنسبة الى نقطة د ومساوية في السرعة لحركة دائرة لنم .

فاذا فرض البصر على نقطة ق من خط طج وفرض بعده من ط مساويا[19] لبعد نقطة ط من نقطة د فإنّ هذه الابعاد متى كانت مقاديرها على وفق الاقدار التي وضعها

[١٦٠ و]

بطلميوس لبعدي مركزي الحامل والمعدّل من نقطة ق اعني مركز العالم في واحد من الكواكب كان ما يظهر من هذه الحركات موافقا لما يظهر له بالارصاد .

١٩ – مساو

ولتكن هذه الكرة مغرقة في ثخن كرة محدبها سطحان متوازيان مركزهما نقطة ك ، فتماس[١٧] سطحيها المتوازيين بحيث يماس سطح المدير سطحيها الظاهر والباطن . وتسمى هذه الكرة الفلك الحامل .

فاذا تحركت هذه الكرة دورة تامة رسم مركز المدير دائرة مركزها نقطة ك وهي الدائرة الوسطى المذكورة .

واذا تحرك المدير على مركز ل رسم تدوير الكوكب اعني نقطة ه الدائرة الصغيرة التي في داخل كرة المدير اعني دائرة اسره المذكورة .

فاذا تحرك الحامل تحركت نقطة ل محيط دائرة لنم الثالثه التي مركزها نقطة ك حركة مستوية فانها تدير[١٨] بدورانها كرة المدير . فيدور بدوران كرة المدير مركز التدوير على دائرة اسرد الصغيرة على مركزها اعني نقطة ل حركة مستوية ايضا ومساوية في السرعة لحركة نقطة ل .

فاذا انتقلت نقطة ل على دائرة لنم الى ن ثم الى م في النصف الايسر من دائرة لنم انتقلت نقطة ه على دائرة اسره في النصف الايمن من دائرة هسا الى نقطة ع ثم الى نقطة ح .

واذا تصورت هذا الامر على ما شرحناه فإنّ مركز المدير ومركز التدوير على اي وضع فرضناه . ووصلنا خطوط كفن ، دزعص ، نعت الى محيط التدوير .

فاقول إنّ خطّي ك فن ، درعص متوازيان .

برهانه انّ قوس لن من دائرة لنم تكون في جميع اوضاع نقطة ل اعني ن من دائرة لنم شبيهة بقوس فع من الدائرة الصغيرة . فزاويتا هكن ، فنع متساويتان . فخطا كن دع متوازيان . فزاوية ادع مثل زاوية لكن . فحركة نقطة ه اعني ع على مركز د شبيهة بحركة نقطة ل اعني ن على مركز ك في اي وضع وزمان فرض .

لكن حركة نقطة ن على مركز ك حركة مستوية فحركة نقطة ع على مركز د اعني مركز معدل المسير حركة مستوية . وهذه الحركة التي حصلت لنقطة ع على مركز ذ حركة مركبة من حركتي نقطتي ل ه اعني ن ع المستويتين .

١٧ – يماس .
١٨ – يدير .

مركزها اقرب من النقطة التي عليها البصر من أجل أنّ مركز التدوير يكون على هذه الدائرة في بعديه المختلفين اعني اعظم ابعاده من البصر واقربها منه .

وكونها قريبا من محيطها في باقي ذروته جداً فلذلك ظنّ بطلميوس أنّ مركز التدوير لازماً لمحيطها وانه يرسمها بحركته .

[12]ولنضرب لذلك مثالاً ليظهر ظهورا بينا . فليكن دائرتان متساويتان في بسيط واحد متقاطعتان . الاولى منهما وهي يجعلها بطلميوس دائرة معدّل المسير عليها ابج مركزها[13] نقطة د . والثانية منهما وهي التي يجعلها الفلك الحامل لمركز التدوير دائرة هزح ومركزها نقطة ط . وليتقاطعا على نقطتي وي . ونصل خط دط المار بالمركزين وننفذه في الجهتين الى محيطها . وليقطع دائرة ابج على نقطتي اج ودائرة هزح على دح . ونقسم خط دط بنصفين على نقطة ك ونجعلها مركزاً وندير عليها دائرة وببعد دا اعني نصف قطر الدائرة الاولى عليها لنم . فتقطع كل واحد من خطي اه ، جح بنصفين على نقطة لم.

فنجعل نقطة ل مركزاً وندير ببعد ال دائرة صغيرة عليها اسه . فتماس[14] دائرة ابج من داخل على نقطة ا وتماس دائرة هزح من خارج على نقطة ه . ولتكن[15]

[١٥٩ ظ]

نقطة س في النصف الايمن من الدائرة الصغيرة .

فمن البيّن أنّ نصف قطر هذه الدائرة اعني هل يكون مساويا لخط دك اعني نصف الخط الذي بين مركزي دائرتي ابج ، هزح الاولتين .

فاذا توهمنا أنّ دائرتي ابج ، هزح الاولتين ثابتتين وان الكرة المحيطة بتدوير الكوكب يماس[16] سطحها سطح التدوير يكون مركزها نقطة ل وتسمى هذه الكرة الفلك المدير للتدوير .

١٢ – النص ، من هنا وصاعداً ، هو عينه النص الذي ورد في نهاية الادراك لقطب الدين الشيرازي مع تغيرات طفيفة جداً لم تؤثر على الهيئة التي توهمها .

١٣ – مكررة . ١٤ – فيماس .

١٥ – وليكن . يلي هذه الكلمة شكل يخال انه يمثل هذه الدوائر غير انه مرموز اليه على هامش الصفحة بالعبارة التالية : " هذا الشكل خطأ " . لذلك اعدنا رسمه حسب مقتضيات النص . انظر الشكل ٢ المرفق بهذا المقال .

١٦ – تماس .

وتقطع هذه الدائرة كل واحدة[9] من الدائرتين الاولتين على نقطتين غير نقطتي تقاطع الدائرتين الاولتين .

فاذا جعلنا موضع قطع هذه الدائرة لاحد قسمي الخط الذي فيما بين الدائرتين مركزاً وادرنا عليه دائرة صغيرة تماسّ الدائرتين الاولتين ، فإن قطر هذه الدائرة يكون مساويا لبعد ما بين مركزي الدائرتين الاولتين .

فمتى تحرك مركز هذه الدائرة الصغيرة على محيط الدائرة الثالثة وهي الوسطى من الدوائر الثلاثة المتساوية الى ان يصير وضعها على هذا الخط من الجهة الاخرى مقاطراً لهذا الوضع فإن الدائرة الصغيرة تصير ايضاً مماسّة للدائرتين اللتين كانت مماسّة لهما في الوضع الاول من داخل ومن خارج فتماس التي كانت تماسها من داخل من خارج وبالعكس في الاخرى .

واذا توهم مركز فلك تدوير الكوكب محمولاً على محيط هذه الدائرة الصغيرة وفرضت متحركة على مركزها امّا في القوس العليا منها فالى التوالي اعني الجهة التي يتحرك مركزها اليها ، واما في القوس السفلى بالعكس وفرضت الحركتان[10] متساويتين[10] وفرضت الدائرتان[11] الاولتان[11] ثابتتين وفرض البصر على الخط المار بالمراكز وبعده من مركز احدى الدائرتين الاولتين مثل بعد ما بين مركزيهما . فاذا توهم مركز تدوير الكوكب على النقطة التي تماس الدائرة الصغيرة احدى الدائرتين الاولتين من خارج اعني التي مركزها اقرب من النقطة التي توضع عليها ثم تحركت الدائرة الصغيرة فحركت بحركتها النقطة المماسة اعني مركز التدوير الى خلاف الجهة التي يتحرك مركزها اليها . ويتحرك مركزها بحركة الحامل له . حصل لمركز التدوير بتحركها اعني بانتقال

[١٥٩ و]

جملة الدائرة الصغيرة وبحركتها ايضا على مركز نفسها حركة مركبة من هاتين الحركتين يظنّ انها بسيطة مستوية عند مركز الدائرة التي هي اكثر خروجاً عن موضع البصر وهي المسمّاة بمعدل المسير .

واما مركز التدوير اعني نقطة المماسّة المذكورة فقد يخال انه محمول على الدائرة التي

٩ – واحد .
١٠ – الحركتين متساويتين
١١ – الدائرتين الاولتين .

فلنقم على خط اب خطي[٧] اج ، بد ويحيطان معه بالزاويتين الموصوفتين المتساويتين. ويوصل خط جد .

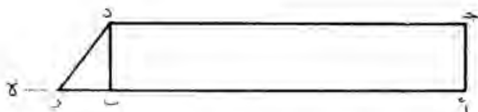
فاقول إنّ جد مواز لخط اب . برهانه أنّا نخرج خط اب على استقامة الى نقطة ه فإن كانت زاوية دبه الخارجة مساوية لزاوية جاب الداخلة على ما في الصورتين الاولتين فمن البيّن أنّ خطّي اج ، بد المتساويين يكونان متوازيين . فخطا اب ، جد كذلك .

واما إن كانت

[١٥٨ ظ]

الزاويتان المتساويتان هما الداخلتين اللتين في جهة واحدة اعني زاوية جاب مساوية لزاوية دبا كما في الصورتين الباقيتين فنخرج من نقطة د خطاً موازياً لخط اج وليلقى خط اب على نقطة ز .

فمن اجل ان اج موازٍ لدز تكون زاوية جاب مثل زاوية دزه . فلذلك تكون دزب مثل زاوية دبز . فخط دز مساو لخط دب اعني اج وموازٍ له. فخطا اب ، جد متوازيان . وذلك ما اردنا بيانه .



ومن ذلك ايضا ان كل دائرتين متساويتين يتقاطعان في بسيط مستوٍ يوصل بين مركزيهما بخط مستقيم وينفذ في الجهتين الى محيطها ثم نعلم على نقطة على منتصف الخط الذي بين مركزيهما ونجعل هذه النقطة مركزاً ويدار عليه دائرة يكون نصف قطرها مساويا لنصف قطر احدى[٨] الدائرتين الاولتين ، فان محيط هذه الدائرة يقطع كل واحدة من القطعتين اللتين تقعان من الخط المستقيم المار بالمراكز فيما بين محيطي الدائرتين بنقطتين نصفين .

٧ – خطا .

٨ – احد .

وليس لتحقيق ذلك طريق سوى الامتحان بالرصد في الوقت بعد الوقت . ولهذا يجب ان نختار من الارصاد ما يقرب منّا زمانه لكيلا يكون القـــدر الذي يفوتنا مضاعفا[١] مرات كثيرة .

ولما لم يكن لاهل زماننا وملوك عصرنا ومن له البسيطة[٢] رغبة في هذا العلم وقصر بنـــا نحن ضعف الحال وكلفة العيال وقلة المساعد فلذلك لم نتكلم فيها من غير امتحان كما يفعل مصنفو[٣] الزيجات بان يزيدوا او ينقصوا من عند انفسهم بلا دليل ولا حجة سوى جهلهم بالطريق التي استخرجت بها هذه الامور . وانما حسرتهم[٤] على ذلك كونهم يرون الخــلاف الواقع في كتب اهل هذه الصّناعة فاختار كل واحد منهم اوساطاً من نفسه فوضعها .

فلذلك صارت زيجاتهم على ما يرى من التناقض . ونعود الى كلامنا في افلاك الكواكب فنقول :

إنّ السبب الذي من اجله صار مركز التدوير يرى انه محمول على فلك خارج المركز ويرى مسيره المستوي عند مركز فلك آخر غير الذي هو محمول عليه ان نقلة مركز التدوير التي يظن بطلميوس انها بسيطة ليست كذلك . وانما هي حركة مركبة من حركتين بسيطتين مستويتين على مركزين غير المركزين الموصوفين اعني مركز الحامل ومركز معدّل المسير اللذين ذكرهما .

لكن فلك التدوير اذا تحرك بالحركتين اللتين سنوضحهما فانه سيحصل من تركيبهما حركة مستوية تخال انها بسيطة عند مركز معدّل المسير . ونقدم لذلك تذكرةً نافعة فنقول :

إنّ كل خط مستقيم نقيم عليه خطين[٥] مستقيمين متساويين[٥] في جهة واحدة فيصيران زاويتين من الزاويا التي تحدث مع الخط امّا الداخلة مع الخارجة واما الداخلتان اللتان في جهة واحدة متساويتين[٦] ثم يوصل بين طرفيهما[٦] بخط مستقيم فانه يكون موازيا للخط الذي قاما عليه .

١ – صححت على الهامش
٢ – البسطه في المخطوط .
٣ – مصنفوا
٤ – كذا .
٥ – خطان مستقيمان متساويان .
٦ – عبارة مكررة

f.160r

by Ptolemy for the distances between the deferent center and the equant from point Q, i.e. the center of the universe, for any planet, then what appears of these motions will be in agreement with what appeared to him (i.e. Ptolemy) by observation.

Appendix

[١٥٧ ظ] فاما الهيئة الصحيحة التي يتهيأ بها اصابة ما يخرج بالارصاد ويشاهد بالعيان ويجري على الاصول الموضوعة من غير مخالفة لشيء منها فنحن مثبتوها بابسط ما نقدر عليه. ونبين وضع الأكر التي تكون عنها الحركة البسيطة المتصلة على أن حركاتها مستوية عند مراكزها. والحركة المستوية هي التي يقطع المتحرك بها في الازمان المتساوية زوايا متساوية عند مركز المحرك له. والمختلفة هي التي ليست كذلك.

وينبغي ان تعلم أنّ إصابة مثل هذا الامر الجليل على الوجه الصواب في اعلى مراتب القوى الفكرية البشرية وهو تمام بالحقيقة للجزء النظري من التعاليم.

والذي ينبغي ان يسلّمه الباحث في هذا العلم هي الارصاد القديمة التي يظن بها الصحة مثل ارصاد ابرخس وبطلميوس اذ كانا ممن يوثق بعلمهما وعملهما. فلنسلم ما اورداه من هذه الارصاد وهي التي عليها كان يعمل هو ايضا وعليها عمل حسابه الذي اخرجه بطريق [١٥٨ و] الخطوط والاوساط وهي المنتزعة من ازمان الادوار.

فاما الزمان الدوريّ ومقدار مسير كل كوكب في يوم يوم بالوسط والخاصة فإن تحقيقه موقوف على الامتحان فلا يصار اليه بغيره. واصابته بغاية التدقيق يعسر بل لا يمكن ان يدرك على الاستقصاء بحيث لا يفوت فيها ولا القدر اليسير. ومتى فات فيها مقدار مّا وان قلّ فانه اذا مرّ عليه زمان طويل ظهر ظهوراً بيّناً ويزداد كلما طالت عليه المدة.

then its center will be point L and the sphere will be called the director *(al-mudir)* sphere of the epicycle.

Let this sphere be sunk into the thickness of (another) sphere whose curved parallel surfaces are around center K, so that it is tangent to its parallel surfaces in such a way that the surface of the director is tangent to its outer and inner surfaces. That sphere is called the carrier sphere (i.e. deferent).

When this sphere makes a full revolution the center of the director will then describe a circle whose center is point K, and that is the (above-)mentioned middle circle.

And as the director moves around center L, the epicycle of the planet, i.e. point E, will describe the small circle which is inside the sphere of the director, i.e. the (above-)mentioned circle ASE.

Now if the deferent moves uniformly, point L will move along the circumference of the third (circle) LNM whose center is point K. It will then move through its motion the sphere of the director. With the motion of the director sphere the center of the epicycle will also uniformly move along the small circle ASE and around its center, i.e. point L, at the same speed as point L.

So if point L moves along the circle LNM to point N and (then to) M on the left-hand side of circle LNM, then point E will move on circle ASE on the right-hand side to point O, then to point H.

Now if you imagine the situation as we described it, let the center of the director and the epicycle be at any assumed position. Then we join lines KFN, $DZOC$, and NOR to the circumference of the epicycle.

Then I say that the two lines KFN (and) $DZOC$ are parallel.

Its proof is that arc LN of circle LNM in all positions of point L, i.e. N of circle LNM, is similar to arc FO of the small circle. Then the two angles EKN and FNO are equal. And lines KN and DO are parallel. Then $ADO =$ angle LKN. And the motion of point E, i.e. O, around center D is similar to the motion of point L, i.e. N, around center K at any assumed time and place.

But the motion of point N around center K is uniform, hence the motion of point O around center D, i.e. the center of the equant, is uniform. This resulting motion of point O around center D is composed of the two uniform motions of points L and E, i.e. N and O.

That demonstrates what we said, that if point E moves with the sum of the two motions mentioned (above), it will have a uniform motion with respect to point D and equal in speed to the motion of circle LNM.

If the eye is assumed to be at point Q of line TG, and its distance from T were to be equal to the distance of point T from point D, then these distances, when their values are of the same quantities assumed (over a millenium before)

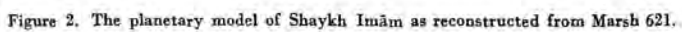


Figure 2. The planetary model of Shaykh Imām as reconstructed from Marsh 621.

by as much as the distance between the two centers, and if the center of the epicycle of the planet were imagined to be at the point where the small circle is externally tangent to the one of the two original circles whose center is closer to it, then if the small circle moves and with it the point of tangency, i.e. the center of the epicycle, in the direction opposite to that of the motion of the center. And if the center moves with the motion of its deferent, then the center of the epicycle moves with its motion, i.e. with the motion

f. 159r

of the small circle and its own motion on itself, in a motion composed of these two motions in such a way that it is thought to be simple and uniform at the center of the circle that is more eccentric from the eye, which is called the equant.

As for the center of the epicycle, i.e. the point of tangency mentioned above, it looks as though it were carried along the circle whose center is closer to the point of sight, on account of the fact that the center of the epicycle will be on this circle at its two distances, i.e. its farthest distance from the eye and its closest distance to it. And since it is very close to its circumference at the remaining portions of its distances (*dhurwa*), that has led Ptolemy to believe that the center of the epicycle is coincident with its circumference, and it describes it with its motion (Fig. 2).

Let us give an example to illustrate (that) very clearly. Let there be two equal circles intersecting in the same plane. The first of them, which is called the equant by Ptolemy, has points ABG on it and its center is point D. The second, which he calls the sphere carrying the center of the epicycle (i.e. deferent), is circle EZH with center T. Let the two (circles) intersect at points W and Y. We join the line DT that passes through the centers and produce it to the circumference on either side. Let it intersect circle ABG at the points E (and) H. We then bisect line DT at point K and with it as a center we draw a circle with a distance DA, i.e. the radius of the first circle, and (mark) in it points L, N, (and) M. It will bisect each of the two lines AE and GH at points L and M.

With point L as a center and with distance AL we draw circle ASE. It will be tangent to circle ABG internally at point A and tangent to circle EZH externally at point E. Let

f. 159v

point S be on the right-hand side of the small circle.

It is obvious then that the radius of this circle, i.e. EL, is equal to line DK, i.e. half the line connecting the centers of the first two circles ABG and EZH.

If we then assume that the first two circles ABG and EZH are fixed, and that the sphere surrounding the epicycle of the planet is tangent to the epicycle,

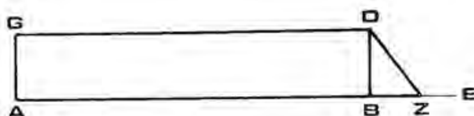
But if

158v

the two equal angles were the interior ones that are on the same side, i.e. angle $GAB = DBA$ as in the remaining two cases, then we produce from D a line parallel to AG and let it meet line AB at point Z.

Since AG is parallel to DZ then angle $GAB = DZE$. Therefore $DZB = DBZ$ and line $DZ = DB$, i.e. AG and is parallel to it.

Then the two lines AB and GD are parallel, and that is what we wanted to show.



In the same way, if two equal circles intersect on a plane surface and their centers are joined with a straight line that is produced in both directions to their circumference, and if we mark the midpoint of the line joining their centers and make it a center of a circle whose radius is equal to the radius of either of the two circles, then the circumference of this circle cuts the two segments of the straight line that is between the two circumferences of the two circles at their midpoints.

This circle intersects each of the two circles at two points other than the points of their original intersection.

If we make the point at which this circle cuts the two segments that are between the two circumferences a center and with it draw a small circle tangent to the two original circles, then the diameter of this circle is equal to the distance between the centers of the two original circles.

When the center of the small circle moves along the circumference of the third circle, which is the middle one of the three circles, until it reaches the diametrically opposite position on this line, then the small circle will also be tangent to the two circles to which it was tangent in the previous position, internally and externally, so that it will be externally tangent to the one to which it was internally so, and conversely with the other circle.

If one were to imagine the center of the epicycle of a planet to be carried on the circumference of this small circle, and (the circle) itself were assumed to be moving around its center in the direction of the zodiacal signs on the upper arc, i.e. the direction of the movement of the center, and in the reverse on the lower arc, and if the two motions were equal and the two original circles assumed to be fixed, and the eye (*baṣar*) were assumed to be on the line that passes through the centers and distant from the center of one of the two circles

ḥān) and is not obtainable otherwise. Its accurate determination is very difficult and rather cannot be achieved with high refinement (*istiqṣā'*) in a way that no slight inaccuracy is incorporated into it. And when any amount (of error) is incorporated into it, even if it be small, it will become quite apparent after the passage of time and will increase as the time increases.

The verification of that can only be achieved through testing by observations time after time. For that reason we must select the observations that are close to us in time so that the amount that we miss (i.e. the error) does not get multiplied several times.

And since our contemporaries and the kings of our times and those who have the authority have no bent toward this science, and we ourselves are lacking on account of our weakness and the expenses of our dependents and the lack of a helper, we did not say anything about it (i.e. observation) without testing as would the authors of *zījes* do when they add and subtract on their own without any evidence nor do they have any proof except their ignorance of the method by which these things are derived. They are (encouraged ?) to do so by what they see of the variations in the books of the people of this science and hence each of them selects mean motions for himself and sets them down.

For that reason the contradictions in these *zījes* are obvious. But let us return now to our discussion of the planets and say:

The center of the epicycle appears to be carried by an eccentric sphere, and its motion appears to be uniform with respect to the center of a sphere other than the one by which it is carried on account of the motion of the epicycle center which Ptolemy thinks is simple, but it is not so. (On the contrary) it is composed of two equal and uniform motions around two centers other than the ones described above, i.e. the centers of the carrier (deferent) and of the equant that he had mentioned.

But when the center of the epicycle moves with the two motions that we will describe the resulting uniform and composite motion will look as if it is simple with respect to the center of the equant.

Let us then introduce that with a useful reminder (*tadhkira*) by saying: Every straight line upon which we erect two equal straight lines on the same side so that they make two equal angles with the (first) line, be they alternate or interior, if their edges are connected, the resulting line will be parallel to the line upon which they were erected.

Erect on line AB the two lines AG and BD so that they surround with it the two equal angles described (above). Let line GD be connected.

Then I say: Line GD is parallel to line AB. Its proof is to produce AB to E. Then if the exterior angle DBE is equal to the interior angle GAB as in the first two cases, it is obvious that the two equal lines AG and BD are parallel.

"Some of the esteemed modern workers in this science (*ṣināʿa*) say in this place: If something is to be taken as a reference point for any motion, it must be stationary with respect to the moving thing so that motion will be due only to the moving body as it draws away from it or comes close to it."[5]

This same statement is made by Shaykh Imām in Marsh 621 in the relevant discussion of the moving center of the lunar deferent and which he uses as his own axiom to begin his new model. Furthermore, Quṭb al-Dīn, as usual, takes issue with this statement, hence proving that the author of Marsh 621 is a different person. In addition, this demonstrates that the work of Shaykh Imām was available to the Marāgha scholars and was actually incorporated into their works.

In what follows we give a translation of the text appended to this paper, from Marsh 621, fol. 157v-160r, attempting to be as literal as possible, only inserting a few explanatory words in brackets here and there to facilitate comprehension on the part of the reader.

Translation

f. 157v

As for the correct astronomy which agrees with what is obtained by observation and is apparent to the eye and (also) agrees with the accepted principles without any variation, we will explain it in the simplest way we can. We will also show the position of the spheres, which produce the continuous simple motion that is uniform with respect to their centers. The uniform motion is the one through which the moving (body) describes equal angles at the center of its mover in equal times. The non-uniform one is the one that is not so.

You must know that achieving such a momentous result in a correct fashion is of the highest human intellectual degrees and it is actual perfection of the theoretical part of the mathematical (sciences).

The researcher ought to accept in this science the ancient observations that he thinks are true, such as those of Hipparchus and Ptolemy, for they were trustworthy in knowledge and in practice. Let us accept what they have recorded by way of observations through which he (i.e. Ptolemy) himself used to work and upon which he based his computations, that he derived through

f. 158r

geometry (*khuṭūṭ*), and mean motions that are taken from periods of revolution.

As for the period of revolution and the daily motion of the planet in mean longitude (*wasaṭ*) and in anomaly, its verification depends upon testing (*imti-*

5. We transcribe here the text from Marsh 621, fol. 124v:1-3, to facilitate the comparison.
« إن الشيء الذي يفرض علامة لمبدأ حركة متحرك يجب ان يكون ساكناً بالنسبة الى المتحرك ليكون تباعد المتحرك عنه وتقربه اليه انما هو بحركة المتحرك وحده » .
Quṭb al-Dīn's text comes from the *Idrāk*, British Mus. Add 7482, fol. 52v:10-12.

this paper. We summarize here the tentative results reached so far and reported in the article mentioned above.[3]

The author of Marsh 621, at this stage, can be called al-Shaykh al-Imām as the scribe refers to him on fol. 126r. He must have lived between 1138 A.D. and 1272 A.D.

Shaykh Imām did not participate in the activities of the Marāgha observatory, for he says that he has no access to new observations. Hence he was probably writing before 1259. This author suspects that Shaykh Imām was not Mu'ayyad al-Dīn al-ᶜUrḍī, a likely candidate.*

Shaykh Imām was not known to Ibn al-Shāṭir except through the works of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī.

And finally, it is highly probable that the "Ṭūsī couple" grew out of Imām's model as a logical consequence.

Due to the historical significance of this source, this author has undertaken a full transcription of it, but will give here only the relevant section on the planetary model with an English translation for the benefit of the reader who is not familiar with Arabic.

Quṭb al-Dīn and Shaykh Imām

The first reading of Marsh 621 revealed the identity of Shīrāzī's planetary model and that of Shaykh Imām. A first working hypothesis, however, was to assume that Marsh 621 was some earlier work of Shīrāzī reproduced in the *Nihāyat al-'idrāk* of Quṭb al-Dīn in a different format. That hypothesis ran into immediate problems, for the author of Marsh 621 is referred to as deceased by 1272 A.D., as was already noticed by Goldstein and Swerdlow,[4] whereas Quṭb al-Dīn was still writing in 1281 A.D. and lived till 1311 A.D.

The task remained, however, to prove beyond doubt that the phrase *qaddasa 'Allāhu rūḥahu* (May God bless his soul) is to be taken literally, and hence to establish Shaykh Imām as different from and earlier than Quṭb al-Dīn.

Hence it was necesary to examine the work of Quṭb al-Dīn with this question in mind. The present writer did so, braving Quṭb al-Dīn's "exasperating traits" of prolixity and repetition, coming upon the following passage of the *Nihāyat al-'idrāk*:

« قال بعض افاضل المتاخرين من اهل الصناعة ههنا ان الشيء الذي يجعل علامة لمبدأ حركة يجب ان يكون ساكناً بالنسبة الى المتحرك ليكون تباعد المتحرك عنه وتقاربه اليه بحركة المتحرك وحده » .

3. These results were first reported on December 12, 1978, in a commentary read at the Boston Colloquium for the Philosophy of Science. The full text of the commentary will be published in the proceedings of the Colloquium.

4. *Op. cit.*, p. 146.

* *Note added in proof*: In an article appearing in *Isis* the present author has now established that al-Shaykh al-Imām was indeed alᶜUrḍī (d. 1266) and that the text preserved in Marsh 621 was written before the building of the Marāgha observatory in 1259.

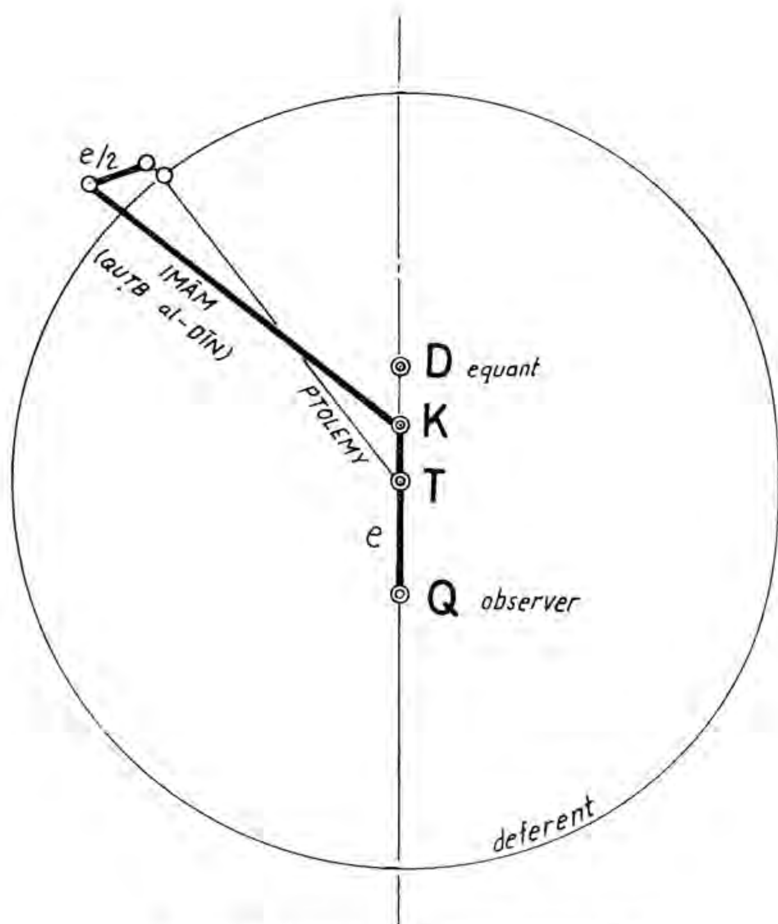


Figure 1. Sketch (not to scale) illustrating the two models.

The Original Source of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī's Planetary Model

George Saliba*

Introduction

A STUDY[1] published some twelve years ago reviewed the information then available concerning late medieval planetary theory. In this article, more space was devoted to the work of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī (fl. 1280 A.D.) than to any other individual. The model he uses for all the planets except Mercury differs from those of his contemporaries, Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī and Ibn al-Shāṭir. It was then remarked that perhaps the unique feature of Quṭb al-Dīn's arrangement had not been invented by him, but had been inherited from a predecessor.

This paper introduces a text,[2] anterior to that of Quṭb al-Dīn, in which the distinctive device is fully described and motivated. As such, it constitutes the earliest successful effort thus far discovered to eliminate a supposed fault in the Ptolemaic system. It was a belief widely held in antiquity that the motion of any celestial body must be circular and uniform, or a combination of uniform circular motions. Ptolemy's equant device (see Fig. 1 below), although imposed by the facts of observation, violated this principle. The mechanism here explained conforms fully to the requirement of uniform circularity, retains the effect of the equant and yields predictions differing only slightly from those obtainable with the Ptolemaic model.

In a separate article, the involved problem of authorship and priority as well as the relationships among the members of the "Marāgha School" has been treated in some detail, and further research is still going on to unravel the intricate relationships and historical questions involved. Nevertheless, there seems to be no way in which future research can change the thesis of

*Department of Near Eastern Languages and Literature, Faculty of Arts and Sciences, N. Y. U., Washington Square, New York City 10003.

1. E. S. Kennedy, "Late Medieval Planetary Theory", *Isis*, 57 (1966), 365-378.

2. Bernard R. Goldstein and Noel Swerdlow, "Planetary Distances and Sizes in an Anonymous Arabic Treatise Preserved in Bodleian Ms. Marsh 621", *Centaurus*, 15 (1970), 135-170. The author wishes to thank Prof. N. Swerdlow of the University of Chicago for bringing this Ms to his attention. The author is also indebted to the courtesy of Prof. B. Goldstein of the University of Pittsburgh for allowing him to investigate this manuscript.

ARABIC SECTION



Journal
for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

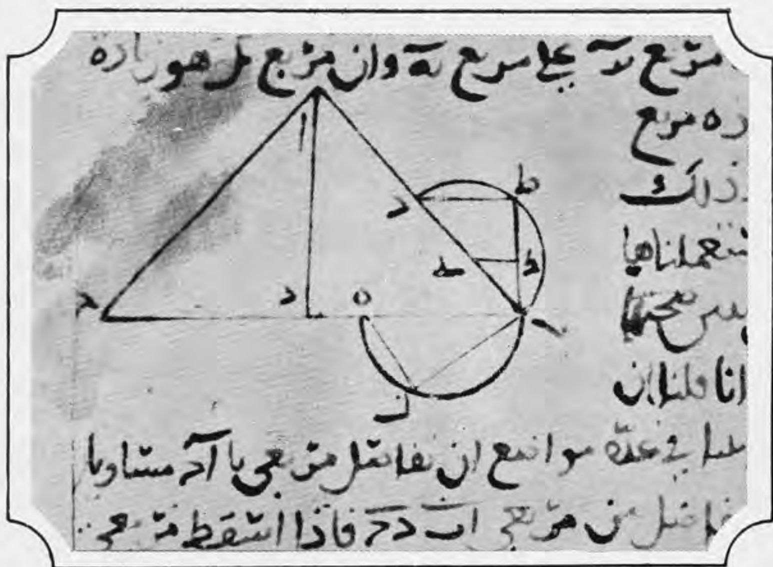
All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science.*

ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Volumes 1 & 2 (1977 & 1978)	
Registered surface mail	$ 6.00
Registered air mail	$10.00
Volume 3 (1979)	
Registered surface mail (all countries)	$10.00
Registered air mail:	
Arab World & Europe	$12.00
Asia & Africa	$15.00
USA, Canada & Australia	$17.00

Printed in Syria
Aleppo University Press

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



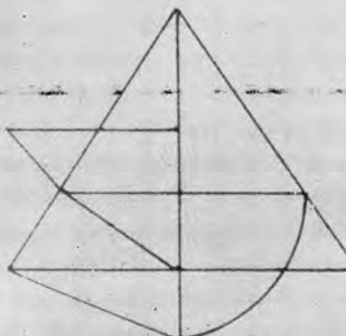
مجلة تاريخ العلوم العربية

Institute for the History of Arabic Science

University of Aleppo

Aleppo - Syria

مجلة تاريخ العلوم العربية





معهد التراث العلمي العربي

جامعة حلب ـ سورية

مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر مجــلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العــــربي مرتين كل عام (في فصــلي الربيــــع والخريف) • يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقــــال الى : **معهد التراث العلمي العربي ــ جامعة حلب .**

توجه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمــــور الادارية الى العنوان نفسه • يرسل المبلغ المطلوب من خارج سورية بالــدولارات الاميركية بموجب شيــكات باســم **الجمعية السورية لتاريخ العلوم**

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول أو الثاني (١٩٧٧ ، ١٩٧٨)

بالبريد العادي المسجل :	٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل :	٤٢ ليرة سورية أو ١٠ دولارات أميركية

المجلد الثالث (١٩٧٩)

بالبريد العادي المسجل : كافة البلدان	١٠ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل : البلاد العربية والاوروبية	١٢ دولاراً أميركياً
آسيا وأفريقيا	١٥ دولاراً أميركياً
الولايات المتحدة ، كندا واستراليا	١٧ دولاراً أميركياً

مطبعة جامعة حلب

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الثالث | العدد الثاني | تشرين الثاني ١٩٧٩

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

مقالة قصيرة واعلانات :

مراجعات الكتب



لغة رياضية مجردة تحل فيها النقط والدوائر المسطحة محل الكواكب والأفلاك المجسمة . ولكن بطلميوس في كتاب « الاقتصاص » الذي دونه بعد كتاب « المجسطي » قام بمحاولة لوصف ترتيب الأجسام الكرية التي تلزم عنها الحركات المثبتة في « المجسطي » . ولم يكن بطلميوس موفقاً كل التوفيق في هذه المحاولة ، فتعرض كتاب « الاقتصاص » لكثير من النقد في العالم الإسلامي ، كما نرى مثلاً في كتاب « الشكوك على بطلميوس » لابن الهيثم وفي مصنفات غيره من الفلكيين مثل نصير الدين الطوسي في القرن الثالث عشر الميلادي وابن الشاطر في القرن التالي . وابن الهيثم في كتاب « الشكوك على بطلميوس » يشير أكثر من مرة إلى حركة « الالتفاف » ، ولكنه في مقالة « حركة الالتفاف » المفقودة وصف هيئة مجسمة تفي في رأيه بهذه الحركة . وينبئنا نصير الدين الطوسي الذي اطلع على هذه المقالة أن ابن الهيثم زاد في كل تدوير للكواكب المتحيرة الخمسة كرتين وزاد في تدوير كل من الزهرة وعطارد كرتين أخريين ، بحيث ينتج عن حركات هذه الكرات ما وضعه بطلميوس في « المجسطي » لتفسير اختلافات عروض الكواكب .

ويقول ابن الهيثم في مقالة « حل شكوك حركة الالتفاف » التي ننشرها في هذا العدد إن « الذي يسميه أصحاب التعاليم حركة الالتفاف هو حركة فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة ، وهذه الحركة تتركب من عدة حركات ويحدث منها خط ملتف على كرة فلك التدوير . . . وهذه الحركة يحتاج إليها أصحاب التعاليم حاجة شديدة لأن منها يتحصل حركات الكواكب في العرض . » وهنا يشير ابن الهيثم خاصة إلى فرضين لبطلميوس : أولهما أن طرف قطر فلك التدوير المار بالذروة والحضيض في جميع الكواكب المتحيرة يدور على محيط دائرة صغيرة قائمة على سطح الفلك المائل بحيث ينتج عن ذلك اختلاف « ميل » سطح دائرة التدوير على سطح الفلك المائل . والفرض الثاني أن القطر القائم على هذا القطر الأول ، ويسميه الإسلاميون « القطر الثاني » ، يدور هو الآخر على محيط دائرة صغيرة فيلزم عن دورانه اختلاف ما يسمى « بانحراف » دائرة التدوير . وهذا كله أدى بابن الهيثم إلى إضافة كرتين لحركة القطر الأول في جميع الكواكب المتحيرة وكرتين أخريين لحركة انحراف القطر الثاني في تدوير الزهرة وعطارد .

وابن الهيثم في هذا « الحل » للشكوك التي أثارها أحد معاصريه المجهول الاسم يعطينا فكرة عما ذهب إليه في المقال المفقود الذي نرى أنه كان ذا أثر في البحوث الفلكية اللاحقة

على ابن الهيثم ، ونخص بالذكر نصير الدين الطوسي وابن الشاطر . وبالإضافة إلى ذلك فمقال « حل شكوك حركة الالتفاف » مثال على النقاش العلمي في عصر ابن الهيثم . ومن ثم يجدر بنا العناية بتفهمة ودرسه ونرجو أن نكون مهدنا لذلك بتحقيقه ونشره .

الرموز المستخدمة في جهاز التحقيق

ب : مخطوط مكتبة برلين الشرقية رقم ٢٩٧٠ .

ع : مخطوط عاطف رقم ١٧١٤ (إستانبول)

ن : مخطوط المتحف الأسيوي ، شرقي ب ١٠٣٠ (لينينغراد)

+ : زائد في

− : ناقص من

فا : فوق السطر في

ها : هامش

[ن ١ ظ ، ع ١٣٩ ظ]

بسم الله الرحمن الرحيم

قول[١] للحسن بن الحسن بن الهيثم في حل شكوك حركة الالتفاف

وقفت على شكوك مولاي الشيخ – أطال الله بقاءه[٢] – وتأملتها ، فتبين لي أولا من[٣] تضاعيف كلامه فيها أنه قد استعمل ثلثة[٤] معاني[٥] هي التي شككته وعدلت به عن إضاءة الحق إلى ظلمة التشكيك[٦] .

١ – مقالة : ع ، ب .
٢ – أطال الله بقاءه] – ع ، ب .
٣ – في : ع .
٤ – ثلاثة : ع ، ب .
٥ – معان : ع .
٦ – التشكك (؟) : ن = التسكك : ب .

فهذا أحد الشكوك وقد بطل .

وأما[11] قوله إن قطر فلك التدوير المقاطع للقطر الذي عليه البعد الأبعد والبعد الأقرب ينحرف كما ينحرف[12] القطر النظير له في حركتي الزُّهَرة وعُطارد فإنه مخالف لما فرضه بطلميوس . لأن بطلميوس [ن ٣ ظ] فرّق بين هذا القطر في الكواكب الثلثة[13] وبينه في الكوكبين الباقيين بقوله « فأما أقطار أفلاك التداوير القائمة[14] على زوايا قائمة على الأقطار التي تقدم ذكرها فإنها في الكواكب الثلثة[15] تبقى كما قلنا أبداً موازية لسطح[16] فلك البروج ». فبقوله « تبقى[17] أبداً » قد نفى[18] الحركة عن هذا القطر . فأما قوله « وإن انحرفت كان انحرافها لا قدر له يُعتدّ به » فإنه يريد أن فلك التدوير إذا تحرك على محيط الفلك الخارج المركز فلا بد أن يتغير وضع هذا القطر بالقياس إلى فلك البروج . فهذا هو الانحراف الذي اعتقد أنه لا يعتد به لا أن له حركة انحراف مثل حركة قطري الكوكبين الباقيين . وهذه اللفظة هي من ألفاظ بطلميوس التي أخذها مولاي الشيخ على ظاهرها — أعني قول بطلميوس « وإن انحرفت » — ظن بقوله « انحرفت » أنه[19] يريد حركة الانحراف ، وليس الأمر كذلك .

والذي يدل على أنه ليس لهذا القطر حركة انحراف هو أنه لو كان له حركة انحراف لكان بطلميوس قد ذكر [ن ٤ و] مبدأها وانتهاءها[20] كما ذكره في قطري الكوكبين الباقيين ، وليس في حركات هذه الكواكب الثلثة[1] ضرورة تدعو إلى أن يُعتقد أن لها[2] حركة انحراف . فتخيُّله[3] لانحراف هذا القطر وأنه على مثل قطري الكوكبين الباقيين هو فضل لا يُحتاج إليه . والذي قاده إلى هذا الاعتقاد هو أنه فرضه في سطح فلك البروج في وقت كون[4] فلك التدوير في العقدة فاعتقد من أجل ذلك[5] أنه انحرف . وهذا القطر قد

١١ – فاما : ع ، ب .
١٢ – كما ينحرف] –ع .
١٣ – الثلاثة : ع ، ب .
١٤ – القائم : ن .
١٥ – الثلاثة : ع ، ب .
١٦ – + لسطح : ع .
١٧ – يبقى : ع .
١٨ – بقي : ع .
١٩ – –ع ، ب .
٢٠ – مبدأها وانتهاءها] مبداها وانتهاءها : ن = مبدائها وانتهائها : ع .
١ – الثلاثة : ع ، ب
٢ – فيها : ع .
٣ – متخيلة : ع .
٤ – دون : ع ، ب .
٥ – من أجل ذلك] هان .

يمكن أن يحصل في سطح فلك البروج عند كون[6] فلك التدوير في العقدة من غير انحراف . [ع ١٤١ و] وذلك أن هذا القطر هو أبداً والقطر الذي يمر بالبعد الأبعد والبعد الأقرب في سطح واحد وهو سطح فلك التدوير ، فإذا صار سطح فلك التدوير في سطح فلك البروج — كما فرضه في كلامه — فقد صار هذا القطر في سطح فلك البروج من غير انحراف . وهو ممكن أن يصير سطح فلك التدوير في سطح فلك البروج بحركة[7] فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة. وإنما قال بطلميوس في هذا القطر « يبقى كما قلنا أبداً موازيا لسطح [ن ٤ ظ] فلك البروج » حتى إذا صار موكز فلك التدوير على العقدة صار هذا القطر في سطح فلك البروج من غير أن يتحرك حركة انحراف . فليس لهذا القطر في الكواكب الثلثة[8] انحراف ، ولا في حركات هذه الكواكب أمارة توجب انحراف هذا القطر .

ثم قال من بعد هذا الكلام[9] « والذي يحصل في نفسي من كلام بطلميوس أن سطح فلك التدوير لا يمكن أن يكون وقتاً من الأوقات في شيء من الكواكب الخمسة في سطح الفلك الخارج المركز ، لأن كل سطح فلك تدوير يَفْنى ميلُه عند نهاية[10] انحرافه ويفنى انحرافه عند نهاية ميله ويجتمع فيه الانحراف والميل في مسيره بين المواضع التي يعرض ذانك فيهـــا . »

وهذا قول منتقَض في نفسه[11] ، لأنه قال « والذي[12] يحصل في نفسي من كلام بطلميوس » ، ثم قال « لأن كل سطح فلك تدوير[13] يفنى ميله عند نهاية انحرافه ويفنى انحرافه عند نهاية ميله » ، ولم يقل بطلميوس هذا القول في جميع أفلاك التداوير ، وإذا لم يكن بطلميوس قال هذا القول في جميع أفلاك التداوير فما فَهِم هذا [ن ٥ و] المعنى من كلام بطلميوس وإنما هو[14] استشعار استشعره ثم لم يشك في صحته ، وهذا هو مـــن الاستشعارات التي قَدّمتُ ذكرها وضمِنت أني أبينها[15] .

فهذا الشك أيضاً قد بطل ، لأن العلة التي قادته إلى هذا الشك قد بطلت ، وهي اعتقاده

٦ – دون : ع ، ب .
٧ – + بحركه : ع ، ب .
٨ – الثلاثة : ع ، ب .
٩ – + قال : ع .
١٠ – نهايتهاية : ع .
١١ – وهذا ... نفسه] وهذا مسقص من نفسه : ع ، ب .
١٢ – كذا في ن ، ع .
١٣ – التدوير : ع .
١٤ – – ع .
١٥ – أني أبينها] ان ابننها : ع = ان اسها : ب .

بالأرض وليس يمكن ذلك في حركة فلك[2] التدوير ، وذلك أن حركات الأفلاك الخارجة المراكز التي تتحرك[3] حركة الطول في الكواكب الثلاثة[4] ميلُها أبداً في جهة[5] واحدة ، وليس تنتقل سطوحها فتميل تارة إلى الشمال وتارة إلى الجنوب ، وهذه الكواكب فقط هي التي يصح فيها[6] القرض[7] الذي فرضه بطلميوس. وسطح فلك التدوير قد فرضه بطلميوس يميل قبل[8] القرب الأقرب من سطحه تارة إلى جهة الشمال عن سطح الفلك الخارج المركز وتارة إلى الجنوب ، وكذلك ما يلي البعد الأبعد من سطحه . وأيضا فإن منشورات الطول ندور[9] حول مركز العالم فليس يبعد بعدها الأبعد عن مركز العالم ولا يقرب منه[10] ، وليس كذلك [ع ١٤٢ ظ] فلك التدوير ، لأن فلك التدوير إذا دار على محور قائم على سطح الفلك الخارج [ن ٧ و] المركز قرْب بعده الأبعد من مركز العالم . وإذا[11] فرض لفلك التدوير منشور على الصفة التي ذكرناها[12] ، وكانت قاعدتا الأعظم فيهما[13] المحرك للأصغر موازيتين[14] لسطح الفلك الخارج المركز ، وكان المنشور الأصغر محصوراً في داخل المنشور الأعظم ، وكان الأصغر مائلاً . فإن المنشور الأصغر إذا دار على محور الدائرة المائلة كان[15] وضع الدائرة المائلة أبداً وضعاً واحداً وميلها ميلاً واحداً وفي جهة واحدة ، أعني أنه يكون ما يلي البعد الأبعد من الدائرة المائلة مائلاً أبداً إلى جهة واحدة من جهتي سطح الفلك الخارج المركز وما يلي البعد الأقرب منهما[16] مائلاً[17] إلى جهة واحدة وهي الجهة المقابلة لجهة البعد الأبعد ، فلا يصير البعد الأقرب من سطح فلك التدوير بهذه الحركة تارة في جهة الشمال عن سطح الفلك الخارج وتارة في جهة الجنوب عنه ، وكذلك البعد الأبعد .

وأيضاً فإنه إذا دار المنشور الأعظم حول محوره القائم على قاعدتيه الموازيتين لسطح

٢ – – ع .
٣ – محرك : ن = يتحرك : ع .
٤ – الثلاثة : ع ، ب .
٥ – حصة : ع ، ب .
٦ – منها : ع ، ب .
٧ – العرص : ن = الفرض : ع = العرض : ب .
٨ – يميل قبل] عمل : ن = قبل : ع ، ب .
٩ – يدور : ع .
١٠ – عنه : ع .
١١ – فاذا : ع ، ب .
١٢ – ذكرناها : ن = ذكر : ع ، ب .
١٣ – منها : ع ، ب .
١٤ – مواز : ع ، ب .
١٥ – فان : ع ، ب .
١٦ – منها : ع ، ب .
١٧ – – ع ، ب .

[ن ٧ ظ] الفلك الخارج المركز فإنه يدور معه المنشور الأصغر ، لأن قاعدتي المنشور الأصغر ليستا موازيتين لقاعدتي المنشور الأعظم ، فتتحرك كل نقطة[١٨] من المنشور الأصغر على محيط دائرة موازية لقاعدتي المنشور الأعظم ، فيتحرك البعد الأبعد من فلك التدوير والبعد الأقرب منه على دائرتين موازيتين لسطح الفلك الخارج المركز ، ويكون أحدهما أبداً في جهة الشمال عن سطح الفلك الخارج المركز والأخرى في جهة الجنوب عنه ، فيكون ميل البعد الأقرب من فلك التدوير بهذه[١٩] الحركة أيضاً أبداً في جهة واحدة عن سطح الفلك الخارج المركز ، وكذلك البعد الأبعد . فيكون ميل البعد الأقرب من فلك التدوير بالحركتين جميعاً أبداً في جهة واحدة عن سطح الفلك الخارج المركز ، وكذلك البعد الأبعد يكون ميله [ع ١٤٣ و] أبداً بالحركتين جميعاً في جهة واحدة عن سطح الفلك الخارج المركز ، فلا يصير البعد الأقرب من فلك التدوير تارة مائلاً إلى جهة الشمال عن سطح الفلك الخارج المركز [ن ٨ و] وتارة إلى جهة الجنوب عنه ، وكذلك البعد الأبعد . وهذا خلاف ما فرضه بطلميوس لحركة فلك التدوير .

وأيضاً فإنه إذا[٢٠] تحرك المنشور الأعظم حول محوره وحرك معه المنشور الأصغر وتحرك البعد الأبعد والبعد الأقرب من فلك التدوير على دائرتين موازيتين لسطح الفلك الخارج المركز فإنه يصير البعد الأبعد لفلك التدوير تارة هو البعد الأقرب وتارة هو البعد الأوسط ، وكذلك البعد الأقرب يصير تارة هو البعد الأبعد وتارة هو البعد الأوسط — وهذا محال فاحش . ومع ذلك فإن طرف القطر الذي هو البعد الأقرب يكون متحركاً على دائرة كبيرة موازية لسطح الفلك الخارج المركز ، لا على دائرة صغيرة قائمة على سطح الفلك الخارج المركز ، وليس يتحرك قطر فلك التدوير حول دائرة صغيرة قائمة على سطح الفلك الخارج المركز[١] ويتحرك معه سطح فلك التدوير إلا بحركة جسم يدور على محور الدائرة الصغيرة الذي هو في سطح الفلك الخارج المركز .

فإن فرض المنشور الأعظم يتحرك على محور [ن ٨ ظ] الدائرة الصغيرة الذي هو في سطح الفلك الخارج المركز لزم منه أن تخرج[٢] قاعدتاه عن موازاة سطح الفلك الخارج

١٨ – فتتحرك كل نقطة] فيتحرك كل قطعة : ع .
١٩ – فهذه : ع ، ب .
٢٠ – – ع .
١ – + وليس : ع .
٢ – لزم منه أن تخرج] ولزم ان يخرج : ع ، ب .

فلك البروج ، وهي الأقطار التي عليها يوجد البعد الأبعد والبعد الأقرب الذي يُرى من كل واحد منها[٧] » . ثم قال من بعد ذلك « فلم يفرض بطلميوس الحركة إلا لأطراف الأقطار التي تحاذي[٨] مركز فلك البروج ، وقوله — يعني بطلميوس — إن هذه الأقطار تدور[٩] معها سطوح أفلاك التداوير يدل على أن هذا القطر بعينه يتحرك على الدائرة الصغيرة ، وهو أبداً لازم لمحاذاة مركز فلك البروج من غير تبديل ولا مغادرة[١٠] » .

وهذا الكلام كله يدل على أنه — حرسه الله — لم يتأمل كلام بطلميوس ولا لاحظ غرضه في قوله « ونضع ميول أفلاك تداويرها[١١] بحسب أقطارها المحاذية لمركز فلك البروج وهي الأقطار التي عليها يوجد البعد الأبعد والبعد الأقرب[١٢] الذي يُرى من كل واحد منها[١٣] » .

وهذا [ع ١٤٤ ظ] الكلام ، أعني كلام بطلميوس ، هو من الكلام الذي أخذه مولاي الشيخ على ظاهره ولم يتأمله ولم يتأول فيه ، فاعتقد أن القطر المائل يكون أبداً محاذياً لمركز فلك البروج . والدليل على ذلك قوله « يدل على أن هذا القطر يتحرك على الدائرة[١٤] وهو أبداً لازم لمحاذاة مركز فلك البروج من غير تبديل ولا مغادرة[١٥] » . وهذا الاعتقاد هو من استشعاراته التي قدّمتُ ذكرها ، [ن ١١ و] أعني أنه لا بشك فيها ويريد أن يكون الجواب موافقاً لها ، لأن قوله « وهو[١٦] أبداً لازم لمحاذاة مركز البروج من غير تبديل ولا مغادرة[١٧] » يدل على أنه قد تيقن هذا الاعتقاد وتحققه ولا يشك فيه . وهذا الاعتقاد هو في نهاية الفساد والاستحالة ، وأنا أبين ذلك بالبرهان الذي لا شك[١٨] فيه — وهو أن كل خط يتحرك حركة مستديرة متصلة ونقطة منه ثابتة فليس يكون[١٩] محاذياً في جميع زمان حركته لنقطة ثابتة غير النقطة التي هي منه . وهذه قضية كلية وأنا أبينها[٢٠] في قطر فلك التدوير :

٧ — منهما : ن .
٨ — التي تحادي] الذي يحاذي : ع ، ب .
٩ — يعود : ن ، ب = تعود : ع .
١٠ — معاقبه : ع ، ب .
١١ — تداويره : ع ، ب .
١٢ — البعد الأبعد والبعد الأقرب] البعد الاقرب والبعد الابعد : ع ، ب .
١٣ — منهما : ن .
١٤ — الدوائر : ع .
١٥ — معاقبة : ع ، ب .
١٦ — هو : ن .
١٧ — معاقبة : ع .
١٨ — يشك : ع ، ب .
١٩ — يلزم : ع ، ب .
٢٠ — اسها : ن = اثبتها : ع .

فلنتوهم[1] قطر فلك التدوير الذي يدور حول الدائرة الصغيرة في وقت كونه خارجاً عن سطح فلك البروج قد امتد على استقامة ، فهو ينتهي إلى سطح فلك البروج ؛ لأن سطح الدائرة الصغيرة إذا انبسط فهو يقطع سطح فلك البروج في جميع أوضاع الدائرة الصغيرة[2] ، لأن سطح الدائرة الصغيرة هو أبداً قائم على سطح الفلك الخارج المركز ، والفلك الخارج المركز [ن ١١ ظ] مائل على سطح فلك البروج ، فالقطر[3] المتحرك حول الدائرة الصغيرة إذا امتد على استقامة فهو[4] ينتهي إلى سطح فلك البروج ويقطعه ويتجاوزه ، فإذا انتهى هذا القطر إلى سطح فلك البروج وقطعة وتجاوزه ثم تحرك حول الدائرة الصغيرة حدث من حركته مخروطٌ رأسُه مركز فلك التدوير ، وسطح فلك البروج يقطع هذا المخروط على تصاريف الأحوال إذا امتد المخروط في جهة سطح فلك البروج لأن قطر فلك[5] التدوير المتحرك حول الدائرة الصغيرة ليس يكون موازياً لسطح فلك البروج لأنه يقطع أبداً سطح الدائرة الصغيرة القاطع أبداً لسطح فلك البروج فهو أبداً يقطع سطح فلك البروج إلا في وقت كون[6] فلك التدوير في العقدة ، فيكون الفصل المشترك بين سطح فلك البروج وبين سطح هذا المخروط قطعاً من قطوع المخروط ويكون مركز فلك البروج إما في داخل هذا المخروط وإما [ع ١٤٥ و] خارجاً عنه وإما على محيطه لأن مركز الدائرة الصغيرة إن [ن ١٢ و] كان على الخط الواصل بين مركز فلك البروج وبين مركز فلك التدوير فمركز فلك البروج ليس يكون إلا في[7] داخل القطع ، وإن[8] كان مركز الدائرة الصغيرة خارجاً عن هذا الخط أمكن أن يكون مركز فلك البروج في وقت من الأوقات على محيط القطع[9] وأمكن أن يكون في وقت من الأوقات خارجاً عن محيط القطع ، فقطر[10] فلك التدوير إذا تحرك فليس يحاذي إلا محيط القطع الذي يحدث في سطح[11] فلك البروج ويكون في كل آن[12] محاذياً لنقطة منه ، فالقطر المتحرك إما أن لا يحاذي مركز فلك البروج في وقت من الأوقات

١ – فلنتوهم : ن = فليتوهم : ع .
٢ – الصغرى : ن .
٣ – – ع ؛ ب .
٤ – فهي : ع .
٥ – – ع .
٦ – [إلا في وقت كون] الاقرب دون : ن .
٧ – – ع ؛ ب .
٨ – او ان : ع .
٩ – القطر : ن
١٠ – قطر : ع .
١١ – – ع .
١٢ – آ ن : ن .

هو الذي طرفاه البعد الأبعد والبعد الأقرب المحقَّقَين . ثم إذا تحرك فلك التدوير حول محيط الفلك الخارج المركز الحامل [ع ١٤٦ و] تحرك[١٤] قطر الفلك الحامل الذي عليه مركز الدائرة الصغيرة معه ، وتحركت[١٥] الدائرة الصغيرة معه ، وكان القطر المتحرك أبداً على محيط الدائرة الصغيرة . ومع ذلك فإنه يُتخيل أبداً خط خارج من مركز العالم إلى مركز فلك التدوير وينتهي إلى السطح الأعلى من كرة[١٦] فلك التدوير في كل وضع من أوضاع فلك التدوير ، فيحدث من ذلك الخط قطر[١٧] لفلك التدوير محاذياً[١٨] لمركز فلك البروج يكون ميلُ القطر المتحرك مقيساً إليه ، فالميل المحسوس المقيس بالأرصاد هو ميل القطر المتحرك عن القطر المحاذي لمركز فلك البروج . وعلة هذا الميل [ن ١٤ ظ] هو حركة القطر المحاذي[١٩] لمركز معدِّل المسير الذي عليه أبداً البعد الأبعد والبعد الأقرب المحقَّقَين حول الدائرة الصغيرة التي مركزها على قطر الفلك الخارج المركز الحامل . وليس يمكن أن تكون حركة القطر المتحرك إلا حول دائرة واحدة صغيرة بعينها لتكون الحركة بسيطة ومتصلة[٢٠] . وليس يمكن أن يكون مركز الدائرة الصغيرة إلا على قطر[١] الفلك الحامل حتى إذا تحرك الفلك الحامل وحرك فلك التدوير تحركت الدائرة الصغيرة . فأما الخطوط التي تخرج من مركز العالم إلى مركز فلك التدوير التي إليها تقاس الميول المحسوسة فإنها تتبدل . فلو كان مركز الدائرة الصغيرة على القطر الذي يخرج من مركز العالم لَلَزِم[٢] أن تتبدل الدائرة الصغيرة أو تكونَ حركة فلك التدوير حول مركز العالم — وهذان المعنيان محالان . فالترتيب الذي رتبته[٣] للدائرة الصغيرة وللقطر المتحرك حولها هو الترتيب الصحيح[٤] الذي لا يجوز ولا يصح[٥] غيره وهو[٦] المعنى الذي [ن ١٥ و] أشار إليه بطلميوس . وقد صح وتحرر[٧] وبطل معه الشك الذي تخيله واستشعره وزل عن الطريق المستقيم من[٨] تخيله .

١٤ – يحرك : ع .
١٥ – ويحرك : ع .
١٦ – من كرة] مركزه : ع ، ب .
١٧ – قطرا : ع ، ب .
١٨ – كذا في ن ، ع ، ب .
١٩ – الموازي : ع .
٢٠ – متصلة : ع .
١ – هان .
٢ – لزم : ع ، ب .
٣ – رتبه : ع .
٤ – – ن .
٥ – لا يجوز ولا يصح] لا يصح ولا يجوز : ع ، ب .
٦ – وهذا : ع ، ب .
٧ – وتحرر : ن = ويجوز : ع = ونحور : ب .
٨ – في : ع ، ب .

ثم قال من[9] بعد ذلك « فهذه الشكوك هي[10] التي نحتاج[11] إلى حلها ونحقق[12] الأصول التي لا يشك فيها » . والجواب عن هذا القول هو أن الشكوك قد انحلت وتحققت الأصول ولم يبق فيها شيء من الشكوك .

ثم قال من بعد هذا القول « ثم إني أقول من بعد هذا كله إني لم أفهم من هذه المقالة ولا من كتاب الاقتصاص[13] غير حركات كرات[14] يحيط بعضها ببعض ، وتُحرِّك الخارجة الداخلة إذا اختلف المحوران ، ثم تتحرك الداخلة بحركة تخصها . [ع ١٤٦ ظ] فإن كانت هذه الحركة هي حركة الالتفاف فهي التي فرضها بطلميوس في الأجسام التي وضعها في كتاب الاقتصاص . فلِمَ قال إن أرسطوطاليس[15] قال بحركة الالتفاف ، ولمْ يعترف[16] أنه هو أيضاً نفسه قد قال بها . »

فالجواب عن هذا القول : أما قوله « لم أفهم من هذه المقالة ولا من كتاب الاقتصاص [ن ١٥ ظ] غير حركات أكر يحيط[17] بعضها ببعض » فالجواب عنه أن الذي فَهِم من حركات الكرات المحيط[18] بعضها ببعض هو حركة الالتفاف . وإنما اعتقد أن هناك شيئاً[19] آخر هو حركة الالتفاف لأنه قدّر في نفسه أن حركة الالتفاف هو معنى غامض خفي وفي نهاية العُسر — وليس الأمر كذلك . والعلة في هذا الاعتقاد هو اعتذار بطلميوس من هذه الحركة . وليس إذا اعتذر بطلميوس من هذه الحركة[20] وجب أن تكون في غاية العسر والخفاء وإنما اعتذر منها لأنها أعسر من جميع الحركات التي تقدم ذكرها في المجسطي[1] . وأما[2] قوله « من هذه المقالة ومن كتاب الاقتصاص » فإن جوابه أن الذي

٩ — — ع .
١٠ — — ع .
١١ — نحتاج : ن = نحتاج : ع .
١٢ — ونحقق : ن = ونحقق : ع .
١٣ — + من : ع .
١٤ — — ع .
١٥ — ارسطو : ع ، ب .
١٦ — يعرف (؟) . ن = يعرف : ع .
١٧ — حركات أكر يحيط] حركات محيط : ن .
١٨ — المحيطه : ع ، ب .
١٩ — شيء : ع ، ب .
٢٠ — وليس إذا ... هذه الحركة] — ع ، ب .
١ — وإنما اعتذر ... في المجسطي] — ع ، ب .
٢ — فاما فاما : ع = فاما : ب .

فَهِم من هذه المقالة ليس هو الذي فَهِم من كتاب الاقتصاص لأن بطلميوس لم يشرح هذه الحركة في كتاب الاقتصاص ولا تأتى[3] لترتيبها . فلو كان مولاي الشيخ فهمها من كتاب الاقتصاص لما كان يحتاج أن يسئلني[4] عنها . فإن كان فَهِم حركات الكرات المحيط[5] بعضها ببعض فما فهمها إلا من مقالتي التي عنده . وليس يصح أن تكون حركة [ن ١٦ و] الالتفاف التي أشار إليها بطلميوس التي يكون منها حركات العرض للكواكب الخمسة إلا على الهيئة التي بينتها والتفصيل الذي فصّلته ، وهي هيئة[6] لا يعرض فيها شيء من المحالات ولا يلزمها شيء من الشناعات ، ويتولد منها[7] للكوكب[8] حركة يَحدث بها من حركة مركزه خط متخيل كأنه ملتف على جسم الكرة الصغرى المحركة لجرم الكوكب . ولالتفاف هذا الخط على جسم فلك التدوير سُميت هذه الحركة حركة الالتفاف لا لعلّة أخرى .

فأما قوله « فلِمَ قال إن أرسطاطاليس[9] قال بحركة الالتفاف » فالجواب عنه أنه يريد أن أرسطاطاليس[10] قال بهذه الحركة ، يعني أنه استعمل هذا النوع من الحركات ، ولم يُرد أنه استعمل نفس الحركة التي أشار إليها بطلميوس التي هي حركة فلك التدوير . وذلك أن الحركة التي يقال إن أرسطاطاليس[11] استعملها وقال[12] بها التي قيل إنها حركة الالتفاف هي[13] التي تتركب[14] من جميع حركات الكواكب مثل حركة الشمس التي هي [ن ١٦ ظ] مركبة من حركتها[15] من المشرق إلى المغرب على ما يراه ارسطاطاليس[16] ومن[17] حركتها من الشمال إلى الجنوب ، وهذه [ع ١٤٧ و] الحركة هي التي تتركب[18] عند أصحاب التعاليم من حركة الشمس من المغرب إلى المشرق على قطبي فلكها ومن تحرك الكل

٣ – تاتا : ن = ياتى : ع .
٤ – أن يسئلني] الى ان سئالنى : ع .
٥ – المحيطه : ع ، ب .
٦ – هذه : ن = – ع .
٧ – (فيها ؟) : ن .
٨ – للكواكب : ع .
٩ – ارسطاطيس : ن = ارسطو : ع ، ب .
١٠ – ارسطو : ع ، ب .
١١ – ارسطاليس : ن = ارسطوطالس : ع .
١٢ – وبلك : ع ، ب .
١٣ – + الحركة : ع ، ب .
١٤ – تركب : ع .
١٥ – من حركتها] فان .
١٦ – ارسطاليس : ن = ارسطو : ع ، ب .
١٧ – من : ع .
١٨ – تركب : ع .

لها[19] من المشرق إلى المغرب . وبكلي[20] الوجهين يحدث لمركز الشمس حركة على خط لولبي ملتف على فلكها أحد طرفيه عند نقطة الانقلاب الصيفي والآخر عند نقطة الانقلاب الشتوي ، وهو ملتف على[1] فلك الشمس ، وهو شبيه بالخط الذي يحدث من حركات كرات فلك التدوير التي رتبت لحركة الالتفاف . فحركة الالتفاف التي يقال إن أرسطاطاليس[2] استعملها هي الحركة التي تتركب[3] من جميع حركات الكواكب .

وذكر مولاي الشيخ في رُقعته أنه أحضر كلام أرسطاطاليس[4] ففهم منه حركة الالتفاف على خلاف ما فهم من المقالة ، ويشبه[5] أن يكون فهم من كلام أرسطاطاليس[6] هذه الحركة التي ذكرتها[7] الآن . وهذه الحركة لا يذكرها[8] أصحاب التعاليم ولا يستعملونها لأنهم لا يحتاجون إليها . والذي يسميه أصحاب التعاليم حركة [ن ١٧ و] الالتفاف هو حركة فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة ، وهذه الحركة تتركب[9] من عدة حركات ويحدث منها خط ملتف على كرة فلك التدوير ، وإلى هذه الحركة أشار بطلميوس في كتاب الاقتصاص ، وهذه الحركة يحتاج إليها أصحاب التعاليم حاجة شديدة لأن منها يتحصل حركات الكواكب في العرض .

فإنما[10] فَهِمه مولاي الشيخ من كلام أرسطاطاليس[11] غيرُ ما فَهِمه من المقالة ، لأن حركة الالتفاف التي أشار إليها أرسطاطاليس[12] هي غير حركة الالتفاف التي أشار إليها بطلميوس ، وهما يشتركان في الاسم لأنهما من نوع واحد ، وإنما استشهد[13] بطلميوس بقول أرسطاطاليس[14] في حركة[15] الالتفاف لأن الحركتين من نوع واحد .

١٩ – بها : ع ، ب .
٢٠ – وبكلا : ع ، ب ، = مكلى : هاع ، هاب .
١ – على فلكها ... وهو ملتف على] – ع .
٢ – ارسطاليس : ن = ارسطو : ع ، ب .
٣ – تركب : ع .
٤ – ارسطو : ع ، ب .
٥ – ونته (؟) : ع .
٦ – ارسطو . ع ، ب .
٧ – ذكر بها : ع .
٨ – يدركها : ع .
٩ – تركب : ع .
١٠ – وانما : ع ، ب
١١ – ارسطو : ع ، ب .
١٢ – ارسطالس : ن = ارسطو : ع ، ب .
١٣ – وإنما استشهد] واستشهد : ع .
١٤ – ارسطاليس : ن = ارسطو : ع ، ب .
١٥ – — ن .

فإن كان مولاي الشيخ يسئل[١٦] عن حركة الالتفاف التي يشير إليها أصحاب التعاليم فهي التي ذكرتها في المقالة التي عنده . وإن كان يسئل[١٧] عن حركة الالتفاف التي يشير إليها أرسطاطاليس[١٨] فهي التي فهمها على ما ذكر[١٩] من كلام أرسطاطاليس[٢٠] . وإن كان يريد أن [ن ١٧ ظ] تكون هذه هي تلك فهذا مطلوب مستحيل لأن هذه ليست تلك وإنما هي[١] تشبهها فقط . والدليل على ذلك أن أصحاب التعاليم لا يستعملون تلك ولا يذكرونها ، أعني التي أشار إليها أرسطاطاليس[٢] ، لأنهم لا يحتاجون إليها ، وأرسطاطاليس[٣] لا يستعمل حركة فلك التدوير ولا يخصها بقول . وأيضاً فإن التي يشير إليها أرسطاطاليس[٤] هي حركة تحدث بالعرَض على تصاريف الأحوال وعلى أي صفة كانت حركات الكوكب[٥] [ع ١٤٧ ظ] من غير أن يُتكلف لها أجسام ولا تُرتَّب لها حركات معينة ، لأن كل جسم يتحرك حركات مختلفة مستديرة فلا بد أن تحدث من حركاته حركة مركبة تكون[٦] ملتفة ، والذي أشار إليه بطلميوس هي حركة تكلف لها أجسام[٧] معينة وفرض لها حركات معينة . فهذا الذي شرحته كاف في مائية حركة الالتفاف .

ثم قال من بعد ذلك « فإن كان هاهنا شيء آخر لم أفهم هو حركة الالتفاف تفضّل به وبيّنه ، فعن حركة الالتفاف سألتُ التي بها يتحرك كل واحدة من كرات الكواكب الحركةَ الأولى ، إذ[٨] [ن ١٨ و] كانت الكرات التي بين كرة كل كوكب وبين الكرة التي منها[٩] الحركة الأولى مختلفة في وضعها وحركتها وهي التي يلزمها الإفراط في كثْرة[١٠] العدد وتأخذ فضاءً[١١] كثيراً[١٢] وتندفع[١٣] معاً إلى ناحية واحدة وهي الحركات التي يقول

١٦ – يسأل : ع .
١٧ – يسأل : ع .
١٨ – ارسطالس ن = ارسطو : ع ، ب .
١٩ – ذكره : ع ، ب .
٢٠ – ارسطالس : ن = ارسطو : ع ، ب .
١ – – ع ، ب .
٢ – ارسطالس : ن = ارسطو : ع ، ب .
٣ – وارسطالس : ن = وارسطو : ع ، ب .
٤ – ارسطالس : ن = ارسطو : ع ، ب .
٥ – الكواكب : ع .
٦ – ويكون : ع ، ب .
٧ – كذا في ن ، ع ، ب .
٨ – وإذا : ع .
٩ – فيها (؟) : ن .
١٠ – كره : ع .
١١ – فضآ : ن = فضاء : ع .
١٢ – كثيرة : ع .
١٣ – وتندفع : ن = ويندفع : ع .

بطلميوس إن أرسطاطاليس[١٤] استعملها وإنها شبيهة بالالتفاف » . والجواب عنه أن هذه الحركة التي يسئل[١٥] عنها هي الحركة التي بينتها في المقالة التي عنده إذا فرضت الحركات التي في تلك الأكر في أكر مختلفة المراكز فيلزم أن تتدافع[١٦] وتحتاج إلى فضاء كثير[١٧] .

وفرْضُ أكر مختلفة المراكز تتدافع ممكن ومتيسر وعلى وجوه كثيرة ولا يتعذر[١٨] فرضها بكل وجه إذا كانت مختلفة المراكز وتتدافع وتأخذ فضاءً كثيراً ، إلا أنه مخالف للأصول التي قُرِّرت عليها حركات السماء . وإنما الصعب أن تفرض هذه الحركة في أكر لا تتدافع ولا تتراجع[١٩] ولا تحتاج إلى مكان أوسع من مكانها . والذي لا يختلف فيه أصحاب التعاليم هو أن كل حركة في السماء إذا كان ممكناً أن تكون على [ن ١٨ ظ] هيئة لا يلزم منها[٢٠] محال ولا شناعة ، وكان ممكناً أن تكون على هيئة أخرى يلزم منها محال وشناعة ، فالهيئة الأخرى باطلة . وقد تقررت هيئة هذه الحركة في المقالة التي عنده بوجه لا شناعة فيه ولا استحالة ، فهذه الهيئة الأخرى التي يسئل[١] عنها الآن هي هيئة باطلة . ومع ذلك فإن هذه الهيئة لا يحتاج إليها لان بطلميوس قد طعن عليها وبين أنه لا يحتاج إليها وذلك في نُصرته للمنشورات . وقد ذكر مولاي الشيخ قوله في شكوكه قبيل[٢] ذكره للمنشور[٣] الأصغر ، وهو قوله إنها[٤] تجدي[٤أ] — يعني المنشورات[٥] — في الحركة التي تظهر مع أنها أقل عدداً من الأكر . ويلزم منه الاستحالات والشناعات بعينها في وضع أكر يلتف بعضها على بعض سوى ما يلزم من إفراطها في كثرة العدد ، وذلك أنها[٦] تأخذ من الأثير فضاءً كثيراً ، وليس يحتاج إليها في الحركات التي تظهر للكواكب لكن إنما تندفع معاً إلى ناحية واحدة .

فقد جعل بطلميوس حاجة هذه الأكر إلى فضاء كثير[٧] وتدافعَها طعناً عليها . وعلة

١٤ – ارسطالس : ن = ارسطو : ع ، ب .
١٥ – يسأل : ع .
١٦ – سدافع : ن = يتدافع : ع .
١٧ – كبر : ن = كثير : ع .
١٨ – يتذر : ع .
١٩ – ولا تتراجع] – ع ، ب .
٢٠ – فيها : ع .
١ – يسأل : ع ، ب .
٢ – قبل : ن = قبل : ع ، ب .
٣ – المنشورات : ع = المنشور : ب .
٤ – – ع .
٤أ – تجرى : ن = يجدى : ع = تحوى : ب .
٥ – المنشور : ع ، ب .
٦ – وذلك أنها] هان .
٧ – كبر : ن = كثير : ع .

هذا الطعن[٨] هو أنه تبين[٩] من كلام [ن ١٩ و] بطلميوس أن قوماً [ع ١٤٨ و] من أهل زمنه أنكروا عليه فرضه المنشورات فتكلم على المنشورات كلاماً طويلاً ينصر به المنشورات وطعن على الأكر بالقول الذي تقدم على طريق الإلزام لخصومه[١٠] ليفضل المنشورات على الأكر . وإذا كان بطلميوس قد طعن على هذه الهيئة ، وكانت هذه الهيئة[١١] مخالفة للأصول المقررة لحركات الكواكب وغير محتاج إليها في حركات الكواكب ، فقد تبين أنها باطلة . وإذا كان قد تقرر لحركة الالتفاف هيئة صحيحة لا يلزم فيها شيء من المحالات ، وهي الهيئة التي بينتها في المقالة التي عنده ، فإثبات هذه الهيئة الباطلة والسؤال عنها من الأغراض الفاسدة التي لا تؤدي إلى فائدة . ومع ذلك فقد بينا هيئة[١٢] هذه الحركة ، وهي أنها مثل الحركة التي بالأكر التي رتبناها في المقالة التي عنده إذا كانت مراكز الأكر مختلفة لا مركزاً واحداً .

فقد أتينا على[١٣] كشف جميع الشبهات التي ذكرها مولاي الشيخ وبينا فسادها وأوضحنا بطلانها [ن ١٩ ظ] واستحالتها ، ولم يبق هيئة صحيحة يتم بها حركة الالتفاف غير الهيئة التي قررناها في المقالة التي عنده ، وذلك ما أردنا أن نبين .

وقد تبين لي من تضاعيف كلام مولاي الشيخ أنه يصدّق قول بطلميوس في جميع ما يقوله من غير استناد إلى برهان ولا تعويل على حجة[١٤] بل تقليداً محضاً . وهذا[١٥] هو اعتقاد أصحاب الحديث في الأنبياء صلوات الله عليهم ، وليس هذا[١٦] اعتقاد أصحاب التعاليم في أصحاب العلوم البرهانية . ووجدته أيضاً[١٧] يصعب عليه تغليطي لبطلميوس[١٨] ويتمعض منه ، ويظهر من كلامه أن بطلميوس لا يجوز عليه الغلط . ولبطلميوس أغلاط[١٩] كثيرة في مواضع كثيرة من كتبه ، فمنها أن كلامه في المجسطي إذا حُقّق فيه النظر[٢٠] وُجد فيه أشياء كثيرة[١] متناقضة ، وذلك أنه قرر أصولاً للهيئات التي[٢] يذكرها ثم أتى

٨ – الظن : ع ، ب .
٩ – أنه تبين] ان يتبين : ع .
١٠ – – ع ، ب .
١١ – وكانت هذه الهيئة] – ع .
١٢ – فيها هذه : ع ، ب .
١٣ – أتينا على] اثبتنا : ع .
١٤ – صحة : ع ، ب .
١٥ – فهذا : ع ، ب .
١٦ – هو : ع ، ب .
١٧ – – ع .
١٨ – بطلميوس : ع ، ب .
١٩ – اغلاطا : ع ، ب .
٢٠ – فيه النظر] النظر فيه : ع = النصر فيه : ب .
١ – – ن .
٢ – – ع .

بهيئات للحركات مناقضة للأصول التي قررها ، وليست موضعاً واحداً بل مواضع كثيرة ، فإن أحبَّ أن أكشفها وأبينها فعلت[٣] . وقد كنت عزمت أن أعمل كتاباً في تحقيق الحق من علم الهيئة وأبين [ن ٢٠ و] فيه أولاً المواضع المتناقضة من كتاب المجسطي ثم أبين المواضع الصحيحة منه[٤] ثم أبين كيف تحقّق المواضع المتناقضة[٤أ] . وله أغلاط[٥] في كتاب المناظر ، فمنها غلط في البرهان في شكل من المرايا يدل على ضعف تصوره . فأما كتاب الاقتصاص فإن المعاني التي ذكرها في المقالة الثانية والهيئات التي قررها بالأكر والمنشورات إذا حُقق النظر [ع ١٤٨ ظ] فيها بطل أكثرها[٦] واضمحل .

وفي عاجل الحال قد بينت[٧] غلطه في هذا الجواب في المنشورين اللذين فرضهما لفلك التدوير ، وأوضحته بالبرهان الذي لا شك فيه ، وبينت أنه على أي وضع فُرض المنشوران[٧أ] عرض منهما المحال الذي لا عذر فيه . فإن كان مولاي الشيخ يمكنه أن يفرض للمنشورين اللذين ذكرهما لحركة فلك التدوير وضعاً يتم به حركة فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة من غير أن يخرج أحد المنشورين عن مكانه[٨] ، ومن غير أن ينقلب[٩] فلك التدوير ، فيقرره مولاي الشيخ ويبينه وينفذه إليّ . فإن الوضع [ن ٢٠ ظ] الذي قرره مولاي الشيخ لهذين المنشورين الذي اعتقد أنه لا يعرض فيه محال قد بطل واضمحل . ولعله إذا أنعم النظر في هذين المنشورين يلوح له وجه صحيح ، فإن أمكنه أن يقرر لهذين المنشورين وضعاً صحيحاً فإنه إذا أنفذه إلي ووقفت عليه شكرته عليه شكراً دائماً واعتذرت له به وأتوب من بعده أن أغلّط بطلميوس في شيء من أقاويله . وإن لم يمكنه أن يفرض للمنشورين وضعاً يتم به حركة فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة من غير أن يلزم منه محال فقد صح أن بطلميوس قد غلط ووجب على مولاي الشيخ أن يعترف[١٠] بغلط بطلميوس ووجب عليه أن يتوب من الامتعاض له ويتوب من تقليده ومن تصديقه في شيء من أقاويله التي لا يأتي معها ببرهان[١١] ولا حجة .

٣ – وأبينها فعلت] واثبتها فقلت : ع .
٤ – – ع ، ب .
٤أ – – ع ، ب.
٥ – اغلاطا : ع .
٦ – البرهان : ع ، ب .
٧ – ثبت : ع .
٧أ – المنشوران] المنشورات : ع ، ب .
٨ – كلامه : ع .
٩ – نعله : ن = يتقلب : ع .
١٠ – يعرف : ع .
١١ – برهان : ع ، ب .

وأنا أتوقع الجواب عن هذا الفصل الأخير لأبني[١٢] الأمر عليه ، فإن رأى مولاي الشيخ أن يختم[١٣] بهذا الجواب ويقدمه[١٤] ، وإن كان قد بقي في نفسه شيء من شكوك حركة الالتفاف ذكره لأكشف الشبهة فيه[١٥] إن شاء الله[١٦] .

والحمد لله وصلاته على سيدنا محمد وعلى آله وسلم[١٧] .

قوبل بالأصل وصح[١٨] .

١٢ – لا تمم : ع = لايمم : ب . ١٣ – غير واضحة في ن .
١٤ – غير واضحة في ن .
١٥ – فإن رأى ... الشبهة فيه] – ع ، ب .
١٦ – + تمت مقالة حل شكوك حركة الالتفاف : ع ، ب .
١٧ – والحمد لله ... وسلم] والحمد لله رب العالمين : ع = – ب .
١٨ – قوبل بالأصل وصح] كذا في ن .

ملحق

بعد الانتهاء من تحقيق مقالة ابن الهيثم على نسختي ليننغراد وإستانبول وتقديمها للمطبعة تمكنت من الحصول على ميكروفلم للمخطوط رقم ٢٩٧٠ (شرقي ، قطع الثمن) المحفوظ في المكتبة العامة ببرلين الشرقية الذي كان يُعتقد أنه ضاع في الحرب العالمية الثانية . وإني أتقدم بالشكر للمكتبة على تفضلها بتزويدي بهذا الميكروفلم .

والمخطوط المحفوظ في مكتبة برلين الشرقية يحتوي على عدة مقالات معظمها لابن الهيثم وبعضها بخط « قاضي زاده » (الرومي) ، العالم الرياضي الذي نشأ في تركيا وعَمِل في ما بعد في خدمة أولُغ بك الذي ولاه الإشراف على المدرسة الشهيرة التي أنشأها في سمرقند. وقد جاء في آخر « رسالة » منسوبة إلى « يحيى بن أحمد الكاشي » في مساحة بسيط الكرة وتكسير الشكل الشبيه بالمعين أنها بخط « قاضي زاده » وأنه وقع الفراغ من تنميقها « في العاشر من ربيع الآخر سنة سبع عشرة وثمانمائة وكان ذلك في سمرقند » (صفحة ٢١ ظ). وجاء أيضاً في آخر « رسالة ابن الهيثم المستقصاة في الأشكال الهلالية » أنه تم تحريرها « في

اليوم الثاني من شعبان سنة ٨٣٩ » ، دون النص على أن محررها هو قاضي زاده .

أما مقالة ابن الهيثم في « حل شكوك حركة الالتفاف » التي نجدها في هـذا المخطوط (ص ص ١١٨ و ــ ١٢٧ و) فلم ينص على اسم ناسخها أو تاريخ نسخها ، ولكن المرجح أنها ترجع إلى نفس الفترة التي نسخت فيها الرسالتان السابقتان . وعلى كل حال فقد تبين من مراجعة المقالة في هذا المخطوط على نسخة إستانبول (عـاطف ١٧١٤) أن هـذه الأخيرة منقولة عنها . لذلك رأينا لزاماً علينا أن نثبت القراءات المختلفة من مخطوط برلين (ورمزه ب) في جهاز التحقيق ، وما لم يمكن إدراجه بسهولة في هذا الجهاز نثبته في القائمة التالية . على أننا لم نجد في هذه القراءات المختلفة ما يدعونا إلى تغيير النص المحقق ، وذلك بسبب اعتمادنا أولاً على مخطوط لينن‌غراد وهو أفضل وأقدم من مخطوطي برلين وإستانبول .

قائمـة

بالقراءات المختلفة في مخطوط (ب) التي لم تدرج في جهاز التحقيق
(أرقام الصفحات والسطور تشير إلى هذه الطبعة)

ص ١٨٦ ، س ٧ : فان سألني] فاذا سالني : ب
ص ١٨٨ ، س ١٩ : انحرف] انحراف : ب
ص ١٨٩ ، س ١٠ : والذي] فالذى : ب .
ص ١٨٩ ، س ١٢ : ويفنى] + وبقى : ب .
ص ١٨٩ ، س ١٣ : مسيره] مسيرة = ب .
ص ١٨٩ ، س ١٨ : في جميع أفلاك التداوير] + واذا لم يكن بطلميوس قال هذا القول في جميع أفلاك التداوير : ب .
ص ١٨٩ ، س ٢١ : وهي اعتقاده] وبقى اعتقاده : ب .
ص ١٩١ ، س‌س ٤ ، ١١ : أكثر] اكبر : ب
ص ١٩١ ، س ٨ : سطح] سطحى : ب
ص ١٩٢ ، س ١٧ : الفلك الخارج] + المركز : ب
ص ١٩٣ ، س ٢٣ : الفلك] فلك : ب .
ص ١٩٤ ، س ١٨ : وتبين] وبيبى : ب .
ص ١٩٨ ، س ١٧ : الذي تبين] الذى قد بين : ب .
ص ١٩٨ ، سطر ١٧ : من حركة] فى حركه : ب .
ص ١٩٩ ، س ١٨ : الفلك الحامل] الحامل : ع = الفلك : ب .

ص ٢٠٠ ، س ٥ : وضع] موضع : ب .
ص ٢٠٠ ، س ١٣: تحركت] محركت : ب .
ص ٢٠١ ، س ٢ : والجواب] فالجواب : ب .
ص ٢٠١ ، س ٥: غير] من غير : ع ، ب .
ص ٢٠١ ، س ١٤ : وفي] في : ع ، ب .
ص ٢٠٢ ، س ٢ : فلو] ولو : ب .
ص ٢٠٢ ، س ١٥ : الكواكب] الكوكب : ب (قراءة أصح من ن ، ع) .
ص ٢٠٣ ، س ٥ : الكواكب] الكوكب : ع ، ب (قراءة أصح من ن) .
ص ٢٠٣ ، س ١٤ : فهمه مولاي] فهم مولاي : ع ، ب .
ص ٢٠٣ ، س ١٤ . فهمه من] فهم من : ع ، ب .
ص ٢٠٥ ، س ١ : والجواب] فالجواب : ب .
ص ٢٠٦ ، س ١ : أنه] ان : ب .
ص ٢٠٦ ، س ٣ : تقدم] يقوم : ب .
ص ٢٠٦ ، س ٦ : فيها [منها : ب .
ص ٢٠٧ ، س ٩ : المنشوران] المنشورات : ب .
ص ٢٠٨ ، س ٣ : إن شاء الله] انشآء الله : ب .

بسم الله الرحمن الرحيم

قول للحسن بن الحسن بن الهيثم في حركة الالتفاف

الصفحتان (١ ظ) ، (٢ و) من مخطوط لينغراد ، المتحف الأسيوي ، رقم شرقي ب ١٠٣٠

بسم الله الرحمن الرحيم مقالة الحسن

الحسن بن الهيثم في حل شكوك حركة الالتفاف

وقفت على شكوك مولاي الشيخ وتأملتها فتبين لي أولاً
في تضاعيف كلامه فيها أنه قد استعمل ثلاثة معانٍ هي التي شككته و
عدلت به عن إضاءة الحق إلى ظلمة التشكيك وأول هذه
المعاني أنه أخذ كلام بطلميوس على ظاهره من غير تأول وتأمل لمراده
وهذا غلط على بطلميوس لأنه لو أخذ جميع كلام بطلميوس
على ظاهره من غير تأول فيه ولأخذ شيء منه لبطل أكثر المجسطي
والدليل على صحة هذا القول أنه يستعمل في أكثر المعاني ذكرها في
المجسطي لا تتصادف فيه الشرح والتقريب دون التحقيق وما هذه
صفته من الكلام إذا أخذ على ظاهره كانت نتائجه غير ما قصده
الرجل والثاني من المعاني الثلاثة هو أنه إذا تخيل من معاني المشكل
في صحته ولم يجوز فيه الاختلاف فإذا سألني عنه فيريد أن يكون جوابه
مصححاً لما تخيله وهذا غير الواجب لأنه لو كان كل ما تخيله الإنسان
حقاً لما كان في العالم ظن هو إثم والله تبارك وتعالى يقول إن
بعض الظن إثم والثالث من المعاني هو أنه استشعر أن حركة
الالتفاف هو معنى غامض خفي فتوهم أنه لا يتخلص ولا يتحصل إلا
بعد تعب طويل وأنه مثل عنقاء مغرب وحركة الالتفاف
أقرب مما ذهب إليه وإليك وقع هذا الاستشعار وهو اعتذار
بطلميوس وإنما اعتذر بطلميوس من حركة الالتفاف لأنه
قال في المجسطي إن حركات السماء هي حركات بسيطة وحركة الالتفاف
ليست بسيطة فلذلك اعتذر منها لا من أجل أنها في غاية
العسر والصعوبة حتى لا يمكن أحداً أن يبحث عنها فهذه المعاني
الثلاثة هي التي أوقعته في التشكك وأنا أبين فيما بعد أنه
استعمل هذه المعاني عند كلامه في الشكوك وقد رتبت هذه المقدمة

صفحة (١٣٩ظ) من مخطوط المكتبة السليمانية (إستانبول)،
مجموعة عاطف، رقم ١٧١٤

The Leningrad manuscript is almost completely lacking in diacritical points, but I found it to be on the whole better and more reliable than the Istanbul manuscript, as can be judged from the critical apparatus. On the other hand the Istanbul MS. was of help in reading some expressions in the Leningrad MS. which otherwise would have been problematic. The text that has been constructed from these two MSS. is, I believe, free from textual puzzles, perhaps with a few minor exceptions. Punctuation, vowelling and the use of quotation marks have been added to clarify the arguments in which quotations within quotations sometimes occur.

Note added in proof: After this article was submitted for publication I was able to obtain a microfilm of a third copy of Ibn al-Haytham's *maqāla* which I had believed to be no longer in existence. This copy occupies pp. 118[a] - 127[a] in cod. or. oct. 2790, listed in Brockelmann, *GAL*, I[2], Leiden, 1943, p. 618, no. 19, and now preserved in the Deutsche Staatsbibliothek in East Berlin. Te codex contains several works most of which are by Ibn al-Haytham and some of which were transcribed by Qāḍī Zāda, the Turkish mathematician who directed the school established by Ulugh Beg in Samrqand, and who died ca. 1436. One *maqāla*, by Yaḥyā b. Aḥmad al-Kāshī, was copied by Qāḍī Zāda in A. H. 817/A. D. 1414 at Samarqand (fol. 21[b]). Another, Ibn al-Haytham's "longer treatise" on lunar figures, was copied in A. H. 839/A. D. 1436 (fol. 43[b]). The *maqāla* on *Ḥall shukūk ḥarakat al-iltifāf* is not dated, but seems to have come from the same period. The Berlin copy is not as good or as old as the Leningrad MS. (See above, note 10), but it turns out to be the source of the Atif copy, as is apparent from comparing the two. Variant readings from the Berlin MS have now been incorporated in the critical opparatus or, when this was not convenient, added at the end of the text. Except for two or three instances, no improvements of the edited text itself were made necessary by the Berlin MS.

lost treatise on the movement of *iltifāf* which it paraphrases and sometimes quotes. It must therefore be taken into account in any study of the history of later investigations, such as those of Ṭūsī, his colleagues at Marāgha, and Ibn al-Shāṭir. The treatise is also interesting as an example of scientific controversy in eleventh-century Islam.

My edition of *Ḥall shukūk ḥarakat al-iltifāf* is based on two copies of which one is preserved at Leningrad, Asiatic Museum, MS. Or B 1030, fols. 1b-20b,[10] and the other at Istanbul, MS. Atif 1714, dated A.H. 1158, fols. 139b-148b.[11]

planets a true and unobjectionable arrangement (other than the one asserted by Ptolemy) by means of bodies that have a permanently uniform and continuous motion from which no impossibility follows" (*ibid.*, p. 34).

Trials to modify the Ptolemaic models so as to remove the objectionable character of the equant appear to have taken place some two hundred years before Ṭūsī. We learn this from a polemical work which Maḥmūd ibn Masᶜūd al-Shīrāzī (the pupil of Naṣīr al-Dīn) wrote in the thirteenth century. (The work is entitled *Faᶜalta fa-lā talum*, which may be translated, somewhat freely, as "you asked for it", or more literally "you've done it, so don't put the blame [on me]". It is a loquacious and vituperative reply to a contemporary (Muḥammad ibn ᶜAlī ibn al-Ḥusayn al-Ḥ(i)mādhī) who had written a commentary on Ṭūsī's *Tadhkira (Tibyān maqāṣid al-Tadhkira)* in which he had "plagiarized" Shīrāzī's *Tuḥfa*. The work is full of information which is certain to throw a great deal of light on the history of Islamic astronomers and astronomical research, particularly in thirteenth-century Marāgha. Several copies are extant; I have used the Tehran MS. Majlis-i Shūrā 3944, of which the Institute for Arabic Manuscripts in Cairo has a microfilm (no. 228 Baᶜthat Īrān). The manuscript, which comprises 232 folios, is dated A.H. 826 and claims to have been copied from the author's autogragh *(sawād)*. On page 6b Shīrāzī reports that "Abū ᶜUbayd al-Jūzjānī, the pupil of al-Shaykh, composed a book which he titled *Tarkīb al-aflāk (Construction of the Spheres)* and in which he claimed to have resolved the equant problem *(ishkāl muᶜaddil al-masīr)*". Shīrāzī did not think much of the solution which, he said, was not worthy of a beginner, let alone an expert in astronomical science. There can be little doubt that the Jūzjānī in question is Abū ᶜUbayd ᶜAdb al-Wāḥid ibn Muḥammad al-Jūzjānī, the pupil of Ibn Sīnā (d. 1037), who prodded his teacher into writing the famous *Kitāb al-Shifā'*, who engaged in astronomical observations over a period of eight years (W.E. Gohlman, *The Life of Ibn Sīnā*, Albany, N.Y., 1974, pp.66-68,80), and who was responsible for adding a mathematical section to Ibn Sīnā's *Kitāb al-Najāt* (G. Anawati, *Mu'allafāt Ibn Sīnā*, Cairo, 1950, pp. 94-96).

The word "Shaykh" in the sentence quoted from Shīrāzī's book is a title commonly applied to Ibn Sīnā in the usual honorific conjunction "al-Shaykh al-Ra'īs". Shīrāzī's statement thus shows that the effort to improve Ptolemy's models began at least as early as the eleventh century, perhaps shortly after Ibn al-Haytham (who died only a few years after Ibn Sīnā) wrote the *Shukūk*.

10. V. Rosen, *Notices sommaires des manuscrits arabes du Musée asiatique*. Première livraison, St. Petersburg, 1881, MS. no. 192 in the catalogue. This codex must have been transcribed sometime in or before the second decade of the seventh century after the *hijra*, the time in which it was "checked" *(ᶜūriḍa)*, as is stated on the back of the right-hand cover. The colophon further claims that the whole volume was checked *(qūbila)* and corrected against the original "which is in the author's hand". The manuscript does show signs of having been improved.

11. Max Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abteilung B: Studien, Band 3 (1936), p. 478, work no. 29. The title is mistakenly translated here as "Über die Lösung der Schwierigkeiten der Bewegung der Schiefe der Ekliptik". See also Carl Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, I² (Leiden, 1943), p. 618, no. 19; Supplementband I (Leiden, 1937), p. 852.

The *Planetary Hypotheses* failed to provide an arrangement of spherical bodies that would produce the variations, and it was Ibn al-Haytham in the eleventh century who took up the challenge to devise such an arrangement. This he set out to achieve in a "Treatise on the Movement of *Iltifāf*" *(Maqāla fī ḥarakat al-iltifāf)*.[6] This treatise is now believed to be lost, but it was available to Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī in the thirteenth century and possibly also to Ibn al-Shāṭir in the fourteenth century.[7] Ṭūsī reports in the *Tadhkira* that Ibn al-Haytham's arrangement introduced two additional spheres for the epicycle of each of the five planets and two more for Venus and Mercury.

During Ibn al-Haytham's life someone wrote a critique of his *Maqāla fī ḥarakat al-iltifāf*, casting doubt on some features of the proposed model and asking questions about obscure points. (It is interesting to note that one of these questions implies a confusion between the *iltifāf* that Ptolemy attributes in the *Planetary Hypotheses* to Aristotle's system and the *iltifāf* involved in Ptolemy's theory of latitudes.) This critique is also lost; but we have Ibn al-Haytham's reply to it, entitled *Ḥall shukūk ḥarakat al-iltifāf*, which we publish in this issue.

Ibn al-Haytham's *Ḥall* is one more illustration of the direction of research of Arabic astronomers which resulted from confronting the abstract models of the *Almagest* with their proposed physical counterparts in the *Planetary Hypotheses*. Other illustrations include Ibn al-Haytham's *al-Shukūk ʿalā Baṭlamyūs*,[8] the *Tadhkira* of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, and the *Nihāyat al-sūl* of Ibn al-Shāṭir, among others. It is becoming increasingly clear that the modifications of the Ptolemaic models at the hands of thirteenth- and fourteenth-century astronomers at Marāgha and Damascus were undertaken as a response to objections raised by Ibn al-Haytham against what he called "false" Ptolemaic arrangements.[9] The present treatise gives us an account of the earlier

second diameter about the small circles perpendicular to the plane of the deferent is known as *iltiwā'* (twisting):

wa-tūṣafu hādhihi l-ḥaraka bi-l-iltiwā'. Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, in Chapter 10 of the *Tadhkira*, combined all these descriptions, saying that the latitude due to the slant is known as *inḥirāf*, *wirāb*, *iltiwā'* and *iltifāf* (Leiden MS. Or. 905, fol 42a).

6. This is no. 61 in Ibn Abī Uṣaybiʿa's List III; see article on Ibn al-Haytham in *Dictionary of Scientific Biography*, (New York, 1972), vol. VI, p. 207, work no. III 63.

7. Ṭūsī refers to Ibn al-Haytham's "maqāla" in the course of a discussion of planetary latitudes in the *Tadhkira*, but without mentioning the complete title (Leiden MS. Or. 905, fol. 49a, also, fol 50a). His description of Ibn al-Haytham's treatise makes it virtually certain that he was directly acquainted with it. Ibn al-Shāṭir, in Bk. I, Chapter 24 of *Niyāyat al-sūl*, also mentions a "*Risāla*" by Ibn al-Haytham on planetary latitudes, again without quoting a complete title. But he may have been reporting what he had learnt from Ṭūsī's *Tadhkira* (Bodleian MS. Marsh 139, fol. 31b).

8. Edited by A. I. Sabra and N. Shehaby, Cairo, 1971.

9. Ibn al-Haytham concludes his criticism of Ptolemy's equant model by these words: "It is manifest from all that we have mentioned that the arrangement *(hay'a)* which Ptolemy proposed for the movements of the five planets is a false arrangement, and that there exists for the motions of these

It is clear that Ptolemy here refers to the Aristotelian contribution to the Eudoxan-Callippan system, in which a set of "counteracting" spheres is inserted between the nest of spheres associated with a higher planet and the nest immediately below it, the function of the inserted spheres being to cancel the combined motion of all the higher spheres except the daily east-to-west motion which alone is passed on to the lower nest.[2] It may be noted that when Ibn Rushd (in his large commentary on Aristotle's *Metaphysics*, *Tafsīr Mā baᶜd al-ṭabīᶜa)* paraphrases this passage from the *Planetary Hypotheses*, he uses "*ḥarakāt lawlabiyya*" (spiral motions) rather than "*ḥarakāt shabīha bi-l-iltifāf*".[3] "*Lawlabiyya*" (spiral) is in fact the word which in the Arabic translation of the *Metaphysics* that was used by Ibn Rushd conveyed Aristotle's understanding of the role of the inserted spheres as *anelittousai* or counteracting.[4]

However, in Arabic astronomical works the word *iltifāf* came to have a more restricted meaning which is that intended in the title of Ibn al-Haytham's treatise: *Ḥall shukūk ḥarakat al-iltifāf.* Still implying a motion compounded of circular motions this word is here used to refer specifically to a movement which each planet is imagined to trace out round the surface of its epicyclic sphere as a result of the movements attributed by Ptolemy to the plane of the epicycle to produce the variations in latitude. To account for these variations the *Almagest* assumes in the case of all five planets that the diameter through the epicycle's apogee oscillates so as to vary the angle of inclination or deviation *(egklisis: mayl)* between the plane of the epicycle and that of the deferent. In the case of the two inner planets a second diameter perpendicular to the first in the plane of the epicycle also oscillates in such a way as to vary what is called the slant *(loxōsis : inḥirāf)* of the epicycle to the deferent. The *Almagest* further proposes a mechanism designed to produce the oscillations by making the ends of both diameters turn about small circles perpendicular to the plane of the deferent.[5]

2. Aristotle, *Metaphysics*, XII, 8, especially at 1074a 1-15; Loeb edition, vol. II, London and Cambridge, Mass., 1962, p. 159.

3. Averroès, *Tafsīr Mā baᶜd al-ṭabīᶜa*, ed. Maurice Bouyges, S. J., vol. III, Beirut, 1948, p. 1662, lines 8-13. Ibn Rushd's understanding of Ptolemy's position and of the role of what he calls "*ḥaraka lawlabiyya*" in Aristotle *(ibid.*, pp. 1671-7) raises interesting questions which cannot be discussed here.

4. *Ibid.*, pp. 1668-1670.

5. *Almagest*, XIII, 1-6. Accounts of Ptolemy's theory of planetary latitudes are in Olaf Pedersen, *A Survey of the Almagest* (Odense University Press, 1974), Chapter 12; and O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (New York, Heidelberg and Berlin, 1975), part I, pp. 206 ff. The *deviation* of the diameter through the epicycle's apogee and the *slant* of the second diameter are called *mayl* and *inḥirāf* respectively in the Isḥāq-Thābit translation of the *Almagest*, British Library MS. Add. 7475 (dated A.H. 615). Al-Bīrūnī, in the *Tafhīm*, calls the slant *wirāb*; and he calls the latitude due to variation of the slant *ᶜarḍ al-wirāb* and *ᶜarḍ al-iltiwā'* (R. Ramsay Wright, ed. and trans., *The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology* by . . . al-Bīrūnī (London, 1934), p. 103). In *al-Qānūn al-Masᶜūdī* (Hyderabad Dn., 1956), vol. III, p. 1317, line 10, Bīrūnī says that motion of the

Ibn al-Haytham's Treatise: Solution of Difficulties Concerning the Movement of Iltifāf

A. I. SABRA*

Summary and Introduction

IN THE ARABIC translation of Ptolemy's *Planetary Hypotheses* the word *iltifāf* (from *iltaffa*, to turn round, and *laffa*, to roll up, wind) is used to refer generally to a movement composed of circular movements about different poles. At the beginning of the second part of this book Ptolemy discusses alternative ways of representing planetary motions in terms of physical bodies. He states first that the phenomena can be produced either by the motion of solid spheres *(ukar muṣmaṭa)* and spherical shells *(ukar mujawwafa)*, or by the motion of slices *(manshūrāt)* of such spheres and shells. Mathematical reasoning *(qiyās taᶜlīmī)*, he says, would have no preference for one of these modes of representation over the other. But some people, he goes on to say, were led by physical reasoning *(qiyās ṭabīᶜī)* to conceive of complete spherical bodies *(ukar tāmma)*, because they found the revolution about fixed poles thus easier to imagine. Being familiar with what men construct with their own hands, they preferred the latter mode of representation "as Aristotle also did, so that the poles of the contained spheres would be fixed in the containing spheres. Then, since no connection existed between the inner spheres *(al-ukar al-dākhila)* and the first, outermost sphere *(al-kura al-khārija al-ūlā)*, and since the spheres do not all have the same speed but rather are subject to various inequalities, they were obliged to seek knowledge of the means by which every planet participates in the primary motion, as is visible and apparent to us; for the spheres that exist between us and [the outermost sphere] vary in respect of their position and movement; and it is for this reason that Aristotle used the movements that are similar to *al-iltifāf* (*al-ḥarakāt allatī takūnu shabīhan* [sic] *bi-l-iltifāf*)".[1]

*History of Science Department, Harvard University, Science Center 235, Cambridge, MA 02138 U.S.A. Thanks are due to the Asiatic Museum at Leningrad, the Süleymaniye Library at Istanbul and the Staatsbibliothek in East Berlin for supplying microfilms of the text published in this issue. This research was completed during tenure of grants from the National Endowment for the Humanities and the National Science Foundation, U.S.A.

1. Bernard R. Goldstein, ed., "The Arabic Version of Ptolemy's *Planetary Hypotheses*," *Transactions of the American Philosophical Society*, new series, vol. 57, part 4, 1967, pp. 36-38, esp. p. 37, line 24 - p. 38, line 3. See also p. 4, line 6; p. 43, line 21; p. 44, lines 1, 3, and 4; in some of these occurrences *iltaffa* means to envelop, surround. The Greek text of the second part of the *Planetary Hypotheses* *(Kitāb al-Iqtiṣāṣ* also known as *Kitāb al-Manshūrāt)* has not survived.

ابن الهيثم وعمل المسبع

رشدي راشد

المقـدمـة

لقد صنف ابن الهيثم رسالتين في المسبع ، الأولى هي « **مقدمة ضلع المسبع** » والثانية هي « **في عمل المسبع** » ، هذا ما نعرفه من تاريخ الحكماء لجمال الدين القفطي ومن عيون الأنباء لابن أبي أصيبعة .

١ – مقدمة ضلع المسبع :

هذا هو اسم الرسالة كما نجده مذكورا في تاريخ الحكماء ، ولكن إن رجعنا إلى عيون الأنباء نرى أن ابن أبي أصيبعة يشير إلى نفس الرسالة باسم آخر وهو « قول في استخراج مقدمة المسبع » . ونظن أن هذا الاسم الأخير هو أقرب إلى تسمية ابن الهيثم لرسالته من الأول وذلك لسببين : أولهما هو أن القفطي يذكر هذا الاسم نقلاً عن فهرست لكتب ابن الهيثم إلى آخر سنة ٤٢٩ هجرية (١٠٣٨ – ١٠٣٩) ، وثانيهما هو أن ابن الهيثم في رسالته الثانية يتكلم عن الأولى ويقول « وقد بينا نحن المقدمة التي استعملها أرشميدس في قول مفرد غير هذا القول » أي في « استخراج ضلع المسبع » . وهذه الرسالة هي مخطوطة India Office 734/21 (ff. 122-123) . « فصل للحسن بن الحسن بن الهيثم في مقدمة ضلع المسبع » . وكلمة « فصل » التي يكررها الناسخ مرة أخرى في نهاية الرسالة لا تتفق مع الكلمة التي وصف بها ابن الهيثم رسالته وكررها ابن أبي أصيبعة فيما بعد ، أي كلمة « قول » . فكلمة « فصل » تبدو تحريفا من الناسخ لكلمة « قول » فهي وإن كانت تشير إلى البيان والحكم فهي أيضا تدل على القطع والحجز والتميز ، ولكن هذه الرسالة قصيرة لا تتضمن فصولا متمايزة .

وهناك مخطوطة أخرى بمكتبة البودليان بأكسفورد وهي Thurston 3 (f. 131) « من كلام ابن الهيثم على مقدمة أرشميدس في ضلع المسبع » . وبفحص ومقارنة المخطوطتين انتهينا إلى أن مخطوطة أكسفورد هي تحرير مختصر لهذه الرسالة وليست بالنص نفسه . وهذه

النتيجة متضمنة مسبقاً في اسم الرسالة نفسها حسب مخطوطة أكسفورد . فلقد كتب الناسخ « من كلام » ولم يؤكد أنه كل كلام ابن الهيثم . وبالفعل لا نجد في مخطوطة أكسفورد الفقرة الأولى من الرسالة – أعني من البسملة إلى « فأما كيف » – ولا الفقرة الأخيرة منها – أعني من « فقد تبين » إلى « وذلك ما أردنا أن نبين » . هذا زيادة على اضطراب سطورها الأخيرة . أما عن التحرير نفسه فهو اختصار واضح لرسالة ابن الهيثم ، ولبيان هذا فلنأخذ السطور الأولى من الرسالة .

نجد في مخطوطة India Office :

« فأما كيف نعمل المربع على الصفة التي شرطها ، فإنا نرسم المربع الذي ذكره وهو مربع اب جد ونخرج اج كما فعل ونخرج خط اد إلى ه ونخرج خط ب زح ونفرض مثلث ح ده مساويا ب زج على جهة التحليل » .

ولقد كتب هذا النص نفسه في مخطوطة أكسفورد هكذا :

« فأما كيف نعمل المربع على الشريطة المذكورة : نرسم مربع اب جد ونخرج اج و اد إلى ه و ب زح ونفرض ح ده ك ب زج على جهة التحليل » .

ومن البين أن أسلوب نص أكسفورد لا يتفق مع الأسلوب المعهود لابن الهيثم ، فكل من قرأ ابن الهيثم يعرف أنه لا يحب الاختصار الذي قد يضر بالمعنى . وبشكل عام فكل ما ينقص مخطوطة أكسفورد نجده في مخطوطة إنديا أوفس ، والعكس غير صحيح ، وكل ما يجب إضافته إلى هذه المخطوطة الأخيرة حتى يستقيم المعنى يجب أيضا إضافته إلى الأولى . ومن ثم نستطيع أن نؤكد أن مخطوطة اكسفورد هي تلخيص لنفس الأصل الذي ترجع إليه مخطوطة إنديا أوفس. ولهذا حققنا نص هذه المخطوطة الأخيرة . ولقد نسخت في القرن العاشر حسب تقدير فهرست Loth .

وهناك مخطوطة ثالثة لنفس النص وهي أيضا بالبودليان بأكسفورد - Marsh 720 (ff. 259r - 260v) ويمكننا أن نجزم أن هذه المخطوطة ما هي إلا نقل حديث لمخطوطة Thurston 3 التي تحدثنا عنها ، ولهذا لم نأخذها بعين الاعتبار في تحقيقنا لرسالة ابن الهيثم .

٢ – في عمل المسبع :

لقد ذكر جمال الدين القفطي وابن أبي أصيبعة هذه الرسالة وبهذا الاسم . وهي مخطوطة وحيدة تم نسخها من مخطوطة أخرى سنة ١١٥٨ هجرية :

عاطف ١٧١٤ – ١٩ ، ص ٢٠٠ – ب إلى ٢١٠ – ا . (استانبول)

والخط حسن ولكن لم يتم الناسخ رسم الأشكال في أغلب الأحوال والشكل الذي رسمه لا يظهر بوضوح في الصورة التي عملنا عليها . ولهذا أعدنا رسم الأشكال حسب النص مما يفسر ظهور بعض القطوع المخروطية كاملة لا النصف فقط كما هو معهود ومعروف في رياضيات عصر ابن الهيثم . ويظهر نفس الشكل مرة عند التحليل وأخرى عند التركيب في المخطوطة ، ولكننا لم نرسمه إلا مرة واحدة بين التحليل والتركيب . ولقد استعملنا الرموز التالية في التحقيق .

[ ] نقترح حذف ما بينهما

< > ما بينهما كلامنا

/ انتهاء صفحة المخطوطة

ولقد قمنا بتنقيط النص عند اللزوم دون الإشارة إلا إذا تعددت الاحتمالات فأثبتنا نص المخطوطة في أسفل الصفحة .

بسم الله الرحمن الرحيم ١٢٢ – ا

العزة لله

فصل[١] للحسن بن الحسن بن الهيثم في مقدمة ضلع المسبع

إن[٢] أرشميدس بنى ضلع المسبع على المربع الذي قدمه ولم يبين[٣] كيف نعمل المربع على الصفة التي شرطها ، وإنما لم يبين[٣] ذلك لأن عمل المربع على الصفة التي شرطها إنما يكون

١ – مطموسة وتنتهي بياء فكأنها فصلى ولكن الرسالة تنتهي بـ « تم الفصل » ولهذا آثرنا هذه الكلمة ، والأخرى « قول » كما بينا في المقدمة . ٢ – مطموسة . ٣ – نبين .

بقطوع المخروطات ولم يكن ذكر في كتابه – الذي يذكر المسبع في آخره – شيئا من قطوع المخروطات ، فلم ير أن يخلط بالكتاب ما ليس من جنسه فأخذ المربع مقسما[4] وبنى عليه ضلع المسبع . فأما كيف نعمل المربع على الصفة التي شرطها : فإنا نرسم المربع الذي ذكره وهو مربع ا ب جـ د ونخرج ا جـ كما فعل ونخرج خط ا د إلى ه ونخرج خط ب ز ح ونفرض مثلث ح د ه مساويا لمثلث ب ز جـ[5] على جهة التحليل . ونخرج خط ك ز ط موازيا لـ ب ا كما فعل ، فيكون ضرب د ا في ا ط مساويا لمربع د ه كما بين أرشميدس . ونصل ب د فهو يقطع قطر ا جـ بنصفين لأن مربع ا ب جـ د متوازي الأضلاع قائم الزوايا . فليقطعه على نقطة م ، فيكون مثلث ب م جـ مساويا لمثلث ا م د . ولأن مثلث ه د ح مساوٍ لمثلث ب ز جـ يكون مثلث ب م جـ مساويا[6] لمثلث ه ز جـ مع مثلث ب م ز ، ومثلث ب م جـ مثل مثلث ا م د ، فمثلث ا م د مساو لمثلثي ه د ح ب م ز . ونأخذ منحرف م د ح ز مشتركا ، فيكون مثلث ب د ه مساويا[6] لمنحرف ا د ح ز . وليكن مثلث ب ه ل مثل مثلث جـ ز ح ، فيكون مثلث ب د ل مثل مثلث ا د جـ ، وهما بين خطين متوازيين . فخط ل د مثل خط د ا ويكون نسبة مثلث ب د ل إلى مثلث ب ه ل كنسبة مثلث ا د جـ إلى مثلث جـ ح ز[7] . ونخرج خط ح ن عمودا على خط ز جـ[8] ، فيكون ضرب ح ن في نصف ز جـ[8] مساويا لمثلث ح ز جـ وضرب د م في نصف ا جـ مساويا لمثلث ا د جـ لأن د م عمود[9] على ا م إذا كان المربع متساوي الأضلاع ، فنسبة مثلث ا د جـ إلى مثلث جـ ز ح مؤلفة من نسبة د م إلى ح ن – التي هي نسبة د جـ إلى جـ ح – ومن نسبة نصف ا جـ إلى نصف جـ ز – التي هي نسبة ا جـ إلى جـ ز ، فنسبة مثلث ا د جـ إلى مثلث جـ ز ح مؤلفة من نسبة د جـ إلى جـ ح ومن نسبة ا جـ إلى جـ ز . ونسبة د جـ إلى جـ ح كنسبة ه ب[10] إلى ب ح ، ونسبة ا جـ إلى جـ ز كنسبة ه ب إلى ب ز ، فنسبة مثلث ا جـ د إلى مثلث جـ ز ح مؤلفة من نسبة ه ب إلى ب ح ومن نسبة ه ب إلى ب ز ؛ وكذلك يلزم – إذا كان المربع مختلف الطولين – أن[11] نخرج من نقطة د عمودا على خط ا جـ فيقوم مقام د م ويعود الحال إلى النسبتين المذكورتين . ونسبة مثلث *ا جـ د إلى مثلث جـ ز ح* كنسبة مثلث ب د ل إلى مثلث ب ه ل التي هي نسبة د ل إلى ل ه ، فنسبة د ل إلى ل ه مؤلفة من نسبة ه ب إلى ب ح – التي هي نسبة ه ا إلى ا د – ومن نسبة * ه ب

٤ – مقسلما   ٥ – ب د ح .   ٦ – مساو .   ٧ – د ح ز .   ٨ – د جـ .   ٩ – عمودا .
١٠ – مطموسة .   ١١ – لأنا . * ... * ما بينهما مطموس .

إلى ب ز * – التي هي نسبة < ا ه إلى ا ط ، فنسبة د ل إلى ل ه كنسبة > مربع ه ا إلى ضرب د ا في ا ط الذي هو مساوٍ لمربع د ه ، فنسبة د ل إلى ل ه كنسبة مربع ا ه إلى مربع ه د وخط ا د مثل خط د ل.

فقد انحلّ المربع إلى قسمة خط ا ل – الذي هو ضعف ا د – على نقطة ه قسمة يكون نسبة د ل إلى ل ه كنسبة مربع ا ه إلى مربع ه د . وقسمة الخط على هذه النسبة إنما يمكن بقطوع المخروط .

فنفرض على طريق التحليل أن الخط قد انقسم ، ونخرج خط ج د على استقامة إلى ع ونجعل د ع مثل ا ه ونخرج من نقطة ه عمود ه ف ، ونجعل ه ف مثل د ه ، فيكون نسبة د ل إلى ل ه كنسبة مربع ع د إلى مربع ف ه . وليكن ضرب د ل في خط س مساويا لمربع ع د . فالقطع المكافىء – الذي سهمه د ل وضلعه القائم خط س يمرّ بنقطتي ع ف . / أما ١٢٢ مروره بنقطة ع فلأن مربع د ع مثل ضرب د ل في الضلع القائم ، وهذه خاصة القطع المكافىء ، وأما مروره بنقطة ف فلأن نسبة د ل إلى ل ه كنسبة مربع ع د إلى مربع ف ه كما تبين في شكل ك من مقالة ا من المخروطات . فليكن القطع ل ف ع . ونجعل خط د ق مثل د ل ونصل ل ق ، وليقطع خط ف ه على نقطة ص ، فيكون مثلث ل د ق معلوم الصورة ، ويكون زاوية ع ق ص معلومة ، ويكون نسبة ق ص إلى د ه معلومة لأنها كنسبة ق ل إلى ل د المعلومة . ولأن ع د مثل ه ا و ق د مثل د ل – المساوي لـ د ا – يكون ق ع مثل د ه . فنسبة ع ق إلى ق ص معلومة ، وزاوية ع ق ص معلومة ، ونصل[12] ع ص ، فيكون مثلث ع ق ص معلوم الصورة ، فيكون نسبة ص ع إلى ع ق معلومة ، و ع ق مثل د ه و د ه مثل ه ف فخط ع ق مثل خط ف ه ، فنسبة مربع ع ص إلى مربع ف ه معلومة ، ومربع ف ه مثل ضرب ل ه في خط س ، فنسبة ضرب ل ه في س إلى مربع ص ع معلومة ، ونسبة ه ل إلى ل ص معلومة ، فنسبة ضرب ل ص في س إلى مربع [ص ع] ص ع معلومة ، وزاوية ع ص ل معلومة ، فالقطع المكافىء – الذي قطره ل ق ورأسه نقطة ل وزاوية ترتيبه زاوية ع ص ل وضلعه القائم خط نسبته[13] إلى خط س نسبة معلومة – يمرّ[14] بنقطة ع . فليكن ذلك القطع قطع ل ر ع[15] .

١٢ – معلومة . ١٣ – نسبة ١٤ – تمر . ١٥ – ل ف ع

(شكل ١)

فإذا كان خط اد معلوم الوضع وكانت نقطة ل معلومة وكان خط س معلوم القدر كان قطع ل ف ع معلوم الوضع وكان خط ل ق معلوم الوضع لأن زاوية د ل ق معلومة ويكون الضلع القائم لقطع ل ر ع[١٥] معلوم القدر وزاوية ع ص ل معلومة ، فيكون قطع ل ر ع[١٥] معلوم الوضع[١٦] ، فيكون نقطة ع معلومة ، وخط ع د[١٧] عمود على[١٨] خط ل د — < وهو > معلوم الوضع — فيكون خط ع د معلوم القدر والوضع ويكون نقطة د معلومة ويكون خط *د ل معلوم القدر* ، فيكون نسبة ع د إلى د ل معلومة ، و ع د مثل اه و د ل مثل اد ، فنسبة * اه إلى اد * معلومة لأنا قد يمكننا[١٩] أن نجد خطين مساويين لهما بالطريق الذي بيناه[٢٠] وهما خطا ع د د ل ، وخط اد معلوم فخط د ه معلوم ، ونقطة

١٥ – ل ف ع ١٦ – مطموسة . ١٧ – ح . ١٨ – و . ١٩ – يمكنا . ٢٠ – مطموسة

دَ معلومة ، فنقطة هـ * معلومة وهي التي * تجعل[21] مربع اب جد على الصفة التي شرطها أرشميدس .

وأيضاً فإن أرشميدس فرض هذا المربع وحلله إلى مقدمة * هي التي احتاج * إليها في عمل المسبع : وهو أن ضَرْبَ دا في اط مثل مربع ده وضَرْبَ ه ط في * ط د مثل مربع اط * وكلٌ واحد من خطي اط ه د أعظم من ط د . ففرض خطاً معلوماً قسّمه على هذه النسبة وبنى المسبع عليه . وقد يمكن أن يقسم خط على هذه النسبة بقطوع المخروط أيضاً من غير حاجة إلى المربع .

فلنفرض الخط ، وليكن اب ، ونريد أن نقسمه بثلاثة أقسام كأقسام : اج جب دب حتى يكون ضرب دا في اج مثل مربع دب ويكون ضرب ب ج في جد مثل مربع اج ويكون كلٌ واحد من خطي اج د ب أعظم من د ج .

فنفرض خطا كيفما اتفق ، وليكن ه ز ، ونفصل منه مقدارا معلوما كيفما اتفق ، وليكن ه ح ، ونعمل قطعا[22] مكافئا يكون سهمه ه ز ورأسه نقطة ه وضلعه القائم خط ه ح كما[22] في شكل / نب من مقالة ا من المخروطات ، وليكن قطع ه ك ل[23] . ونفصل ح ط ١٢٣-ا
مثل ح ه ونخرج من نقطتي ح ط عمودين ينتهيان إلى القطع ، وليكونا ح ك ط ل ، فيكون ح ك مثل ح ه لأن مربع ك ح مثل ضرب ح ه في الضلع القائم ، و ح ه هو الضلع القائم ، فمربع ك ح مثل ضرب ح ه في نفسه ، فخط ك ح مثل خط ح ه . ونخرج ل ط على استقامة في جهة ط ، ونفصل ط س مثل ط ح ، ونصل ك ط فيكون ك ط موازيا لخط ح س لأن ط س مساوٍ لـ ك ح ومواز له ، فيكون سطح ك ح س ط متوازي الأضلاع ، فنخرج على نقطة ط القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ك ح ح س كما في شكل د من مقالة ب من المخروطات ، وليكن قطع ط ن ، فهذا القطع يقطع قطعة ك ل : وذلك أن خط ط ل موازٍ لخط ح ك الذي لا يقع على القطع ، فخط ط ل[24] يكون في داخل قطع ط ن الزائد ، وإذا أخرج خط ط ل إلى غير نهاية لم يلق قطع ط ن على نقطة غير نقطة ط وذلك أن خطي ح ك ط ل إذا أخرجا في جهة ك ل إلى غير نهاية كان البعد الذي بينهما أبداً متساوياً ، وقطع ط ن إذا أخرج في جهة ن كان كلما إزداد خروجاً إزداد قربا من خط ح ك

٢١ – نجعل ٢٢ – مطموسة ٢٣ – ه ط ل ٢٤ – س ط ل

وما يتصل به كما في مقالة ب من المخروطات . ولأن خط ط ل إذا أخرج إلى غير نهاية في جهة ل يكون أبداً داخل قطع ط ن ونقطة ك هي أبداً خارجة عن قطع ط ن لأنها على الخط الذي لا يقع عليه فقطع ط ن إذا أخرج فإنه يقطع قطعة ك ل من قطع ه ك ل ، فليقطعها على نقطة ن . ونخرج خط ح ك في جهة ك ، ونخرج من نقطة ن خطا موازيا لخط ك ط وليكن ن م ، ونخرج عمود ن ف ص[٢٥] فيكون موازيا لخط ل ط س ، فيكون ضرب م ن في ن ص مثل ضرب ك ط في ط س كما تبين في شكل يب من مقالة ب من المخروطات ، فسطح ن ح المتوازي الأضلاع مساوٍ لسطح س ك المتوازي الأضلاع ، وسطح ن ح هو من ضرب ن ص في ح ف لأن ح ف عمود على ن ص ، وسطح س ك مساوٍ لضرب س ط في ط ح و س ط مثل ط ح و ط ح مثل ح ه فسطح س ك المتوازي الأضلاع مساوٍ لمربع ه ح .

وقد تبين أن سطح س ك مساوٍ لضرب ن ص في ح ف ، فضرب ن ص في ح ف مساوٍ لمربع ه ح . ونجعل ف ز مثل ن ف ، و ف ص هو مثل خط ف ح لأن س ط مثل ط ح ، فخط ح ز مثل خط ن ص ، فضرب ز ح في ح ف مثل مربع ح ه . وأيضاً فإن خط ن ف هو من خطوط الترتيب لأنه عمود على سهم ه ز وخط ه ح هو الضلع القائم لقطع ه ك ن المكافىء ، فضرب ف ه في ه ح مساوٍ لمربع ف ن ، و ف ن مثل ف ز ، فضرب ف ه في ه ح مثل مربع ف ز . وقد كان ضرب ز ح في ح ف مثل مربع ح ه . فنقسم خط ا ب على نقطتي ج د على مثل نسبة خطوط ه ح ح ف ف ز فيكون ضرب د ا في ا ج مثل مربع د ب وضرب ب ج في ج د مثل مربع ج ا . وقد بقي أن نبين أن كل واحد من خطي ا ج د ب أعظم من ج د .

فلأن ضرب ف ه في ه ح مساوٍ لمربع ف ز يكون ف ن أعظم من ه ح ، فهو أعظم من ح ط لأن ح ط مثل ح ه ، فهو أعظم بكثير من خط ح ف ، و ن ف مثل ف ز ، فخط ف ز أعظم من خط ف ح ، و ه ح أيضاً / أعظم من ح ف لأن ه ح مثل ح ط ، فكل ١٢٣ - ب
واحد من خطي ه ح ف ز أعظم من خط ح ف . فكل[٢٦] واحد من خطي ا ج د ب أعظم من خط ج د وخطوط ا ج ج د د ب على نسبة خطوط ه ح ح ف ف ز . فقد قسمنا خط ا ب إلى خطوط ا ج ج د د ب حتى صار ضرب د ا في ا ج مثل مربع د ب وضرب ب ج في ج د مثل مربع ا ج وكل واحد من خطي ا ج د ب أعظم من خط ج د ، وذلك ما أردنا أن نعمل .

٢٥ – كتبها الناسخ ن و ص ثم اعاد كتابتها بعد تصحيحها في الهامش . ٢٦ – و كل

(شكل ٢)

وإذا قُسم خط اب على هذه النسبة فإنه يمكن أن نعمل من خطوط اج جد دب مثلثا . فليكن المثلث هجد ، وهو المثلث الذي عمله أرشميدس وعمل منه المسبع . وإذا عمل هذا المثلث فقد يمكن أن نعمل منه المسبع على وضع غير الوضع الذي عمله أرشميدس ، وذلك بأن نعمل في الدائرة التي يراد[٢٧] عمل المسبع فيها مثلثا مساوية زواياه لزوايا هذا المثلث ، فيكون القوس التي يوترها خط جد سبع الدائرة ، ويكون القوس التي يوترها خط جه سبعي الدائرة ، ويكون القوس التي يوترها خط هد أربعة أسباع الدائرة ، لأن زاوية هدج تكون[٢٨] ضعف زاوية جهد وزاوية هجد أربعة أمثال زاوية جهد . فإذا قُسمت القوس التي على خط هج بنصفين والقوس التي على خط هد بأربعة أقسام وأوترت القسي كان الذي يحصل في الدائرة شكلاً مسبعاً متساوي الأضلاع والزوايا .

فقد بقي نبين[٢٩] أن زاوية هدج ضعف زاوية جهد وأن زاوية هجد أربعة أمثال زاوية جهد .

٢٧ – تراد ٢٨ – يكون ٢٩ – تبين

فنقسم زاوية جده بنصفين بخط دح ونقسم زاوية هجد بنصفين بخط جز . فيكون نسبة هح إلى حج كنسبة هد إلى دج التي هي نسبة بد إلى دج . فبالتركيب يكون نسبة هج إلى جح كنسبة بج إلى جد ، لكن نسبة بج إلى جد هي كنسبة مربع اج إلى مربع جد لأن ضرب بج في جد مثل مربع جا ، فنسبة هج إلى جح هي نسبة مربع اج[30] < إلى مربع جد > - أعني < مربع > جه[31] إلى مربع جد[32] ، فنسبة هج إلى جد كنسبة دج إلى جح ، فمثلثا دهج جدح متشابهان ، فزاوية دحج مثل زاوية هدج ، لكن زاوية دحج مثل زاويتي هدح دهح ، فزاوية دهح مثل زاوية حدج وزاوية هدج ضعف زاوية حدج ، فزاوية هدج ضعف زاوية دهج . وأيضاً فإن نسبة دز إلى زه هي كنسبة دج إلى جه التي هي نسبة دج إلى جا ، وبالتركيب يكون نسبة ده إلى هز كنسبة دا إلى اج ، ونسبة دا إلى اج هي نسبة مربع بد إلى مربع جا ، فنسبة ده إلى هز[33] هي نسبة مربع بد إلى مربع جا التي هي نسبة مربع ده إلى مربع هج ، فنسبة ده إلى هز هي نسبة مربع ده إلى مربع هج ، فنسبة ده إلى هج كنسبة هج إلى هز ، فمثلثا هجد هجز متشابهان ، فزاوية جزه مساوية لزاوية هجد ، وزاوية هجز[34] مساوية لزاويتي زجد زدج ، فزاوية هدج مثل زاوية هجز[35] ، وزاوية هجد ضعف زاوية هجز ، فزاوية هجد ضعف زاوية هدج ، فزاوية هجد أربعة أمثال زاوية جهد .

فقد تبين أن زاوية هدج[36] ضعف زاوية جهد ، وأن زاوية هجد أربعة أمثال زاوية جهد . فإذا عملنا في الدائرة التي يُراد[37] عمل المسبع فيها مثلثا مساوية زواياه لزوايا مثلث هجد وقسمنا زاوية هجد بنصفين وكلّ واحد من نصفيها بنصفين وقسمنا زاوية هدج بنصفين انقسمت الدائرة بسبعة أقسام متساوية ، فإذا أوترت هذه الأقسام بخطوط مستقيمة حصل في الدائرة شكلا مسبعا[38] متساوي الأضلاع والزوايا ، وذلك ما أردنا أن نبين .

تم الفصل[39] في مقدمة ضلع المسبع . والحمد لله وحده .

٣٠ – مطموسة ٣١ – ده ٣٢ – جه ٣٣ – هب ٣٤ – مطموسة ٣٥ – هجد
٣٦ – هجد ٣٧ – يريد ٣٨ – هكذا والصواب « شكل مسبع » ٣٩ – كذا والأحرى « القول »

بسم الله الرحمن الرحيم

رب يسر وتمم بالخير

مقالة للحسن بن الحسن بن الهيثم في عمل المسبَّع في الدائرة

إن أحد الأشكال الهندسية التي يتحدى[1] بها المهندسون ، ويفتخر بها المبرزّون ، ويظهر بها قوة من وصل إليها : هو عمل المسبّع المتساوي الأضلاع في الدائرة ، وقد ظفر بذلك بعض المتقدمين وبعض المتأخرين إلا أنه ظفرٌ فيه بعض الدَّخَل . أما الذي عمله من المتقدمين فهو أرشميدس[2] فإن له قولاً في استخراج ضلع المسبّع ، إلا أنه يسلّم مقدمة استعملها في استخراجه ولم يقدم المبيّنَة . وقد بينّا نحن[2] المقدمة التي استعملها أرشميدس في قولٍ مفرد غير هذا القول . وأما المتأخرون فالذي وقع إلينا لهم هو قولان : أحدهما[2] بُيِّن فيه مقدمة أرشميدس ثم بُني العمل عليها ، والقول الآخر هو قول لأبي سهل الحسين بن رستم الكوهي[2] وهو أنه استخرج ضلع المسبع بخط قسمه بثلاثة أقسام على نسبة مخصوصةٍ ، وهو الخط الذي به تم مقدمة أرشميدس . ولم نجد لأحد من المتقدمين ولا من المتأخرين قولاً مشروحاً يستوعب جميع الوجوه التي يتم بها عمل المسبّع . ولما كان ذلك كذلك أنعمنا النظر في عمل المسبّع ، وبينا جميع الوجوه التي بها يتم عمل المسبع ، وعملناه بالتحليل والتّركيب .

وهذا حين نبتدىء بالقول في ذلك فنقول : إنا نريد أن نعمل في دائرة معلومة شكلاً مسبعاً متساوي الأضلاع والزوايا ، يحيط به الدائرة .

فليكن الدائرة هي التي عليها ا ب ج ونريد أن نعمل فيها مسبعاً متساوي الأضلاع والزوايا يحيط به الدائرة .

فعلى طريق التحليل نفرض أن ذلك قد تم وهو مسبع ا د ه ب ج ز ح ونصل خطوط[3]

١ – يتحدا
٢ – انظر إلى نص مقالتنا
٣ – أعاد الناسخ كتابتها في الهامش

جه جد بد دح بح با جا[3] ، فيحدث في الدائرة أربعة[4] مثلثات[5] يُحيـط بهـا الدائرة ، وكل واحدة من زواياها يوترها قوس أوقسي ً من القسي / المتساوية التي يوترها ٢٠١ - ا أضلاع المسبع . فنقول أولاً إنه ليس يقع في الدائرة مثلث يحيط به الدائرة ويوتر[6] <كل واحدة من زواياه قوس أوقسي من القسي المتساوية التي يوترها أضلاع المسبّع> ويكون غير شبيه بواحد من هذه المثلثات ، وذلك أن مثلث[7] – ١ – ابج زاوية باج منه يوترها قوس بج التي هي سبع الدائرة ، فزاوية باج هي جزء من سبعة أجزاء من زاويتين قائمتين ، وزاوية ابج يوترها ازج وهي ثلاثة أسباع الدائرة فهي ثلاثة أجزاء من سبعة أجزاء من زاويتين قائمتين ، فكذلك زاوية اجب هي ثلاثة أجزاء من سبعة أجزاء من قائمتين . ومثلث – ٢ – بدح زاوية بدح منه هي ثلاثة أجزاء من سبعة أجزاء من قائمتين ، وكل واحدة من زاويتي دبح دحب هي جزآن من سبعة أجزاء . ومثلث – ٣ – هبج زاوية هبج منه خمسة أجزاء من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من زاويتي بهج بجه <جزء> واحد من سبعة أجزاء . ومثلث – ٤ – دبج زاوية بدج منه جزء من سبعة أجزاء وزاوية بجد جزآن من سبعة أجزاء ، وزاوية دبج أربعة أجزاء من سبعة أجزاء .

وهذه المثلثات هي أربعة[4] مثلثات ، وزواياها كل واحدة منها هي أجزاء من سبعة أجزاء من قائمتين ، وهي منقسمة بثلاثة أقسام وهي مختلفة القسمة[8] . وليس تنقسم السبعة

٣ – أعاد الناسخ كتابتها في الهامش ٤ – أربع

٥ – عددها الناسخ في الهامش هكذا : الأول مثلث ابج
الثاني مثلث بدح
الثالث مثلث بهج
الرابع مثلث دبج

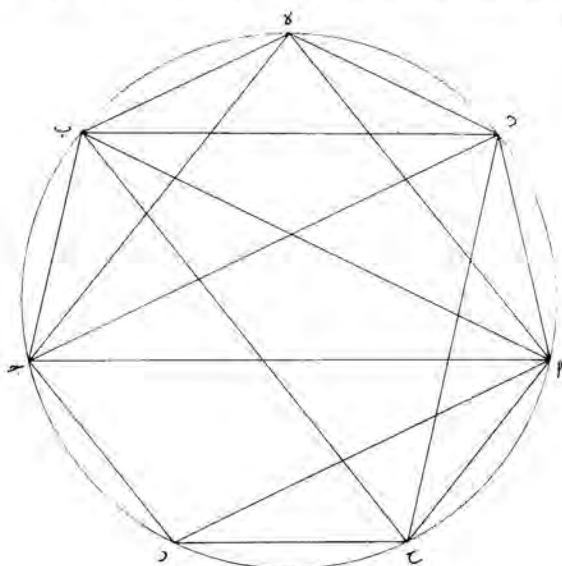
٦ – يوتره

٧ – نجد في المخطوطة : مثلث أي المثلث الأول وكتبناها مثلث – ١ – حتى لا تتداخل السطور . وسنتبع
١
هذا دون الإشارة عند كتابة المثلثات الباقية . ولقد كتب في الهامش بجوار النص ما يلي « الجزء الأول اح والثاني حز والثالث زج مجموعها قوس احزج عبر المصر <ي> عنها بترك ح روما للاختصار وإنما ذكر ز لتعيين الجهة إذ لو قال قوس اج لاحتمل ما كانت في جهة ح (مطموسة في النص) فدفعه بذكر ز : سعيد محمد »

٨ – نجد في الهامش :

نوع أول	نوع ثاني	نوع ثالث	نوع رابع
١ ٣ ٣	٢ ٣ ٢	١ ٥ ١	١ ٤ ٢

بثلاثة أقسام أكثر من أربعة أنواع من القسمة ، هي الأنواع الّتي فصلناها . ولا يوجد أقسام للسبعة هي ثلاثة أقسام وتكون[9] مخالفة لجميع هذه الأربعة الأنواع . فليس يقع في الدائرة مثلث يوتر[10] بزاوياه <القسي المتساوية الّتي توترها> أضلاع المسبع غير هذه المثلثات الأربع ، وكل واحد من هذه المثلثات إذا وجد مثلث شبيه به وقسمت زواياه بجزء جزء[11] انقسمت الدائرة سبعة أقسام متساوية فإذا وترت القسي حدث مسبع متساوي الأضلاع والزوايا .



< الشكل الأول >

فلنشرع في وجود / مثلثات شبيهة بالمثلثات الأربع[12] الّتي بينّا تفصيل زواياها ونستخرج المسبع بكل واحد منها ، ونبتدىء بالمثلث المتساوي الساقين الذي كل واحدة[13] من زواياه الّتي على القاعدة ثلاثة أمثال الزاوية الباقية[14] . ونريد أن نستخرج المسبع بهذا المثلث .

فعلى طريق التحليل : نفرض أنا قد وجدنا مثلثاً على هذه الصفة ، وليكن مثلث ا ب ج ونجعل زاوية ج ب د مثل زاوية ب ا ج فيكون مثلث ب ج د شبيهاً بمثلث ا ب ج ويكون

٩ – يكون ١٠ – يوترها – ١١ – أي من قائمتين ١٢ – كذا والأفصح : الأربعة ١٣ – واحد
١٤ – في الهامش نجد : مثلث

زاوية ب د ج مثل زاوية ا ب ج ، وزاوية ا ب ج مثل زاوية ا ج ب فزاوية ب د ج مثل زاوية ب ج د فخط ب د مثل خط ب ج . ولأن مثلث ج ب د شبيه بمثلث ا ب ج يكون نسبة ا ج إلى ج ب كنسبة ب ج إلى ج د ، فضرب ا ج في ج د مثل مربع ب ج . ونجعل زاوية د ب ه مثل زاوية ب ا ج فيكون مثلثا ا ب د د ب ه متشابهين ، ويكون زاوية ب ه د مثل زاوية ا ب د ، وزاوية ا ب د جزآن من سبعة ، فزاوية ب ه ج جزآن من سبعة ، وزاوية ج ب ه جزآن من سبعة فخط ه ج مثل خط ج ب ، ولأن مثلث د ب ه شبيه بمثلث ا ب د[15] يكون ضرب ا د في د ه مثل مربع د ب ، و د ب مثل ب ج فضرب ا د في د ه مثل ضرب ا ج في ج د ، و ب ج مثل ج ه ، فضرب ا د في د ه مثل مربع ج ه ، وضرب ا ج في ج د مثل مربع ج ه . فنعمل على خط ه ج مربعاً قائم الزوايا . وليكن ج ه ح ز ، ونخرج خطي ج ز ه ح على استقامة إلى ط وإلى ل ، ونتوهم القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ه ج ج ط يمرّ بنقطة ح[16] وليكن قطعْ ح ك ونخرج من نقطة د خطاً موازياً لخط ج ط فهو يلقى هذا القطع ، فليلقه على / نقطة ك ، وهذا الخط يقطــع خط ز ح فليلقه على نقطة ن[17]. ٢٠٢ – أ
ونفصل ح ف[18] مثل ح ه ونصل خطي ف ز ح ج ، فخط ح ج يقطع خط د ن[19] فليقطعه على نقطة م فيكون ج د مثل د م ، و د ه مثل ح ن[20] ، ونخرج ك ط[21] موازياً ل د ج ، فلأن خطي ه ج ج ط لا يقعان على قطع ح ك يكون ضرب ك د في د ج مثل ضرب ح ه في ه ج الذي هو مربع ج ه ، ولكن[22] ضرب ا ج في ج د مثل مربع ج ه ، فخط ك د[23] مثل خط ا ج و ج د مثل د م فيبقى ك م مثل ا د ، وضرب ا د في د ه مثل مربع ج ه ، فضرب ك م[24] في ن ح[25] مثل مربع ه ج ونسبة ن ح إلى ح م[26] كنسبة ز ح إلى ج ح[27] فنسبة ضرب ك م في ن ح إلى ضرب ك م في م ح كنسبة ز ح إلى ح ج التي هي نسبة مربع ز ح إلى ضرب ز ح في ح ج ، أعني ضرب ح ج[28] في د ن[29] ، وضرب ك م في ن ح مثل مربع ز ح ، فضرب ك م في م ح مثل ضرب ح ج[30] في ن د[31] ، ونخرج ك ل موازياً ل م ح فيكون ضرب م ك في ك ل مثل ضرب ح ف في ف ز ، فالقطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ج ح ح ل[32] يمر بنقطتي ز ك وليكن قطع ز ك ، فإذا كان مربع ه ز معلوم القدر والوضع كان قطعا ز ك ح ك

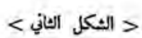
١٥ – ا ب ج ١٦ – طمس جزء من الحرف ويمكن قراءتها ج ١٧ – ر التي يعنى بها ز
١٨ – ج ف ١٩ – د ر ٢٠ – ح د ٢١ – ك ر ٢٢ – وليكن ٢٣ – الكاف مطموسة
٢٤ – ك ح ٢٥ – ر ح ٢٦ – ح م ٢٧ – ح ك ٢٨ – الجيم غير واضحة ٢٩ – د ر
٣٠ – ح ف ٣١ – و د ٣٢ – ح ل

معلومي الوضع ، وكانت نقطة ك معلومة ، وكانت نقطة د معلومة ، وهي التي تعمل المسألـــة .

فلنركب هذا التحليل :

فلنفرض خطاً معلوماً كيفما اتّفق وليكن ه ج، ونعمل عليه مربعاً وليكن / ه ح ز ج ونصل ٢.
ج ح ونخرج ه ح ج ز على استقامة، ونفصل ح ف[٣٣] مثل ح ه ونصل ف ز[٣٤] ونجيز على نقطة ح القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ه ج ج ز وليكن قطع ح ك ، ونجيز على نقطة ز القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ج ح[٣٥] ح ف ، فهذا القطع يقطع[٣٦] قطع ح ك[٣٧] لأن هذا القطع يقرب أبداً من خط ح ل إذا أخرج ح ل على استقامة ، وقطْع ح ك يبعد أبداً عن خط ح ل إذا أخرج ح ل على استقامة ، فليتقاطع[٣٨] القطعان[٣٩] على نقطة ك ، ونخرج ك د موازيا لـ ج ز[٤٠] و ك ط موازياً لـ ج ه[٤١] و ك ل موازياً لـ م ح ، ونجعل ج ا مثل د ك ، ونجعل ا مركزاً ونُدير ببُعد ا ج دائرة ولتكن[٤٢] دائرة ا ج[٤٣] ونخرج ج ب مثل ج ه ونصل ا ب ب د ب ه . فلأن ا ج مثل ك د يكون ضرب ا ج في ج د مثل ضرب ك د في د ج ، الذي هو مثل ضرب د ك في ك ط ، الذي هو مثل ضرب ز ح في ح ه ، الذي هو مثل مربع ج ه . فضرب ا ج في ج د مثل مربع ج ه ، أعني مربع ج ب . فلأن ك د مثل ج ا و ج د مثل د م يكون ا د مثل ك م ، ولأن ضرب م ك في ك ل مثل ضرب ج ز في ز ف يكون ضرب ك م في م ح مثل ضرب ز ج في ج ح ، ونسبة م ح إلى ح ن كنسبة ج ح إلى ح ز ، فنسبة ضرب ك م في م ح إلى ضرب ك م في ح ن كنسبة ضرب ج ح في ح ز إلى مربع ح ز ، التي هي نسبة ضرب ف ز في ز ح إلى مربع ز ج وضرب ك م في م ح مثل ضرب ف ز في ز ج ، فضرب ك م في ح ن مثل مربع ز ج ، الذي هو مربع ج ه . و ن ح مثل د ه و ك م مثل ا د فضرب ا د في د ه مثل مربع ج ه ، أعني مربع ج ز . ولأن ضرب ا ج في ج د[٤٤] مثل مربع ج ب يكون مثلث ج ب د شبيها بمثلث ا ب ج ، فزاوية ب د ج مثل زاوية ا ب ج وزاوية ج ب د مثل زاوية ب ا ج / وزاوية ا ب ج مثل زاوية ا ج ب فزاوية ٣.
ب د ج مثل زاوية ب ج د، فخط ب د مثل خط ب ج ، فضرب ا د في د ه مثل مربع د ب،

٣٣ – ح ر ٣٤ – و ر ٣٥ – د ح ٣٦ – تقطع ٣٧ – ح د ٣٨ – كتبها أولا : فليتقاطعا ثم صححها عليها ٣٩ – القطعتان ٤٠ – لحد ٤١ – كتبها لحـ ه ولكنه صغر اللام فأصبحت مثل ك .
٤٢ – وليكن ٤٣ – مطموسة . ٤٤ – حـ ه



< الشكل الثاني >

فزاوية ب ه د مثل زاوية ا ب د ، وزاوية د ب ه مثل زاوية ب ا د ، فزاوية د ب ه[45] مثل زاوية ج ب د . ولأن مثلث ا ب ج شبيه بمثلث ج ب د يكون نسبة ا ب إلى ب ج[46] كنسبة ب د إلى د ج و ب ج مثل ب د و ب د مثل ه ج ، فنسبة ا ب إلى ب د كنسبة ه ج إلى ج د ونسبة ه ج إلى ج د كنسبة ا ج إلى ج ه وكنسبة ا ه الباقي إلى ه د الباقي ، فنسبة ا ب إلى ب د كنسبة ا ه إلى د ه ، فزاويتا ا ب ه ه ب د متساويتان ، فالزوايا الثلاث التي عند نقطة ب متساوية ، فإذا فصل من زاوية ا ج ب زاوية مثلُ زاوية ج ب د وقسمت الزاوية الباقية بنصفين كانت الزوايا الثلاث مثلَ الزوايا الثلاث التي عند نقطة ب ، فيصير زوايا مثلث ا ب ج مقسومة بسبع زوايا متساوية .

فإذا عمل في الدائرة مثلث شبيه بمثلث ا ب ج وقسمت زاويتا قاعدته بزوايا كلٌ واحدة[47] منها مساوية لكل واحدة من الزوايا التي عند نقطة ب وأخرجت الخطوط التي تقسم[48] الزاويتين إلى محيط الدائرة سبعة[49] أقسام متساوية فإذا أوترت القسيٌ بالخطوط المستقيمة حدث في الدائرة شكل ذو سبعة أضلاع متساوية ومتساوي الزوايا . فبهذه الطريقة يمكن أن يعمل في الدائرة مسبعٌ متساوي الأضلاع والزوايا ، وذلك ما أردنا أن نعمل .

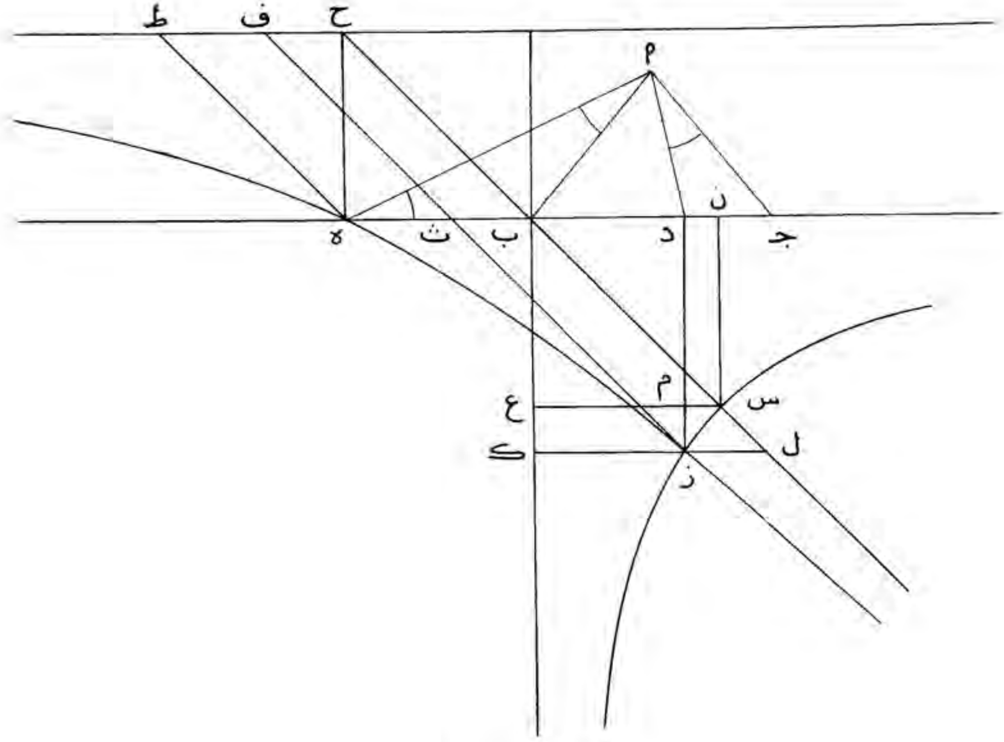
وأيضا فإنا / نفرض المثلث المتساوي الساقين الذي كل واحدة[50] من زاويتيه التي[51] على قاعدته جزآن والزاوية الباقية ثلاثة أجزاء ونستخرج[52] المسبع بهذا المثلث . ٢٠٣

فعلى طريق التحليل نفرض أن قد وجدنا مثلثا على هذه الصفة ، وليكن مثلث ا ب ج ، فليكن كلٌ واحدة[53] من زاويتي ب ج جزأين[54] ويكون زاوية ا ثلاثة أجزاء ، ونجعل زاوية ب ا د جزأين[54] < ونخرج ج ب إلى ه ونجعل ب ه مثل ب ا > فيكون مثلث ا ب د شبيها بمثلث ا ب ج ، < و > لأن زاوية ج جزآن فيكون ضرب ج ب في ب د مثل مربع ب ه ، ونصل ا ه فيكون زاويتا ب ا ه[55] ب ه ا متساويتين ، فكل واحدة منهما جزء واحد لأن زاوية ا ب ج جزآن وزاوية ج ا د جزء واحد . < و > لأن زاوية ب ا د جزآن وزاوية ب ا ج ثلاثة أجزاء فيكون زاوية ج ا د مثل زاوية ا ه ج ، فيكون مثلث ا د ج شبيهاً

٤٥ – الهاء مطموسة ٤٦ – مطموسة ٤٧ – واحد ٤٨ – يقسم ٤٩ – المقصود انقسم محيط الدائرة سبعة أقسام ٥٠ – واحد . ٥١ – التي جائزة على ضعف والأولى : اللتين . ٥٢ – كتبت هكذا : ويستخرج ٥٣ – واحد ٥٤ – جزئين ٥٥ – ب ر ه

بمثلث ا ه ج[56] ، فضرب ه ج في ج د مثل مربع ا ج ، و ا ج مثل ا ب ، و ا ب مثل ب ه فضرب ه ج في ج د مثل مربع ب ه ، فضرب ه ج في ج د مثل ضرب ج ب في ب د . فنقيم[57] على[58] خط ب ه عمود ه ح ونجعل ه ح مثل ب ه ونخرج من نقطة ح خط ح ط موازيا لخط[59] ب ه ونجعل ح ط مثل ه ب ونصل ح ب ط ه ونخرج ح ب[60] على استقامة في جهة ب ونقيم على خط ب ه عمود ب ك ونجعل ب ك مثل ب ج ، ونخرج من [من] نقطة ك خطا موازيا لخط[59] ب ج ، وليكن ك ل ، فهو يلقى خط ح ب[60] ، فليلقه على نقطة ل ، فيكون ل ك مثل ك ب لأن ب ه مثل ه ح ، ونخرج من نقطة د خطاً موازياً لخط ب ك ، وليكن د ز ، فهو يقطع خط ب ل ، فليقطعه على نقطة م ، ونخرج من نقطة ز[61] خطاً موازيا لخط ل ح ، فليكن ز ف[62] ، ونجعل ب ن[63] مثل ب ه[64] ، ونخرج ن س موازيا ل ب ك ، و س ع موازيا ل ب ج ، فيكون ن ع[65] مربع ب ه[66] ، ويكون ضرب ب ك في ك ز مساويا لمربع ب ه ،
فيكون ضرب د ز / في ز ك مثل ضرب ن س في س ع ، فالقطع الزائد الذي يمر بنقطة ٢٠٤ - ١
س <و> الذي لا يقع عليه خطا د ب ب ع يمر بنقطة ز ، فليكن ذلك القطع قطع س ز . ولأن نسبة ل ب إلى ب ك المساوي ل ب ج كنسبة ح ب[67] إلى ب ه[68] وكنسبة الجميع إلى الجميع ، فنسبة ل ح إلى ه ج[69] كنسبة ح ب[67] إلى ب ه[68] التي هي نسبة ضرب ح ب في ب ه إلى مربع ب ه . فنسبة ضرب ل ح في ج د إلى ضرب ه ج في ج د كنسبة ضرب ح ب في ب ه إلى مربع ب ه . وضرب ه ج في ج د مثل مربع ب ه ، فضرب ل ح في ج د[70] مثل ضرب ح ب في ب ه ، و ج د مثل ل ز ، و ل ز مثل ح ف ، و ل ح مثل ز ف ، فضرب ف ز في ز ل مثل ضرب ح ب في ب ه ، أعني ط ه في ه ب . فالقطع الزائد الذي يمر بنقطة ه ولا يقع عليه خطا ل ح ح ط يمر بنقطة ز ، فليكن ذلك القطع قطع ه ز . فنقطة ز هي تقاطع[71] قطعين زائدين . فإذا كان خط ب ه معلوم القدر[72] والوضع كان سطح ب ط[73] معلوم القدر والصورة ، وكان مربع ن ع[74] معلوم القدر والصورة ، فكانت نقطة س منه معلومة ، وكان خطا ك ب ب ح معلومي الوضع ، وكان قطع س ز معلوم الوضع ، وكان[75] خطا ح ل ح ط معلومي الوضع ، ونقطة ه تكون[76] معلومة فقطع ه ز يكون معلوم الوضع ، فنقطة ز هي تقاطع[77] قطعين معلومي الوضع .

٥٦ – ر ه ج ٥٧ – فيقسم ٥٨ – كتبها الناسخ فوق السطر ٥٩ – بخط ٦٠ – ج ب
٦١ – و ٦٢ – د ف ٦٣ – د ن ٦٤ – د ه ٦٥ – ل ع ٦٦ – ر ه
٦٧ – ح ر ٦٨ – ر ه ٦٩ – ه ح ٧٠ – ل د ٧١ – يقاطع ٧٢ – العدد
٧٣ – ر ط ٧٤ – النون مطموسة ٧٥ – فكان ٧٦ – يكون ٧٧ – يقاطع



< الشكل الثالث >

فإذا أخرج / من نقطة ز عمود ز د[78] ، وأخرج عمود ز ك ل ، وجعل ب ج مثل ٢٠٤-ب
ل ك ، كان د ج مثل ل ز ، فكان ضرب ج ب في ب د مثل مربع ب ه المعلوم ،
وكان خطا ب ا ا ج كل واحد منهما مساوٍ[79] لخط[80] ب ه المعلوم .

فلنركب هذا التحليل . فنفرض خطاً معلوما ، وليكن ب ه ، ونجعل ب ن[81] مثل ب ه ، ونعمل على ب ن مربعا ، وليكن ب ن س ع ، ونجيز على نقطة س القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ب ن[82] ب ع وليكن قطع س ز ونصل ب س ، وننفذه في الجهتين[83] إلى ح وإلى ل ، ونخرج من نقطة ه عمود ه ح ، ونجعله مثل ه ب ، ونخرج ح ط موازيا ل ب ه و ه ط موازيا ل ب ح ، ونجيز على نقطة ه القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ل ح ح ط فهذا القطع يقطع قطع س ز لأنه يقرب أبدا من خط ح ل ، فليقطعه على نقطة ز ، ونخرج من نقطة ز خط ز د موازيا لخط[84] ك ب[85] ، ونخرج ك ز ل موازيا لخط[84] ب د ، ونجعل د ج مثل ز ل ، فيكون ب ج مثل ك ل ، أعني ك ب ، فيكون ضرب ج ب في ب د مثل مربع ب ه < الذي هو > ن ع الذي هو مربع[86] ، فيكون ضرب ف ز في ز ل مثل ضرب ط ه في ه ب ونسبة ل ب إلى ب ك - أعني ب ج - كنسبة ح ب إلى ح ه - أعني ب ه - وكنسبة ح ل إلى ه ج[87] ، فنسبة ح ب إلى ب ه - أعني نسبة ضرب ط ه في ه ب إلى مربع ب ه - كنسبة ح ل إلى ه ج ، فنسبة ضرب ط ه في ه ب إلى مربع ه ب كنسبة ضرب ح ل في د ج إلى ضرب ه ج في ج د ، و ج د مثل ل ز ، و ح ل مثل ف ز ، فنسبة ضرب ف ز في ز ل إلى ضرب ه ج في ج د هي كنسبة[88] ضرب ط ه في ه ب إلى مربع ه ب ، وضرب ف ز في ز ل مثل ضرب ط ه في ه ب[89] ، فضرب ه ج في ج د مثل مربع ب ه ، فضرب ه ج في ج د مثل ضرب ج ب في ب د ، فنسبة ه ج إلى ج ب كنسبة ب د إلى د ج ، و ه ج أعظم من ج ب ، ف د ب / أعظم من د ج ، ف ب ن أعظم بكثير من د ج ، فخطا ب ه[90] ب ن[91] أعظم ٢٠٥-ا
بكثير من ب ج . فقد يمكن أن يُعمل من خطوط ه ب ب ن[92] ب ج مثلث . فليكن ذلك مثلث ب ا ج ، فيكون كل واحد من خطي ب ا ج ا مثل خط ب ه ، فضرب ج ب في ب د مثل مربع ب ا ، فمثلث ا ب د شبيه بمثلث ا ب ج ، فزاوية ب ا د مثل زاوية ا ج ب ،

٧٨ - ر ٧٩ - مساوى ٨٠ - بخط ٨١ - ب ل ٨٢ - ر ب ٨٣ - الجهين
٨٤ - بخط ٨٥ - ك ر ٨٦ - ن ع الذي هو مربع : فوق السطر ٨٧ - ح ج ٨٨ - بنسبة
٨٩ - ه ر ٩٠ - ر ه ٩١ - ر ل ٩٢ - ب ل

وزاوية ا د ب مثل زاوية ب ا ج ، وضرب ه ج في ج د مثل مربع ب ه فهو مثل مربع ج ا، فمثلث ا د ج شبيه بمثلث ا ه ج وزاوية ج ا د مثل زاوية ا ه ج ، وزاوية ا ب ج ضعف زاوية ا ه ج لأن ا ب مثل ب ه ، فزاوية ا ب ج[٩٣] ضعف زاوية ج ا د ، فزاوية ا د ب ثلاثة أمثال زاوية ج ا د وزاوية ا د ب مثل زاوية ب ا ج ، فزاوية ب ا ج ثلاثة أمثال زاوية ج ا د ، ومثلث[٩٤] ا ب ج متساوي الساقين اللذين هما ا ب ا ج . فكل واحدة من زاويتي ا ب ج ا ج ب[٩٥] جزآن بالمقدار الذي به زاوية ب ا ج ثلاثة أجزاء .

فإذا عُمل[٩٦] في الدائرة مثلث شبيه بمثلث ا ب ج وقُسمت كل واحدة من زاويتي قاعدته بنصفين وفُصل من زاوية رأسه مثل زاوية قاعدته وقُسمت بنصفين انقسمت زوايا المثلث سبعة أقسام متساوية . فإذا أخرجت الخطوط التي تفصل[٩٧] الزوايا إلى محيط الدائرة انقسم محيط الدائرة سبعة أقسام متساوية . / فإذا أُوترت بالخطوط المستقيمة حدث في الدائرة مسبع متساوي الأضلاع والزوايا ، وذلك ما أردنا أن نعمل . ٢٠٥ و

وأيضاً فإنا نفرض المثلث المتساوي الساقين ، الذي كل واحدة من زواياه التي على قاعدته جزء واحد ، وزاوية رأسه خمسة أجزاء ، ويُستخرج المسبع بهذا المثلث على طريق التحليل .

نفرض أنا قد وجدنا مثلثا على هذه الصفة ، وليكن مثلث ا ب ج ، وليكن كل واحدة من زاويتي ا ب ج ا ج ب[٩٨] جزءا واحدا ، ويكون زاوية ب ا ج خمسة أجزاء . ونجعل زاوية ج ا د مثل زاوية ا ب ج ، ونجعل زاوية د ا ه أيضاً مثل زاوية ا ب ج، فلأن زاوية ج ا د مثل زاوية ا ب ج يكون مثلث ا ج د شبيهاً بمثلث ا ب ج ، فيكون نسبة ب ج إلى ج ا كنسبة ا ج إلى ج د ، فضرب ب ج في ج د مثل مربع ج ا [و] و ج ا مثل ا ب ، فضرب ب ج في ج د مثل مربع ا ب . ولأن زاوية د ا ه مثل زاوية ا ب د يكون مثلث ا د ه شبيها بمثلث ا ب د ، فضرب ب د في د ه مثل مربع د ا ، و د ا مثل د ج لأن زاوية ج ا د مثل زاوية ا ج د ، فضرب ب د في د ه مثل مربع د ج . ولأن كل واحدة[٩٩] من زاويتي ج ا د د ا ه مساوية لزاوية ا ب د المساوية لزاوية ا ج د يكون زاوية ا ه ب ثلاثة أمثال زاوية ا ج ب ، وزاوية ب ا ج خمسة

٩٣ – الحروف محوة ٩٤ – فمثلث ٩٥ – ا د ب ٩٦ – عملت ٩٧ – يفصل
٩٨ – ا ج د ٩٩ – واحد

أمثال زاوية اجب ، وزاوية ه اج ضعف زاوية اجب ، فزاوية ب اه ثلاثة أمثال زاوية اجب ، فزاوية ب اه مثل زاوية اه ب ، فخط اب مثل خط ب ه ، فضرب ب ج في جد مثل مربع ه ب . ونجعل د ك مثل د ج ، ونقيم على نقطة ك عمود ك ل ونجعله مساويا لـ ك د ، ونقيم أيضا على نقطة د عمود د ز ونجعله مساويا لـ د ك ، ونصل ز ك د ل ، ونقيم على نقطة ب عمود ب ح[100] ونجعله مساويا لـ ب ه[101] ونصل ح ه ونبعده إلى م ، فيكون د م مثل / د ه ، ونخرج خط د ل[102] إلى أن يلقى خط ب ح . فليلقه على نقطة ط. ٢٠٦-ا
فلأن ح ب مـــــواز لـ د م يكون نسبة ح ه إلى ه ب[103] كنسبة م ه إلى ه د وكنسبة ح م إلى ب د ، ونسبة ح ه إلى ه ب كنسبة ز ك إلى ك د[104] ، فنسبة ح م إلى ب د كنسبة ز ك إلى ك د ، ونسبة ح م إلى ب د هي كنسبة ضرب ح م في ه د < إلى ضرب ب د في ه د > ، فنسبة ضرب ح م في ه د < إلى > ضرب ب د في ه د هي نسبة ز ك إلى ك د ، أعني نسبة ز ك إلى ك ل التي هي نسبة ضرب ز ك في ك ل إلى مربع ك ل . وضرب ب د في ه د مثل مربع د ج[105] المساوي لـ ك ل ، فضرب ح م في د ه مثل ضرب ز ك في ك ل . و ه د مثل د م ، و د م مثل ح ط ، فضرب ح م في ح ط مثل ضرب[106] ز ك في ك د . فالقطع الزائد الذي يمرّ بنقطة ك ولا يقع عليه خطا ز د د ط يمرّ بنقطة ح . فليكن ذلك القطعُ قطعَ ك ح. ولأن ضرب ب ج في ج د مثل مربع ه ب ، و ه ب مثل ب ح[107] يكون القطع المكافىء — الذي سهمه ب ج وضلعه القائم د ج ورأسه نقطة ج — يمرّ بنقطة ح . فليكن ذلك القطعُ قطعَ ج ح ، فنقطة ح على تقاطع القطعين . فإذا كان د ج معلوماً كان القطعان معلومي الوضع ، وكانت نقطة ح معلومةً وكانت نقطتا[108] ه ب معلومتين .

فلْنركبْ هذا التحليل . فنفرض خطاً معلوماً ، وليكن ج د ، ونقسمه بنصفين على نقطة د ، ونقيم على نقطتي د ك عمودين ، وليكونا د ز ك ل ، ونجعل كل واحد من د ز ك ل[109] مساويا لـ ك د ، ونصل ز ك د ل[110] ، ونخرج د ل على استقامة إلى ط ، ونجيز على نقطة ك القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ز د د ط / وليكن قطع ك ح ، ونخرج د ك ٢٠٦-ب
على استقامة في جهة ك ، ونرسم على نقطة ج القطع المكافىء الذي سهمه ج ك ورأسه نقطة ج وضلعه القائم خط ج د ، وليكن قطع ج ح . فهذا القطع يقطع خط د ط لأن كلّ خط

[100] - ب ج [101] - ب [102] - د ب [103] - ه د [104] - ك ر [105] - ر ح
[106] - فوق السطر [107] - ب ج [108] - نقتطا [109] - ك ن [110] - د ن

< الشكل الرابع >

يقطع[111] سهم القطع المكافىء فهو يقطع محيط القطع على نقطتين عن جنبتي السهم ، فقطعُ ج ح[112] يقطع خط د ط ، ثم إذا تجاوز خط د ط بَعُدَ عن خط د ط وذلك أن الخط الذي يخرج من نقطة التقاطع مماساً للقطع يقطع خط د ط[113] ، وإذا أخرج في الجهتين بَعُدَ عن خط د ط . والقطع دون الخط المماس قطع ج ح المكافىء إذا بَعُدَ عن نقطة التقاطع بَعُدَ عن خط د ط ، وقطع ك ح كلما خرج قَرُبَ من خط د ط . فمن أجل ذلك يلزم أن يتقاطع القطعان . فليتقاطع القطعان على نقطة ح ونخرج عمود ح ب على سهم القطع المكافىء ، ونخرج من نقطة ح أيضاً خطا موازيا لخط د ل[114] ، وليكن ح ه م ، فيكون كل واحد من مثلثي ح ب ه ه د م شبيها بمثلث د ك ل ، فيكون ح ب[115] مثل ب ه و ه د مثل د م ، ويكون نسبة ح ه إلى ه ب[116] كنسبة ل د[117] إلى د ك [وكنسبة ن د إلى د ك] وكنسبة م ه إلى ه د وكنسبة ح م إلى ب د . فنسبة ح م إلى ب د كنسبة ل د إلى د ك ، أعني نسبة ز ك إلى ك ل . فنسبة ضرب ح م في ه د إلى ضرب ب د في د ه كنسبة ز ك إلى ك ل التي هي نسبة ضرب ز ك في ك ل إلى مربع ك ل . و ه د مثل د م و د م مثل ح ط ، فنسبة ضرب ح م[118] في ح ط إلى ضرب ب د[119] في د ه كنسبة ضرب ز ك في ك ل إلى مربع ك ل . وضرب ح م في ح ط مثل ضرب ز ك في ك ل ، فضرب[120] ب د في د ه مثل مربع ك ل ، أعني < مربع > د ك ، و د ك مثل د ج ، فضرب ب د في د ه مثل مربع د ج . ولأن ك ج ضعفُ ج د ، يكون ضرب ك ج في ج د ضعف مربع ك ل ، فيكون نقطة ل في داخل / القطع ، فالقطع يقطع خط د ط من وراء نقطة ل ، فنقطة ح من وراء نقطة ل ، ١٠١-٢٠٧ فخط ح ب من وراء خط ك ل ، فخط ب د أعظم من خط د ك . وضرب ب د في د ه مثل مربع د ك ، ف د ه أصغر من د ك ، فهو أصغر من د ج . و ه ج أقلُّ من ضعف د ج ، وضرب ب ج في ج د مثل مربع ح ب ، و ح ب مثل ب ه ، فضرب ب ج في ج د مثل مربع ه ب ، فضرب ب ج في ج ه أقلُّ من ضعف مربع ه ب ، ف ه ج أصغر من ه ب ، فضعف ه ب أعظم من ب ج ، فيمكن أن نعمل على خط ب ج مثلثاً[121] متساوي الساقين يكون قاعدته خط ب ج وضلعاه الباقيان كلٌّ واحد منهما مساوٍ ل ب ه ، فليكن ذلك المثلث مثلث ا ب ج . ونصل ا د ا ه . فلأن ا ج مثلُ ه ب يكون ضرب ب ج في ج د مثل مربع ج ا ، فمثلث

١١١ – يقع ١١٢ – د ح ١١٣ – ر ط ١١٤ – ر ك ١١٥ – ح د ١١٦ – ه د
١١٧ – ن د ١١٨ – أعاد كتابة الحرف الأخير من ضرب فكتب ب ح م ١١٩ – ر د ١٢٠ – وضرب
١٢١ – مثلث

ا جـ د شبيه بمثلث ا ب جـ ، ونسبة ب جـ إلى جـ ا كنسبة ا جـ إلى جـ د ، فزاوية جـ ا د [شبيه بمثلث] < مساوية لزاوية > ا ب جـ المساوية لزاوية ا جـ ب ، فزاوية[122] جـ ا د مثل زاوية ا جـ ب ، فخط ا د مثل خط د جـ ، فضرب ب د في د ه مثل مربع د ا ، فمثلث ا د ه شبيه بمثلث ا ب د ، فزاوية د ا ه مثل زاوية ا ب د المساوية لزاوية ا جـ د . فبالمقدار الذي به زاويةُ ا جـ ب جزء واحد < تكون > به زاوية ا ه ب ثلاثة أجزاء . ولأن ا ب مثل ب ه يكون زاوية ب ا ه مثل زاوية ب ه ا ، فزاوية ب ا ه ثلاثة أجزاء بالمقدار الذي به زاوية ا جـ ب جزء واحد ، وزاوية جـ ا ه بهذه الأجزاء جزآن ، فزاوية ب ا جـ خمسة أجزاء بالأجزاء التي بها كلُّ واحدة من زاويتي ا ب جـ ا جـ ب جزء واحد . فإذا عمل في الدائرة مثلث شبيه بمثلث ا ب جـ — وفصلت زاوية ب ا جـ[123] < خمس زوايا > كل واحدة منها مساوية لزاوية ا ب جـ — انقسمت زوايا المثلث سبعة أجزاء متساوية . وإذا أخرجت الخطوط حتى تلقى[124] محيط الدائرة ، انقسمت الدائرة سبعة أقسام متساوية . فإذا أوترت القسيّ بالخطوط مستقيمةً / حدث في الدائرة مسبع متساوي الأضلاع والزوايا . وذلك ما أردنا أن نعمل. ٢٠٧-و

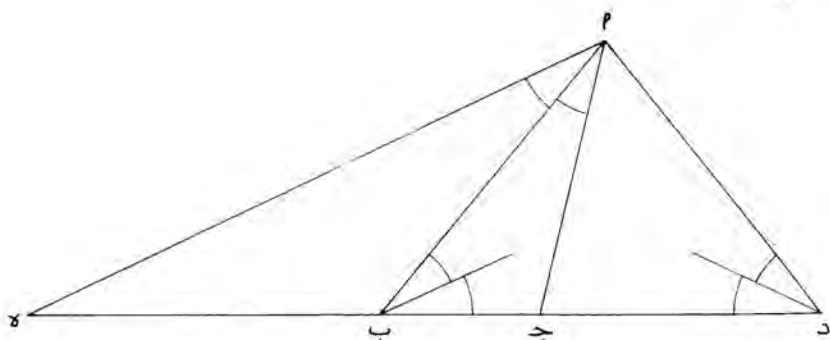
وأيضا فإنا نفرض المثلث الذي إحدى زواياه جزء واحد والزاوية الأخرى جزآن والزاوية الباقية أربعة أجزاء ونستخرج المسبع بهذا المثلث .

فعلى طريق التحليل نفرض أنا قد وجدنا مثلثا على هذه الصفة ، وليكن مثلثَ ا ب جـ ، وليكن زاوية ا[125] منه جزءاً[126] واحدا وزاوية ب منه جزأين[127] وزاوية جـ منه أربعة أجزاء ، ونجعل زاوية ب جـ د جزءاً واحداً ، فيكون زاوية ا جـ د ثلاثة أجزاء ويكون زاوية ا د جـ أيضا ثلاثة أجزاء لأنها مثل زاويتي ا ب جـ ب جـ د ، فيكون مثلث ا جـ د هو المثلث الأول من المثلثات التي استخرجناها . فإذا استخرجنا المثلث الأول كان شبيها بمثلث ا د جـ . فإذا جعلنا[128] زاوية د جـ ب مثل زاوية جـ ا د صارت زاوية ا جـ ب أربعة أجزاء وصارت زاوية ا ب جـ جزأين[127] . وأيضا فإنا إذا جعلنا زاوية ب جـ ه جزأين[127] كانت زاوية جـ ه ب ثلاثة أجزاء لأن زاوية ه ب جـ جزآن[129] ، فيكون مثلث ب ه جـ هو المثلث الثاني من المثلثات التي استخرجناها . فإذا جعلنا زاوية ه جـ ا مثل زاوية ه جـ ب صارت زاوية ا جـ ب أربعة[130] أجزاء وصارت جـ ا ب جزءا واحدا . وأيضا فإنا إذا جعلنا زاوية ا جـ ز

١٢٢ – زاوية ١٢٣ – ب ا جـ د وان ١٢٤ – يلقى ١٢٥ – ب ١٢٦ – جزأ
١٢٧ – جزئين ١٢٨ – جعلن ١٢٩ – جزئن ١٣٠ – ابعة

مثل زاوية جا ز كانت زاوية ز جب ثلاثة أجزاء ، فيكون زاوية از جـ خمسة أجزاء لأنها مثل زاويتي ز جب جب ز فيكون مثلث از جـ هو المثلث الثالث من المثلثات التي استخرجناها. فإذا جعلنا زاوية / ز جـ د مثل زاوية جـ ز د التي هي جزآن لأنها مثل زاويتي اجز جاز ٢٠٨-١ صارت < زاوية > جـ د ز[131] ثلاثة أجزاء . ثم إذا جعلنا زاوية جا ز < جزءا واحدا > صارت زاوية اجب أربعة أجزاء وزاوية جاب جزءاً واحداً فيكون زاوية اب جـ جزأين[127] ، فمثلث اب جـ رجع إلى كلٍّ واحد من المثلثات الثلاث التي قدمنا بيانها . فـإذا أردنا[132] عمل المسبع بالمثلث الذي إحدى زواياه جزء واحد والزاوية الأخرى جزآن والثالثة أربعة أجزاء استخرجنا واحدا من المثلثات التي تقدمت وزدنا في إحدى زواياه الزيادة التي بيناها الآن . فنجد بـذلك المثلث الذي إحدى زواياه جزء واحد والأخرى جـزآن والثالثة أربعة أجزاء .

وقد يمكن أن يعمل[133] هذا المثلث من غير أن يُرَدَّ إلى واحد من المثلثات المتقدمة . فلنُعِدِ المثلث ونخرجْ ب جـ في الجهتين ونجعل[134] جـ د مثل جـ ا و ب ه مثل ب ا ، ونصل اه اد .



< الشكل الخامس >

فلأن زاوية اجب أربعـة أجزاء يكون ادجـ جزأين[127] وزاوية اب جـ جـزأين[127] فزاوية < ب اد ثلاثة أجزاء وزاويتا ابد > ادب[135] متساويتان[136] ، فخط اد مثل خط

١٣١ – اجزاء ١٣٢ – أدرنا ١٣٣ – يحمل ١٣٤ – ونجعله ١٣٥ – ب د
١٣٦ – متساويتين

اب ، و اب مثل ب ه[١٣٧] ، و ا د[١٣٨] مثل ب ه . ولأن زاوية اب ج جزآن يكون زاوية اه ب جزءا واحدا ، فزاوية اه ج مثل زاوية ب اج ، فمثلث اب ج شبيـه بمثلث اه ج، فضرب ه ج في ج ب مثل مربع ج ا ، و ج ا مثل ج د فضرب ه ج[١٣٩] في ج ب مثل مربـع ج د . ولأن اج مثل ج د يكون زاوية د اج مثل زاوية ا د ج ، وزاوية اج ب أربعة أجزاء، فزاوية د اج جزآن ، وزاوية اب ج جزآن ، فزاوية د اج مثل زاويـة اب ج ، فمثلث ا د ج شبيه بمثلث اب د ، فضرب ب د في د ج مثـل مربع د ا ، و د ا مثل ب ه ، فضرب ب د في د ج مثل مربع د ه ، فخط ه د مقسوم[١٤٠] بثلاثة أقسام وضرب ب د / في د ج[١٤١] ١٠٨
مثل مربع ب ه وضرب ه ج في ج ب مثل مربع ج د . والخط المقسوم على هذه النسبة هو الذي يتمّ مقدمةَ أرشميدس . وهذا الخط هو الذي قسمه أبو سهل الكوهي وركب منـه المثلث الذي إحدى زواياه جزء[١٤٢] واحد والزاوية الأخرى جزآن والزاوية الثالثة أربعة أجزاء ، واستخرج به ضلع المسبع .

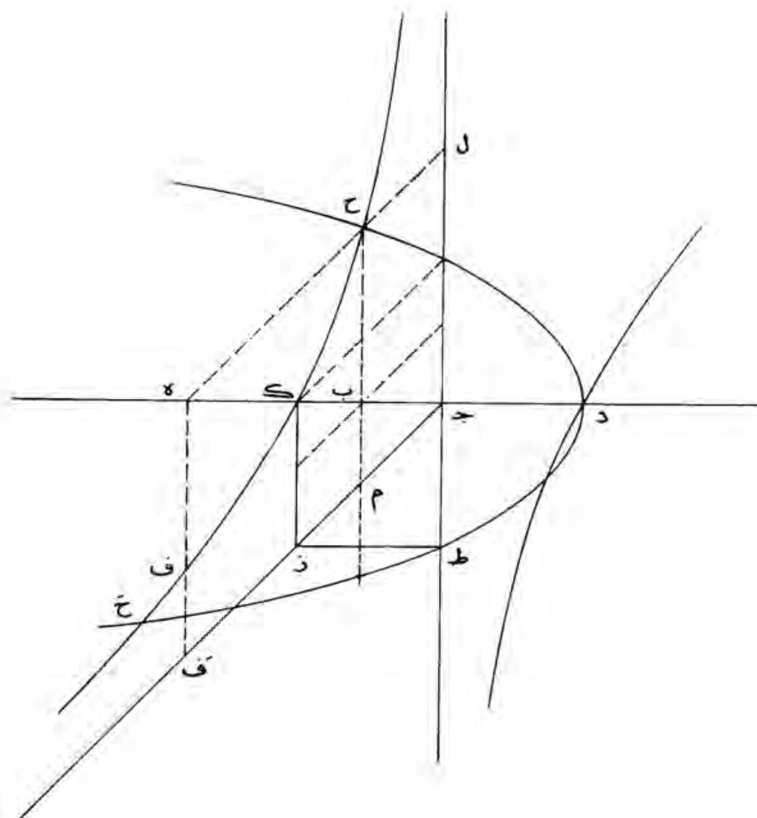
ونحن نقسم هذا الخط بطريق غير الطريق الذي قسم به أبو سهـل ونبيّن قسمته[١٤٢]ـ أولا بالتحليل . فنجعل ج ك مثل ج د ونقيم على نقطة ك عمـود ك ز[١٤٣] ونجعله مساويـا ا ك ج ، ونخرج من نقطـة ز خطا موازيا ا ك ج ، وليكن ز ط ، ونجعل ز ط مثل ز ك ، ونصل ز ج ط ك ، ونقيم على نقطة ج عمود ج ل < على خط ب ج ونخرج ب ح عمـودا على ب ج ونجعل ب ح مساويا ا ب ه . فخط ب ح يقطع ز ج على نقطـة م > ونعمل على نقطة د القطع المكافىء الذي سهمه خط د ب وضلعه القائم د ج < ولأن ح ب مثل ه ب ومربـع ه ب مساوٍ لضرب ب د في د ج يكون مربع ح ب مساويا لضرب ب د في د ج ، فيمرّ القطع المكافىء بنقطة ح > وليكن قطع د ح[١٤٤] . ونرسم على نقطة ك القطع الزائد الذي لا يقع عليـه خطا ز ج ج ل . <ولأن ك ز مثل ك ج يكون ب م مساويا ا ب ج ، فيكون ح م مساويا ا ه ج ، ولكن ضرب ه ج في ج ب مثـل مربع ج ب ، فيكون ضرب م ح في ج ب مساويا لضرب ك ز في ك ج ويكون نسبـة ح ل إلى ب ج كنسبة م ج إلى ب ج وكنسبة ز ج إلى ك ج ، فيكون نسبـة ضرب ح ل في م ح إلى ضرب ب ج في م ح كنسبة ضرب ز ج في ك ز إلى ضرب ك ج في ك ز ، فيكون ضرب م ح في ح ل مثل ضرب ز ج

١٣٧ – د ه   ١٣٨ – د د   ١٣٩ – كرر باء ما قبلها فكتبها ب ه ج   ١٤٠ – مقسومة
١٤١ – د ه   ١٤٢ – ج   ١٤٢ – ه قسميه   ١٤٣ – ك د   ١٤٤ – د ج

في كز ، فيكون ح على القطع الزائد > * فهذا القطع يقطع قطع دح[١٤٤] لأن هذا القطع أعني الزائد يقرب[١٤٥] أبدا من خط جل والقطع المكافىء يقطع جل ثم يتجاوزه ويبعد عنه ، فليتقاطع القطعان على نقطة ح ، فنقطة ح من وراء خط جل ، أعني مما يلي نقطة ل[١٤٦] لأن القطع الزائد يكون أبدا من وراء خط جل* . ونخرج من نقطة ح عمود ح ب ؛ ونخرج ح ه موازيا لخط[١٤٧] زج ، فإذا كان خط جد معلوما كان جك معلوم القدر والوضع ، فكان شكل كزط معلوم القدر والصورة وكانت نقطة ك معلومة فيكون القطع
٢٠٩-١ الزائد معلوم الوضع . ولأن جد معلوم القدر يكون القطع المكافىء / معلوم الوضع ، فنقطة ح تكون[١٤٨] معلومة ، ويكون نقطة ب معلومة هي التي تعمل المثلث[١٤٩] .

ولنركب هذا التحليل . فنفرض خطا معلوما ، وليكن كد ، ونقسم بنصفين على نقطة ج ، ونقيم على نقطة ك عمود كز ونجعله مثل كج ، ونخرج من نقطة ز خطا موازيا لخط[١٥٠] كج ، وليكن زط ، ونجعل زط مثل كج ، ونصل زج[١٥١] طك ؛ ونخرج من نقطة ج عمود جل ، ونجيز على نقطة ك القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا زج جل ، ونُجيز على د القطع المكافىء الذي سهمه كد وضلعه القائم جد ، فهذا القطع يقطع القطع الزائد للعلة التي ذكرناها من قبل . فليتقاطعا على نقطة ح ، ونخرج عمود ح ب[١٥٢] ، ونخرج ح ه موازيا لـ زج ونُبْعِد[١٥٣] ح ب[١٥٤] إلى م فيكون ح ب مثل ب ه و ب م[١٥٥] مثل ب ج ، فيكون ح م مثل جه[١٥٦] و ح ل مثل مج ، فيكون ضرب ه ج في جم مثل ضرب ح م في مج ، وضرب ح م في مج مثل ضرب ط ك في كج ونسبة مج إلى جب كنسبة زج إلى جك ، أعني نسبة ط ك إلى كج التي هي نسبة ضرب ط ك في كج[١٥٧] إلى مربع كج . فنسبة ضرب ه ج في جم إلى ضرب ه ج في جب كنسبة ضرب ط ك في كج إلى مربع كج ، وضرب ه ج في جم مثل ضرب ط ك في كج ، فضرب ه ج في ج ب مثل مربع ج ك ، أعني جد ، وضرب ب د في دج مثل مربع ح ب ، و ح ب مثل ب ه ، فضرب ب د في دج

١٤٥ – تقرب ١٤٦ – ك * ... * هذه الفقرة يجب أن تكون في التركيب لا في التحليل كما وردت في النص ولكننا أبقيناها كما هي . ومن الواضح أنه يجب إضافة ما أضفنا ووضع هذه الفقرة في التركيب حتى يستقيم التحليل ١٤٧ – بخط ١٤٨ – يكون ١٤٩ – المثلثة ١٥٠ – بخط ١٥١ – ر ط ١٥٢ – ح ح ١٥٣ – وبعد ١٥٤ – ح ب ١٥٥ د م ١٥٦ – فوق السطر هكذا ح ه ١٥٧ – كح



< الشكل السادس >

مثل مربع ب ه . فقد قسمنا خط ه د بثلاثة أقسام حتى صار ضرب ه ج في ج ب مثل مربع ج د ، وصار ضرب ب د في د ج مثل مربع ب ه[158] .

فلأن ضرب ه ج في ج ب مثل مربع ج د يكون ج د أعظم من ج ب ويكون ه ج – الذي هو مجموع ه ب و ب ج – أعظم من ج د . ولأن ضرب ب د[159] في د ج مثل مربع ب ه فيكون ب ه < أعظم من ج د ويكون / ب د – الذي هو مجموع ب ج و ج د – أعظم من ب ه . فكل خطين من خطوط ه ب ب ج ج د أعظم من الخط الباقي . فقد يمكن أن يعمل[160] من هذه الخطوط الثلاثة مثلث ، وليكن ذلك المثلث مثلث ا ب ج ، وليكن ا ب مثل ب ه و ا ج مثل ج د ، ونصل ا ه ا د . فيكون ضرب ه ج في ج ب مثل مربع ج ا ، فنسبة ه ج إلى ج ا كنسبة ا ج إلى ج ب ، فمثلثا ا ج ب ا ه ج متشابهان ، فزاوية ج ا ب مثل زاوية ا ه ب التي هي نصف زاوية ا ب ج . ولأن ضرب ب د في د ج مثل مربع ب ا و د ج مثل ج ا يكون ضرب ب ج في ج د مع مربع ج ا مثل مربع ب ا ، فمثلث ا ب د متساوي الساقين ، فخط د ا مثل خط ب ا ، فضرب ب د في د ج مثل مربع د ا ، فمثلث ا د ج شبيه بمثلث ا ب د ، فزاوية د ا ج مثل زاوية ا ب د التي هي مثل زاوية ا د ب ، فكل واحدة من زاويتي ا د ج ج ا د جزآن بالمقدار الذي به زاوية ب ا ج جزء واحد ، فزاوية ا ج ب أربعة أجزاء بالمقدار الذي به زاوية ب ا ج جزء واحد . فإذا قسمت زاوية ا ج ب[161] بنصفين ، وقسم كل نصف منها بنصفين ، انقسمت زوايا المثلث بسبعة أقسام متساوية . ٢٠٩ – ب

وإذا أخرجت الخطوط التي ينقسم بها الزوايا إلى محيط الدائرة انقسم محيط الدائرة سبعة أقسام ، فإذا أوترت بخطوط مستقيمة حدث في[162] الدائرة مسبع متساوي الأضلاع والزوايا . / ٢١٠ – ا

فقد عملنا في الدائرة مسبعاً متساوي الأضلاع والزوايا بكل وجه يمكن أن نعمل به المسبع ، وذلك ما قصدنا له في هذه المقالة .

والحمد لله على التمام والصلوة على أفضل الأنام وآله الكرام

تم رسم أشكالها على ما في النسخة المنقولة عنها في الليلة المتممة للعشرين من شعبان سنة ١١٥٨ .

١٥٨ – د ، ١٥٩ – ب ح ١٦٠ – نعمل ١٦١ – اب ح ١٦٢ – د

Puisque le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ est égal au carré de $\overline{CD}$, $\overline{CD}$ est plus grand que $\overline{CB}$, et $\overline{EC}$, qui est la somme de $\overline{EB}$ et de $\overline{BC}$, est plus grand que $\overline{CD}$. Puisque le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$ est égal au carré de $\overline{BE}$, $\overline{BE}$ est plus grand que $\overline{CD}$, et/$\overline{BD}$, qui est la somme de $\overline{BC}$ et de $\overline{CD}$, est plus grand que $\overline{BE}$. Donc la somme de deux quelconques des droites $\overline{EB}$, $\overline{BC}$, $\overline{CD}$ est plus grande que la droite qui reste. Il est donc possible de construire un triangle à partir de ces trois droites. Soit ce triangle le triangle $\overline{ABC}$. Soit $\overline{AB}$ égal à $\overline{BE}$, et $\overline{AC}$ égal à $\overline{CD}$. Joignons $\overline{AE}$ et $\overline{AD}$. Le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ est donc égal au carré de $\overline{CA}$. Le rapport de $\overline{EC}$ à $\overline{CA}$ est donc égal au rapport de $\overline{AC}$ à $\overline{CB}$. Les deux triangles $\overline{ACB}$ et $\overline{AEC}$ sont donc semblables. L'angle $\overline{CAB}$ est donc égal à l'angle $\overline{AEB}$, qui est la moitié de l'angle $\overline{ABC}$. Puisque le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$ est égal au carré de $\overline{BA}$, et que $\overline{DC}$ est égal à $\overline{CA}$, le produit de $\overline{BC}$ par $\overline{CD}$ plus le carré de $\overline{CA}$ est égal au carré de $\overline{BA}$. Le triangle $\overline{ABD}$ est alors isocèle; la droite $\overline{DA}$ est donc égale à la droite $\overline{BA}$. Le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$ est donc égal au carré de $\overline{DA}$. Le triangle $\overline{ADC}$ est donc semblable au triangle $\overline{ABD}$; l'angle $\overline{DAC}$ est donc égal à l'angle $\overline{ABD}$, qui est égal à l'angle $\overline{ADB}$. Chacun des deux angles $\overline{ADC}$ et $\overline{CAD}$ est deux parties suivant la grandeur par laquelle l'angle $\overline{BAC}$ est une seule partie. L'angle $\overline{ACB}$ est quatre parties, suivant la grandeur par laquelle l'angle $\overline{BAC}$ est une seule partie. Si donc on divise l'angle $\overline{ACB}$ en deux moitiés, et qu'on divise chaque moitié en deux moitiés, les angles du triangle se divisent en sept parties égales. Si on mène les droites par lesquelles on a divisé les angles à la circonférence du cercle, la circonférence du cercle se divise en sept parties. Si on trace leurs cordes, il se forme dans le cercle un heptagone de côtés et d'angles égaux./

Nous avons construit dans le cercle un heptagone de côtés et d'angles égaux selon tous les cas par lesquels on peut construire l'heptagone. Tel était notre but dans ce traité.

Louange à Dieu pour avoir terminé, et bénédiction au plus distingué des hommes et à sa noble famille.

Le tracé des figures de ce *Traité* a été effectué conformément à l'exemplaire à partir duquel il a été copié, dans la nuit qui achève le vingt du mois de Shacbān, 1158.

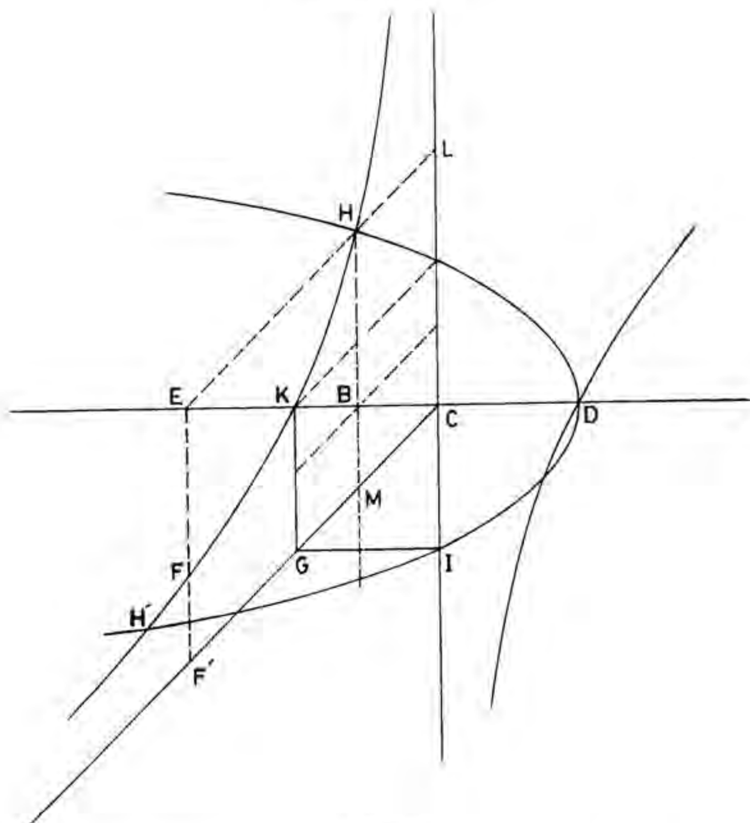


Fig. 6

au produit de $\overline{IK}$ par $\overline{KC}$. Or le rapport de $\overline{MC}$ à $\overline{CB}$ est égal au rapport de $\overline{GC}$ à $\overline{CK}$, c'est-à-dire au rapport de $\overline{IK}$ à $\overline{KC}$, qui est égal au rapport du produit de $\overline{IK}$ par $\overline{KC}$ au carré de $\overline{KC}$. Le rapport du produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CM}$ au produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ est donc égal au rapport du produit de $\overline{IK}$ par $\overline{KC}$ au carré de $\overline{KC}$. Mais le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CM}$ est égal au produit de $\overline{IK}$ par $\overline{KC}$. Le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ est donc égal au carré de $\overline{CK}$, c'est-à-dire ⟨au carré⟩ de $\overline{CD}$. Mais le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$ est égal au carré de $\overline{HB}$. Et $\overline{HB}$ est égal à $\overline{BE}$; le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$ est donc égal au carré de $\overline{BE}$. Nous avons donc divisé la droite $\overline{ED}$ en trois parties telles que le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ soit égal au carré de $\overline{CD}$, et que le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$ soit égal au carré de $\overline{BE}$.

Nous allons démontrer sa division d'abord par l'analyse

Posons $\overline{CK}$ égal à $\overline{CD}$, élevons au point $\overline{K}$ la perpendiculaire $\overline{KG}$, et posons-la égale à $\overline{KC}$. Menons du point $\overline{G}$ une droite parallèle à $\overline{KC}$; soit $\overline{GI}$. Posons $\overline{GI}$ égale à $\overline{GK}$. Joignons $\overline{GC}$ et $\overline{IK}$. Au point $\overline{C}$ élevons la perpendiculaire $\overline{CL}$ sur la droite $\overline{BC}$, menons $\overline{BH}$ perpendiculaire à $\overline{BC}$, et posons $\overline{BH}$ égal à $\overline{BE}$. La droite $\overline{BH}$ coupe $\overline{GC}$ au point $\overline{M}$. Au point $\overline{D}$, traçons la parabole d'axe $\overline{DB}$, de côté droit $\overline{DC}$. Puisque $\overline{HB}$ est égal à $\overline{EB}$, et que le carré de $\overline{EB}$ est égal au produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$, le carré de $\overline{HB}$ est égal au produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$. La parabole passe donc par le point $\overline{H}$. Soit la section $\overline{DH}$. Traçons l'hyperbole qui passe par le point $\overline{K}$ et ayant pour asymptotes les deux droites $\overline{GC}$ et $\overline{CL}$. Puisque $\overline{KG}$ est égal à $\overline{KC}$, $\overline{BM}$ est égal à $\overline{BC}$; $\overline{HM}$ est donc égal à $\overline{EC}$. Mais le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ est égal au carré de $\overline{CD}$. Le produit de $\overline{MH}$ par $\overline{CB}$ est donc égal au produit de $\overline{KG}$ par $\overline{KC}$, et le rapport de $\overline{HL}$ à $\overline{BC}$ est donc égal au rapport de $\overline{MC}$ à $\overline{BC}$, qui est égal au rapport de $\overline{GC}$ à $\overline{KC}$. Le rapport du produit de $\overline{HL}$ par $\overline{MH}$ au produit de $\overline{BC}$ par $\overline{MH}$ est donc égal au rapport du produit de $\overline{GC}$ par $\overline{KG}$, au produit de $\overline{KC}$ par $\overline{KG}$. Le produit de $\overline{MH}$ par $\overline{HL}$ est donc égal au produit de $\overline{GC}$ par $\overline{KG}$. Le point $\overline{H}$ est donc sur l'hyperbole.

* Cette section coupe la section $\overline{DH}$ car cette section, c'est-à-dire l'hyperbole, s'approche toujours de la droite $\overline{CL}$, et l'hyperbole coupe $\overline{CL}$ pour le dépasser ensuite et s'en éloigner. Que les deux sections se coupent au point $\overline{H}$; le point $\overline{H}$ est donc au-delà de la droite $\overline{CL}$, c'est-à-dire au-delà du point $\overline{L}$, car l'hyperbole est toujours au-delà de la droite $\overline{CL}$.*[1]

Menons du point $\overline{H}$ la perpendiculaire $\overline{HB}$, et menons $\overline{HE}$ parallèle à la droite $\overline{GC}$. Si donc la droite $\overline{CD}$ est connue, $\overline{CK}$ sera de grandeur et de position connues, et la figure $\overline{KGI}$ sera de grandeur et de forme connues et le point $\overline{K}$ sera connu; l'hyperbole sera alors de position connue. Puisque $\overline{CD}$ est de grandeur connue, la parabole / est de position connue. Le point $\overline{H}$ est donc connu, et le point $\overline{B}$ est connu. C'est à partir de lui qu'on construit le triangle.

Composons cette analyse:

Supposons une droite connue; soit $\overline{KD}$. Divisons la en deux moitiés au point $\overline{C}$; élevons au point $\overline{K}$ la perpendiculaire $\overline{KG}$, et posons la égale à $\overline{KC}$. Menons du point $\overline{G}$ une droite parallèle à $\overline{KC}$; soit $\overline{GI}$. Posons $\overline{GI}$ égale à $\overline{KC}$. Joignons $\overline{GC}$ et $\overline{IK}$. Menons du point $\overline{C}$ la perpendiculaire $\overline{CL}$, et faisons passer par le point $\overline{K}$ l'hyperbole ayant pour asymptotes les deux droites $\overline{GC}$ et $\overline{CL}$. Faisons passer par le point $\overline{D}$ la parabole d'axe $\overline{KD}$ et de côté droit $\overline{CD}$. Cette section coupe l'hyperbole pour la raison que nous avons précédemment mentionnée. Qu'elles se coupent au point $\overline{H}$. Menons la perpendiculaire $\overline{HB}$, et menons $\overline{HE}$ parallèle à $\overline{GC}$. Prolongeons $\overline{HB}$ jusqu'à $\overline{M}$. $\overline{HB}$ est donc égal à $\overline{BE}$, et $\overline{BM}$ à $\overline{BC}$. $\overline{HM}$ est donc égal à $\overline{CE}$, et $\overline{HL}$ à $\overline{MC}$. Le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CM}$ est donc égal au produit de $\overline{HM}$ par $\overline{MC}$. Mais le produit de $\overline{HM}$ par $\overline{MC}$ est égal

1. Le paragraphe entre *..* devrait figurer dans la synthèse, et non pas dans l'analyse.

dents et l'on augmente l'un de ses angles de l'excédent mentionné maintenant. Nous trouvons ainsi le triangle dont l'un des angles est une seule partie, l'autre deux parties et le troisième quatre parties.

Mais il est possible de construire ce triangle sans le réduire à l'un des triangles précédents. Traçons donc le triangle et menons $\overline{BC}$ de part et d'autre; posons $\overline{CD}$ égal à $\overline{CA}$, $\overline{BE}$ égal à $\overline{BA}$, et joignons $\overline{AE}$ et $\overline{AD}$. Puisque l'angle $\overline{ACB}$ est quatre parties, $\overline{ADC}$ est deux parties, et l'angle $\overline{ABC}$ est deux parties.

Donc l'angle $\overline{BAD}$ est trois parties, et les deux angles $\overline{ABD}$ et $\overline{ADB}$ sont égaux. Donc la droite $\overline{AD}$ est égale à la droite $\overline{AB}$. Or $\overline{AB}$ est égal à $\overline{BE}$. Donc $\overline{AD}$ est égal à $\overline{BE}$.

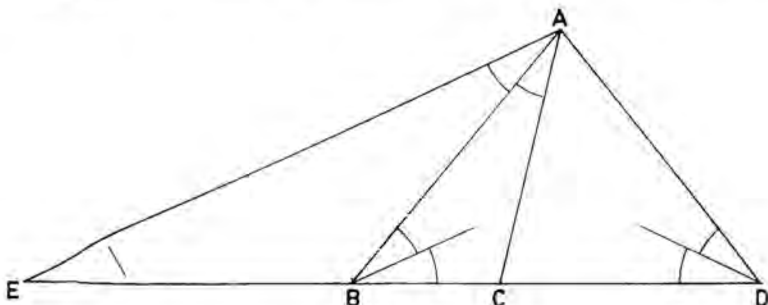


Fig. 5

Puisque l'angle $\overline{ABC}$ est deux parties, l'angle $\overline{AEB}$ est une seule partie, donc l'angle $\overline{AEC}$ est égal à l'angle $\overline{BAC}$. Le triangle $\overline{ABC}$ est donc semblable au triangle $\overline{AEC}$. Le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ est donc égal au carré de $\overline{CA}$. Mais $\overline{CA}$ est égal à $\overline{CD}$. D'où le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ est égal au carré de $\overline{CD}$. Puisque $\overline{AC}$ est égal à $\overline{CD}$, l'angle $\overline{DAC}$ est égal à l'angle $\overline{ADC}$; mais l'angle $\overline{ACB}$ est quatre parties; alors l'angle $\overline{DAC}$ est deux parties; mais l'angle $\overline{ABC}$ est deux parties, donc l'angle $\overline{DAC}$ est égal à l'angle $\overline{ABC}$. Le triangle $\overline{ADC}$ est donc semblable au triangle $\overline{ABD}$. Le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$ est donc égal au carré de $\overline{DA}$. Mais $\overline{DA}$ est égal à $\overline{BE}$; donc le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DC}$ est égal au carré de $\overline{BE}$. La
208v droite $\overline{ED}$ est donc divisée en trois parties, et le produit de $\overline{BD}$ / par $\overline{DC}$ est égal au carré de $\overline{BE}$; et le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CB}$ est égal au carré de $\overline{CD}$. La droite ⟨$\overline{DE}$⟩ divisée selon ce rapport est celle qui achève le lemme d'Archimède. C'est la droite qui a été divisée par Abū-Sahl al-Qūhī et à partir de laquelle il a composé le triangle dont l'un des angles est une seule partie, l'autre deux parties, et le troisième quatre parties, et à partir duquel il a déterminé l'heptagone. Nous divisons cette droite par une méthode autre que la méthode par laquelle l'a divisée Abū-Sahl.

parties. Puisque $\overline{AB}$ est égal à $\overline{BE}$, l'angle $\overline{BAE}$ est égal à l'angle $\overline{BEA}$. Donc l'angle $\overline{BAE}$ est trois parties suivant la grandeur par laquelle l'angle $\overline{ACB}$ est une seule partie. Et l'angle $\overline{CAE}$ est deux parties de ces parties. Donc l'angle $\overline{BAC}$ est cinq parties des parties par lesquelles chacun des deux angles $\overline{ABC}$ et $\overline{ACB}$ est une seule partie. Si donc on construit dans le cercle un triangle semblable à $\overline{ABC}$, et si on sépare l'angle $\overline{BAC}$ en cinq angles dont chacun est égal à l'angle $\overline{ABC}$, les angles du triangle se divisent en sept angles égaux. Si on mène les droites jusqu'à ce qu'elles rencontrent la circonférence du cercle, le cercle se divise en sept parties égales. Si on trace les cordes, / il se forme dans le cercle un heptagone de côtés et d'angles égaux. C'est ce que nous voulions construire.

⟨Quatrième cas⟩

De même, supposons le triangle dont l'un des angles est une seule partie, l'autre deux parties, et celui qui reste quatre parties, et déterminons l'heptagone à partir de ce triangle.

Par la voie de l'analyse:

Supposons que nous avons trouvé un triangle répondant à cette propriété; soit le triangle $\overline{ABC}$. Soit son angle $\overline{A}$ une seule partie, son angle $\overline{B}$ deux parties, son angle $\overline{C}$ quatre parties. Posons l'angle $\overline{BCD}$ une seule partie; l'angle $\overline{ACD}$ sera alors trois parties et l'angle $\overline{ADC}$ également trois parties, car il est égal à la somme de $\overline{ABC}$ et $\overline{BCD}$. Le triangle $\overline{ACD}$ est donc le premier triangle des triangles que nous avons déterminés. Si donc nous déterminons le premier triangle, il sera semblable au triangle $\overline{ADC}$, et si nous posons l'angle $\overline{DCB}$ égal à l'angle $\overline{CAD}$, alors l'angle $\overline{ACB}$ sera quatre parties et l'angle $\overline{ABC}$ deux parties. Si nous posons également l'angle $\overline{BCE}$ égal à deux parties, l'angle $\overline{CEB}$ est alors trois parties, car l'angle $\overline{EBC}$ est deux parties. Le triangle $\overline{BEC}$ sera alors le deuxième triangle des triangles que nous avons déterminés.

Si on pose l'angle $\overline{ECA}$ égal à l'angle $\overline{ECB}$, l'angle $\overline{ACB}$ sera alors quatre parties et l'angle $\overline{CAB}$ sera une seule partie.

Si nous posons également l'angle $\overline{ACG}$ égal à l'angle $\overline{CAG}$, alors l'angle $\overline{GCB}$ sera trois parties, et l'angle $\overline{AGC}$ sera donc cinq parties, car il est la somme des deux angles $\overline{GCB}$ et $\overline{GBC}$. Le triangle $\overline{AGC}$ sera alors le troisième triangle des triangles que nous avons déterminés.

Si nous posons l'angle/ $\overline{GCD}$ égal à l'angle $\overline{CGD}$, qui est deux parties, car il est la somme des deux angles $\overline{ACG}$ et $\overline{CAG}$, l'angle $\overline{CDG}$ sera alors trois parties.

Si nous posons ensuite l'angle $\overline{CAG}$ égal à une seule partie, l'angle $\overline{ACB}$ sera alors quatre parties, et l'angle $\overline{CAB}$ sera alors une seule partie. L'angle $\overline{ABC}$ sera donc deux parties, et le triangle $\overline{ABC}$ se ramène à chacun des trois triangles que nous avons précédemment montrés. Si on veut construire l'heptagone à partir du triangle dont un angle est une seule partie, l'autre deux parties, et le troisième quatre parties, on détermine l'un des triangles précé-

$\overline{DI}$; si elle dépasse ensuite la droite $\overline{DI}$, elle s'éloigne de la droite $\overline{DI}$, car la droite menée du point de l'intersection tangente à la section coupe la droite $\overline{DI}$. Si elle est menée de part et d'autre, elle s'éloigne de la droite $\overline{DI}$. La section ⟨$\overline{KH}$⟩ au dessous de la tangente coupe la parabole $\overline{CH}$; si elle s'éloigne du point de l'intersection, elle s'éloigne de la droite $\overline{DI}$. La section $\overline{KH}$, à mesure qu'on la prolonge, s'approche de la droite $\overline{DI}$.

Il en résulte donc nécessairement que les deux sections se coupent; soit au point $\overline{H}$. Menons la perpendiculaire $\overline{HB}$ à l'axe de la parabole, et menons du point $\overline{H}$ également une droite parallèle à $\overline{DL}$. Soit $\overline{HEM}$. Chacun des deux triangles $\overline{HBE}$ et $\overline{EDM}$ est donc semblable au triangle $\overline{DKL}$. $\overline{HB}$ est alors égal à $\overline{BE}$, et $\overline{ED}$ égal à $\overline{DM}$. D'où le rapport de $\overline{HE}$ à $\overline{EB}$ est égal au rapport de $\overline{LD}$ à $\overline{DK}$, égal au rapport de $\overline{ME}$ à $\overline{ED}$, et égal au rapport de $\overline{HM}$ à $\overline{BD}$. Le rapport de $\overline{HM}$ à $\overline{BD}$ est donc égal au rapport de $\overline{LD}$ à $\overline{DK}$, c'est-à-dire au rapport de $\overline{GK}$ à $\overline{KL}$. Le rapport du produit de $\overline{HM}$ par $\overline{ED}$ au produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DE}$ est donc égal au rapport de $\overline{GK}$ à $\overline{KL}$, qui est égal au rapport du produit de $\overline{GK}$ par $\overline{KL}$ au carré de $\overline{KL}$. Mais $\overline{ED}$ est égal à $\overline{DM}$, et $\overline{DM}$ est égal à $\overline{HI}$. Le rapport du produit de $\overline{HM}$ par $\overline{HI}$ au produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DE}$ est donc égal au rapport du produit de $\overline{GK}$ par $\overline{KL}$ au carré de $\overline{KL}$. Or le produit de $\overline{HM}$ par $\overline{HI}$ est égal au produit de $\overline{GK}$ par $\overline{KL}$. Donc le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DE}$ est égal au carré de $\overline{KL}$, c'est-à-dire au carré de $\overline{DK}$. Mais $\overline{DK}$ est égal à $\overline{DC}$. Le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DE}$ est donc égal au carré de $\overline{DC}$. Puisque $\overline{KC}$ est le double de $\overline{CD}$, le produit de $\overline{KC}$ par
207r $\overline{CD}$ est égal au double du carré de $\overline{KL}$. Le point $\overline{L}$ est donc à l'intérieur / de la section ⟨la parabole⟩. La parabole[1] coupe donc la droite $\overline{DI}$ au-delà du point $\overline{L}$. Le point $\overline{H}$ se trouve donc au-delà du point $\overline{L}$. La droite $\overline{HB}$ est donc au-delà de la droite $\overline{KL}$. La droite $\overline{BD}$ est donc plus grande que la droite $\overline{DK}$. Mais le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DE}$ est égal au carré de $\overline{DK}$. Donc $\overline{DE}$ est plus petit que $\overline{DK}$. Donc il est plus petit que $\overline{DC}$. Or $\overline{EC}$ est plus petit que le double de $\overline{DC}$. Et le produit de $\overline{BC}$ par $\overline{CD}$ est égal au carré de $\overline{HB}$. Mais $\overline{HB}$ est égal à $\overline{BE}$. Le produit de $\overline{BC}$ par $\overline{CD}$ est donc égal au carré de $\overline{EB}$. Le produit de $\overline{BC}$ par $\overline{CE}$ est donc plus petit que le double du carré de $\overline{EB}$. $\overline{EC}$ est donc plus petit que $\overline{EB}$. Le double de $\overline{EB}$ est donc plus grand que $\overline{BC}$. Il est donc possible de construire sur la droite $\overline{BC}$ un triangle isocèle tel que sa base soit la droite $\overline{BC}$ et que chacun des deux côtés qui restent soit égal à $\overline{BE}$. Que ce triangle soit le triangle $\overline{ABC}$. Joignons $\overline{AD}$ et $\overline{AE}$. Puisque $\overline{AC}$ est égal à $\overline{EB}$, le produit de $\overline{BC}$ par $\overline{CD}$ est égal au carré de $\overline{CA}$; donc le triangle $\overline{ACD}$ est semblable au triangle $\overline{ABC}$. Le rapport de $\overline{BC}$ à $\overline{CA}$ est donc égal au rapport de $\overline{AC}$ à $\overline{CD}$. L'angle $\overline{CAD}$ est donc égal à l'angle $\overline{ABC}$, qui est égal à l'angle $\overline{ACB}$. L'angle $\overline{CAD}$ est donc égal à l'angle $\overline{ACB}$. La droite $\overline{AD}$ est donc égale à la droite $\overline{CD}$. Le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DE}$ est donc égal au carré de $\overline{DA}$. Le triangle $\overline{ADE}$ est alors semblable au triangle $\overline{ABD}$. L'angle $\overline{DAE}$ est donc égal à l'angle $\overline{ABD}$, qui est égal à l'angle $\overline{ACD}$. Donc, suivant la grandeur par laquelle l'angle $\overline{ACB}$ est une seule partie, l'angle $\overline{AEB}$ est trois

1. Litt.: la section.

Fig. 4

égal au carré de DA. Mais DA est égal à DC, car l'angle CAD est égal à l'angle ACD. Donc le produit de BD par DE est égal au carré de DC. Puisque chacun des deux angles CAD et DAE est égal à l'angle ABD, qui est égal à l'angle ACD, l'angle AEB est trois fois l'angle ACB; l'angle BAC est cinq fois l'angle ACB; et l'angle EAC est le double de l'angle ACB. Donc l'angle BAE est trois fois l'angle ACB. Donc l'angle BAE est égal à l'angle AEB. D'où la droite AB est égale à la droite BE. Le produit de BC par CD est donc égal au carré de EB.

Posons DK égal à DC, et élevons au point K la perpendiculaire KL; posons-la égale à KD; élevons également au point D la perpendiculaire DG et posons-la égale à DK. Joignons GK et DL, et élevons au point B la perpendiculaire BH; posons-la égale à BE; joignons HE et prolongeons-le jusqu'à M. DM est alors
206r égal / à DE. Menons la droite DL jusqu'à ce qu'elle rencontre la droite BH; soit en I. Puisque HB est parallèle à DM, le rapport de HE à EB est égal au rapport de ME à ED et est égal au rapport de HM à BD; et le rapport de HE à EB est égal au rapport de GK à KD. Donc le rapport de HM à BD est égal au rapport de GK à KD. Or le rapport de HM à BD est égal au rapport du produit de HM par ED au produit de BD par ED. Donc le rapport du produit de HM par ED au produit de BD par ED est égal au rapport de GK à KD, c'est-à-dire au rapport de GK à KL, qui est égal au rapport du produit de GK par KL au carré de KL. Mais le produit de BD par ED est égal au carré de DC, lequel est égal à KL. Donc le produit de HM par ED est égal au produit de GK par KL. Mais ED est égal à DM et DM est égal à HI. Donc le produit de HM par HI est égal au produit de GK par KD. Donc l'hyperbole passant par le point K et admettant pour asymptotes les deux droites GD et DI passe par le point H. Que cette hyperbole soit la section KH.

Puisque le produit de BC par CD est égal au carré de EB, et que EB est égal à BH, la parabole dont l'axe est BC et le côté droit DC, et de sommet C, passe par le point H. Que cette parabole soit la section CH. Le point H est alors l'intersection de ces deux sections. Si donc DC est connu, les deux sections seront connues, le point H sera connu, et les deux points E et B seront connus.

Composons cette analyse:

Supposons une droite donnée. Soit CK. Partageons-la en deux moitiés au point D, et élevons aux deux points D et K deux perpendiculaires; soient DG et KL. Posons chacune de DG et KL égale à KD. Joignons GK et DL, et prolongeons DL jusqu'en I. Faisons passer par le point K l'hyperbole ayant
206v pour asymptotes les deux droites GD et DI./ Soit la section KH. Prolongeons DK du côté de K. Traçons au point C la parabole dont l'axe est CK, de sommet le point C, et de côté droit la droite CD. Soit la section CH. Cette section coupe la droite DI car toute droite qui coupe l'axe de la parabole coupe la parabole[1] en deux points de part et d'autre de l'axe. Donc la section CH coupe la droite

1. Litt.: la circonférence de la section.

donc le rapport du produit de $\overline{PG}$ par $\overline{GL}$ au produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est égal au rapport du produit de $\overline{IE}$ par $\overline{EB}$ au carré de $\overline{EB}$. Mais le produit de $\overline{PG}$ par $\overline{GL}$ est égal au produit de $\overline{IE}$ par $\overline{EB}$. Donc le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est égal au carré de $\overline{BE}$. Donc le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est égal au produit de $\overline{CB}$ par $\overline{BD}$; donc le rapport de $\overline{EC}$ à $\overline{CB}$ est égal au rapport de $\overline{BD}$ à $\overline{DC}$. Or $\overline{EC}$ est plus
205r grand que $\overline{CB}$. Donc $\overline{DB}$ / est plus grand que $\overline{DC}$. Donc $\overline{BN}$ est beaucoup plus grand que $\overline{DC}$. Donc les deux droites $\overline{BE}$ et $\overline{BN}$ sont beaucoup plus grandes que $\overline{BC}$. On peut donc construire à partir des droites $\overline{EB}$, $\overline{BN}$, $\overline{BC}$ un triangle; soit ce triangle le triangle $\overline{BAC}$. Chacune des deux droites $\overline{BA}$ et $\overline{CA}$ est donc égale à $\overline{BE}$. Donc le produit de $\overline{CB}$ par $\overline{BD}$ est égal au carré de $\overline{BA}$. Donc le triangle $\overline{ABD}$ est semblable au triangle $\overline{ABC}$; et l'angle $\overline{BAD}$ est égal à l'angle $\overline{ACB}$; et l'angle $\overline{ADB}$ est égal à l'angle $\overline{BAC}$. Le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est égal au carré de $\overline{BE}$; il est donc égal au carré de $\overline{CA}$. Le triangle $\overline{ADC}$ est donc semblable au triangle $\overline{AEC}$, et l'angle $\overline{CAD}$ est égal à l'angle $\overline{AEC}$; et l'angle $\overline{ABC}$ est le double de l'angle $\overline{AEC}$, car $\overline{AB}$ est égal à $\overline{BE}$. Donc l'angle $\overline{ABC}$ est le double de l'angle $\overline{CAD}$. Donc l'angle $\overline{ADB}$ est égal à trois fois l'angle $\overline{CAD}$. Or l'angle $\overline{ADB}$ est égal à l'angle $\overline{BAC}$. Donc l'angle $\overline{BAC}$ est égal à trois fois l'angle $\overline{CAD}$. Or le triangle $\overline{ABC}$ est isocèle; ses deux côtés égaux sont $\overline{AB}$ et $\overline{AC}$; donc chacun des deux angles $\overline{ABC}$ et $\overline{ACB}$ est deux parties suivant la grandeur par laquelle l'angle $\overline{BAC}$ est trois parties.

Si donc on construit dans le cercle un triangle semblable au triangle $\overline{ABC}$, et si on divise chacun des deux angles à la base en deux moitiés, et si on sépare de l'angle au sommet un angle égal à un angle à la base, que l'on divise en deux moitiés, les angles du triangle se divisent en sept parties égales. Si on mène les droites qui séparent les angles jusqu'à la circonférence du cercle, la circon-
205v férence du cercle se divise en sept parties égales. /Si on trace leurs cordes, il se forme un heptagone dont les côtés et les angles sont égaux. C'est ce que nous voulions construire.

⟨Troisième cas⟩

De même supposons un triangle isocèle dont chacun des angles à la base est une seule partie, et l'angle au sommet cinq parties.

On détermine l'heptagone à partir de ce triangle par la voie de l'analyse.

Supposons que nous avons trouvé un triangle répondant à cette propriété. Soit le triangle $\overline{ABC}$. Et soit chacun des deux angles $\overline{ABC}$ et $\overline{ACB}$ une seule partie. Soit l'angle $\overline{BAC}$ cinq parties. Posons l'angle $\overline{CAD}$ égal à l'angle $\overline{ABC}$. Posons également l'angle $\overline{DAE}$ égal à l'angle $\overline{ABC}$. Puisque l'angle $\overline{CAD}$ est égal à l'angle $\overline{ABC}$, le triangle $\overline{ACD}$ est semblable au triangle $\overline{ABC}$; d'où le rapport de $\overline{BC}$ à $\overline{CA}$ est égal au rapport de $\overline{AC}$ à $\overline{CD}$. Le produit de $\overline{BC}$ par $\overline{CD}$ est donc égal au carré de $\overline{CA}$. Mais $\overline{CA}$ est égal à $\overline{AB}$. Le produit de $\overline{BC}$ par $\overline{CD}$ est donc égal au carré de $\overline{AB}$. Puisque l'angle $\overline{DAE}$ est égal à l'angle $\overline{ABD}$, le triangle $\overline{ADE}$ est semblable au triangle $\overline{ABD}$. Le produit de $\overline{BD}$ par $\overline{DE}$ est donc

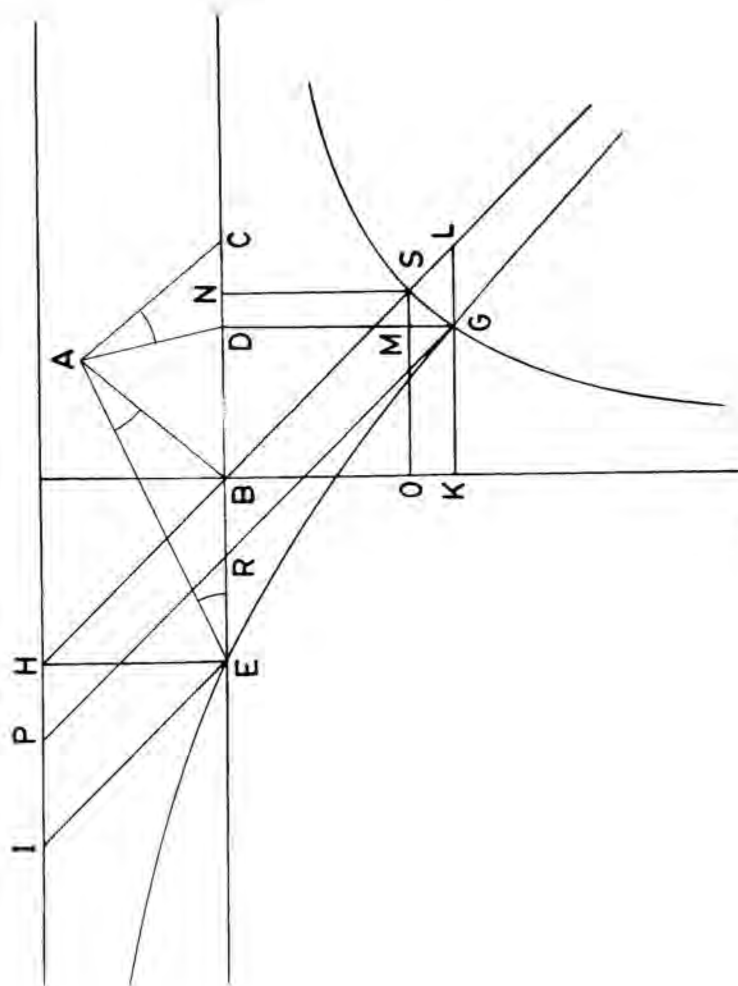


Fig. 3

Puisque le rapport de $\overline{LB}$ à $\overline{BK}$, qui est égal à $\overline{BC}$, est égal au rapport de $\overline{HB}$ à $\overline{BE}$, et est égal au rapport du tout au tout,[1] le rapport de $\overline{LH}$ à $\overline{EC}$ est égal au rapport de $\overline{HB}$ à $\overline{BE}$, qui est égal au rapport du produit de $\overline{HB}$ par $\overline{BE}$ au carré de $\overline{BE}$. Donc le rapport du produit de $\overline{LH}$ par $\overline{CD}$ au produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est égal au rapport du produit de $\overline{HB}$ par $\overline{BE}$ au carré de $\overline{BE}$. Mais le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est égal au carré de $\overline{BE}$. Donc le produit de $\overline{LH}$ par $\overline{CD}$ est égal au produit de $\overline{HB}$ par $\overline{BE}$, et $\overline{CD}$ est égal à $\overline{LG}$, et $\overline{LG}$ est égal à $\overline{HP}$, et $\overline{LH}$ est égal à $\overline{GP}$, donc le produit de $\overline{PG}$ par $\overline{GL}$ est égal au produit de $\overline{HB}$ par $\overline{BE}$, c'est-à-dire $\overline{IE}$ par $\overline{EB}$. Donc l'hyperbole passant par le point E et ayant pour asymptotes les deux droites $\overline{LH}$ et $\overline{HI}$ passe par le point $\overline{G}$. Soit cette hyperbole la section $\overline{EG}$. Le point G est alors l'intersection des deux hyperboles. Si donc la droite $\overline{BE}$ est de grandeur et de position connues, la surface $\overline{BI}$ est de grandeur et de forme connues, et le carré $\overline{NO}$ est de grandeur et de forme connues, donc le point $\overline{S}$ sera connu; et les deux droites $\overline{KB}$ et $\overline{BH}$ sont de position connue, et la section $\overline{SG}$ est de position connue; et les deux droites $\overline{HL}$ et $\overline{HI}$ sont de position connue. Et le point $\overline{E}$ est de position connue. Donc la section $\overline{EG}$ est de position connue; donc le point $\overline{G}$ est l'intersection de deux sections de position connue.

204v Si donc on mène / du point G la perpendiculaire $\overline{GD}$, si on mène la perpendiculaire $\overline{GKL}$, et si on pose $\overline{BC}$ égal à $\overline{LK}$, $\overline{DC}$ est alors égal à $\overline{LG}$, d'où le produit de $\overline{CB}$ par $\overline{BD}$ est égal au carré de $\overline{BE}$, qui est connu. Et on a chacune des deux droites $\overline{BA}$ et $\overline{AC}$ égale à la droite $\overline{BE}$, qui est connue.

Composons cette analyse:

Supposons une droite connue; soit $\overline{BE}$. Et posons $\overline{BN}$ égal à $\overline{BE}$. Construisons sur $\overline{BN}$ un carré, soit $\overline{BNSO}$. Faisons passer par le point $\overline{S}$ l'hyperbole ayant pour asymptotes les deux droites $\overline{BN}$ et $\overline{BO}$. Soit la section $\overline{SG}$. Joignons $\overline{BS}$, et prolongeons-le des deux côtés, en $\overline{H}$ et en $\overline{L}$; menons du point $\overline{E}$ la perpendiculaire $\overline{EH}$, et posons-la égale à $\overline{EB}$; menons $\overline{HI}$ parallèle à $\overline{BE}$, et $\overline{EI}$ parallèle à $\overline{BH}$; faisons passer par le point $\overline{E}$ l'hyperbole ayant pour asymptotes les deux droites $\overline{LH}$ et $\overline{HI}$. Cette section coupe la section $\overline{SG}$ car elle s'approche toujours de la droite $\overline{HL}$. Qu'elle la coupe au point $\overline{G}$. Menons du point $\overline{G}$ la droite $\overline{GD}$ parallèle à la droite $\overline{KB}$; et menons $\overline{KGL}$ parallèle à la droite $\overline{BD}$; posons $\overline{DC}$ égal à $\overline{GL}$. On a $\overline{BC}$ égal à $\overline{KL}$, c'est-à-dire égal à $\overline{KB}$. Donc le produit de $\overline{CB}$ par $\overline{BD}$ est égal au carré de $\overline{BE}$, qui est ⟨la surface⟩ $\overline{NO}$, qui est un carré. Donc le produit de $\overline{PG}$ par $\overline{GL}$ est égal au produit de $\overline{IE}$ par $\overline{EB}$, mais le rapport de $\overline{LB}$ à $\overline{BK}$, je veux dire $\overline{BC}$, est égal au rapport de $\overline{HB}$ à $\overline{HE}$, je veux dire $\overline{BE}$, et est égal au rapport de $\overline{HL}$ à $\overline{EC}$; donc le rapport de $\overline{HB}$ à $\overline{BE}$, c'est-à-dire le rapport du produit de $\overline{IE}$ par $\overline{EB}$ au carré de $\overline{BE}$, est égal au rapport de $\overline{HL}$ à $\overline{EC}$. Donc le rapport du produit de $\overline{IE}$ par $\overline{EB}$ au carré de $\overline{EB}$ est égal au rapport du produit de $\overline{HL}$ par $\overline{DC}$, au produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$, et $\overline{CD}$ est égal à $\overline{LG}$, et $\overline{HL}$ est égal à $\overline{PG}$;

1. C'est-à-dire: Le rapport de la somme de $LB + BH$ à la somme de $BC + BE$.

Si donc on sépare de l'angle $\overline{ACB}$ un angle égal à l'angle $\overline{CBD}$, et si on divise l'angle qui reste en deux moitiés, les trois angles sont égaux aux trois angles au point $\overline{B}$. Les angles du triangle $\overline{ABC}$ seront divisés en sept angles égaux. Si donc on construit dans le cercle un triangle semblable au triangle $\overline{ABC}$, et si on divise les deux angles de sa base en deux angles dont chacun est égal à chacun des angles au point $\overline{B}$, et si on prolonge les droites qui divisent les deux angles jusqu'à la circonférence du cercle, $<$la circonférence du cercle se divise$>$ en sept parties égales. Si on trace les cordes des arcs, il se forme dans le cercle une figure qui a sept côtés égaux, et dont les angles sont égaux. De cette manière, on peut construire dans le cercle un heptagone dont les côtés et les angles sont égaux. C'est ce que nous voulions construire.

$<$Deuxième cas$>$

203v De même nous/considérons le triangle isocèle dont chacun des angles à la base est deux parties, et l'angle qui reste trois parties, et nous déterminons l'heptagone à partir de ce triangle.

Par la voie de l'analyse:

Supposons que nous avons trouvé un triangle répondant à cette propriété; soit le triangle $\overline{ABC}$. Soit chacun des deux angles $\overline{B}$ et $\overline{C}$ deux parties; l'angle $\overline{A}$ est trois parties. Posons l'angle $\overline{BAD}$ deux parties, prolongeons $\overline{CB}$ jusqu'à $\overline{E}$, et posons $\overline{BE}$ égal à $\overline{BA}$. Le triangle $\overline{ABD}$ est donc semblable au triangle $\overline{ABC}$. Puisque l'angle $\overline{C}$ est deux parties, le produit de $\overline{CB}$ par $\overline{BD}$ est égal au carré de $\overline{BE}$. Joignons $\overline{AE}$. Les deux angles $\overline{BAE}$ et $\overline{BEA}$ sont donc égaux. Chacun d'eux est donc une seule partie, car l'angle $\overline{ABC}$ est deux parties, et l'angle $\overline{CAD}$ est une partie. Puisque l'angle $\overline{BAD}$ est deux parties, et l'angle $\overline{BAC}$ trois parties, l'angle $\overline{CAD}$ est donc égal à l'angle $\overline{AEC}$. Donc le triangle $\overline{ADC}$ est semblable au triangle $\overline{AEC}$. Donc le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est égal au carré de $\overline{AC}$, $\overline{AC}$ est égal à $\overline{AB}$, et $\overline{AB}$ est égal à $\overline{BE}$; donc le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est égal au carré de $\overline{BE}$. Le produit de $\overline{EC}$ par $\overline{CD}$ est donc égal au produit de $\overline{CB}$ par $\overline{BD}$. Elevons sur la droite $\overline{BE}$ la perpendiculaire $\overline{EH}$ et posons $\overline{EH}$ égal à $\overline{BE}$; menons du point $\overline{H}$ la droite $\overline{HI}$ parallèle à $\overline{BE}$. Posons $\overline{HI}$ égal à $\overline{EB}$. Joignons $\overline{HB}$ et $\overline{IH}$, prolongeons $\overline{HB}$ du côté de $\overline{B}$, élevons sur la droite $\overline{BE}$ la perpendiculaire $\overline{BK}$, et posons $\overline{BK}$ égal à $\overline{BC}$. Menons du point $\overline{K}$ une droite parallèle à la droite $\overline{BC}$; soit la droite $\overline{KL}$. Elle rencontre la droite $\overline{HB}$; soit au point $\overline{L}$. $\overline{LK}$ est donc égal à $\overline{KB}$, car $\overline{BE}$ est égal à $\overline{EH}$. Menons du point $\overline{D}$ une droite parallèle à $\overline{BK}$; soit $\overline{DG}$. Elle coupe la droite $\overline{BL}$; soit au point $\overline{M}$. Menons du point $\overline{G}$ une droite parallèle à la droite $\overline{LH}$; soit $\overline{GP}$. Posons $\overline{BN}$ égal à $\overline{BE}$, et menons $\overline{NS}$ parallèle à $\overline{BK}$, et $\overline{SO}$ parallèle à $\overline{BC}$. $\overline{NO}$ est donc égal au carré de $\overline{BE}$, et le produit de $\overline{BK}$ par $\overline{KG}$ est égal au carré de $\overline{BE}$. D'où le pro-
204r duit de $\overline{DG}$ /par $\overline{GK}$ est égal au produit de $\overline{NS}$ par $\overline{SO}$. Alors l'hyperbole passant par le point $\overline{S}$ et ayant pour asymptotes les deux droites $\overline{DB}$ et $\overline{BO}$ passe par le point $\overline{G}$. Soit cette hyperbole la section $\overline{SG}$.

pour asymptotes CH et HL passe par les deux points G et K; soit la section GK. Si donc le carré EG est de position et de grandeur connues les deux sections GK et HK sont de position connue, le point K est donc de position connue, et le point D est donc de position connue; c'est à partir de ce dernier que l'on construit le problème.

Composons cette analyse:

202v Supposons une droite connue quelconque; soit EC. Construisons le carré/ EHGC; joignons CH, prolongeons EH et CG, et séparons HP <égal à HE et joignons GP>. Faisons passer par H une hyperbole ayant pour asymptotes EC et CG; soit la section HK. Faisons passer par le point G l'hyperbole qui a pour asymptotes CH et HP; cette section coupe la section HK car cette section s'approche toujours de la droite HL si on prolonge HL, et la section HK s'éloigne toujours de la droite HL, si on prolonge HL. Les deux sections se coupent donc en un point K. Menons KD parallèle à CG, KI parallèle à CE, et KL parallèle à MH; posons CA égal à DK; posons A comme centre et traçons un cercle de rayon AC; soit le cercle AC. Menons CB égal à CE, et joignons AB, BD, BE. Puisque AC est égal à KD, le produit de AC par CD est égal au produit de KD par DC, qui est égal au produit de DK par KI, qui est égal au produit de GH par HE, qui est égal au carré de CE. Donc le produit de AC par CD est égal au carré de CE, je veux dire au carré de CB. Puisque KD est égal à AC, et CD égal à DM, AD est égal à KM; puisque le produit de MK par KL est égal au produit de CG par GP, le produit de KM par MH est égal au produit de GC par CH, et le rapport de MH à HN est égal au rapport de CH à HG; donc le rapport du produit de KM par MH au produit de KM par HN est égal au rapport du produit de CH par HG au carré de HG, qui est égal au rapport du produit de PG par GH au carré de GC. Et le produit de KM par MH est égal au produit de PG par GC; donc le produit de KM par HN est égal au carré de GC, qui est égal au carré de CE. Et NH est égal à DE, et KM est égal à AD; alors le produit de AD par DE est égal au carré de CE, je veux dire au carré de CG. Puisque le produit de AC par CD est égal au carré de CB, le triangle CBD est semblable au triangle ABC. Donc l'angle
203r BDC est égal à l'angle ABC, et l'angle CBD est égal à l'angle BAC;/mais l'angle ABC est égal à l'angle ACB, donc l'angle BDC est égal à l'angle BCD, donc la droite BD est égale à la droite BC, donc le produit de AD par DE est égal au carré de DB, donc l'angle BED est égal à l'angle ABD, et l'angle DBE est égal à l'angle BAD. Donc l'angle DBE est égal à l'angle CBD. Puisque le triangle ABC est semblable au triangle CBD, le rapport de AB à BC est égal au rapport de BD à DC et BC est égal à BD, et BD est égal à EC. Donc le rapport de AB à BD est égal au rapport de EC à CD, et le rapport de EC à CD est égal au rapport de AC à CE, et est égal au rapport de AE, qui reste, à ED, qui reste. Donc le rapport de AB à BD est égal au rapport de AE à ED; donc les deux angles ABE et EBD sont égaux; donc les trois angles au point B sont égaux.

à $\overline{HC}$, qui est égal au rapport du carré de $\overline{GH}$ au produit de $\overline{GH}$ par $\overline{HC}$, c'est-à-dire au produit de $\overline{HC}$ par $\overline{DN}$.

Or, le produit de $\overline{KM}$ par $\overline{NH}$ est égal au carré de $\overline{GH}$. Donc le produit de $\overline{KM}$ par $\overline{MH}$ est égal au produit de $\overline{HC}$ par $\overline{ND}$. Menons $\overline{KL}$ parallèle à $\overline{MH}$. Le produit de $\overline{MK}$ par $\overline{KL}$ est donc égal au produit de $\overline{HP}$ par $\overline{PG}$. Donc l'hyperbole qui a

Fig. 2

<Premier cas>

201v Commençons donc par trouver/des triangles semblables aux quatre triangles dont nous avons détaillé les angles, et déterminons l'heptagone à partir de chacun d'eux. Débutons par le triangle isocèle dont chacun des angles de la base est trois fois l'angle qui reste; on veut déterminer l'heptagone à partir de ce triangle.

Par la voie de l'analyse:

Supposons que nous avons trouvé un triangle répondant à cette propriété: soit le triangle ABC. Posons l'angle CBD égal à l'angle BAC ; le triangle BCD est donc semblable au triangle ABC, et l'angle BDC est égal à l'angle ABC; l'angle ABC est égal à l'angle ACB. L'angle BDC est donc égal à l'angle BCD. La droite BD est donc égale à la droite BC. Puisque le triangle CBD est semblable au triangle ABC, le rapport de AC à CB est donc égal au rapport de BC à CD; le produit de AC par CD est donc égal au carré de BC.

Posons l'angle DBE égal à l'angle BAC. Les deux triangles ABD et DBE sont donc semblables, l'angle BED est donc égal à l'angle ABD, et l'angle ABD est deux parties des sept <parties>; donc l'angle BEC est deux parties des sept <parties> et l'angle CEB est deux parties des sept <parties>. La droite EC est donc égale à la droite CB. Puisque le triangle DBE est semblable au triangle ABD, le produit de AD par DE est égal au carré de DB, et DB est égal à BC, donc le produit de AD par DE est égal au produit de AC par CD, et BC est égal à CE; donc le produit de AD par DE est égal au carré de CE, et le produit de AC par CD est égal au carré de CE. Construisons alors sur la droite EC un carré;[1] soit CEGH. Et prolongeons les deux droites CG et EH jusqu'en I et L. Imaginons l'hyperbole qui a pour asymptotes EC et CI, passant par le point H; soit la section HK. Menons du point D une droite parallèle à la
202r droite CI. Elle rencontre alors la section;/soit au point K. Cette droite coupe la droite GH; soit au point N. Séparons HP égal à HE, et joignons les deux droites PG et HC. La droite HC coupe la droite DN; soit au point M. CD est donc égal à DM, et DE est donc égal à HN. Menons KI parallèle à DC. Puisque les deux droites EC et CI sont les asymptotes[2] de la section HK, le produit de KD par DC est égal au produit de HE par EC, qui est égal au carré de CE. Mais le produit de AC par CD est égal au carré de CE; la droite KD est donc égale à la droite AC, et CD est égal à DM. Il reste KM égal à AD, et le produit de AD par DE est égal au carré de CE, donc le produit de KM par NH est égal au carré de EC, et le rapport de NH à HM est égal au rapport de GH à CH; le rapport du produit de KM par NH au produit de KM par MH est donc égal au rapport de GH

1. Litt.: un carré d'angles droits.

2. Litt.: ne tombent pas sur la section. Cette expression, on le sait, traduit littéralement le grec ἀσύμπτωτος, du verbe συμπίπτω, tomber, se rencontrer.

Dans le triangle -3- EBC, l'angle $\overline{EBC}$ est cinq parties des sept parties, et chacun des angles $\overline{BEC}$ et $\overline{BCE}$ est une seule partie des sept parties. Dans le triangle -4- $\overline{DBC}$ l'angle $\overline{BDC}$ est une partie des sept parties, l'angle $\overline{BCD}$ est deux parties des sept parties, et l'angle $\overline{DBC}$ est quatre parties des sept parties. Ces triangles sont quatre triangles dont les angles de chacun sont des parties des sept parties de la somme de deux droits, qui se trouve divisée en trois parties, selon des divisions différentes. On ne peut pas diviser sept en trois parties outre ces quatre espèces de division. Ce sont les espèces que nous avons détaillées, et il n'existe pas de parties <du nombre> sept qui soient trois parties et qui soient différentes de l'ensemble de ces quatre espèces. On ne trouve pas dans le cercle un triangle inscrit dont les angles interceptent les arcs égaux dont les cordes sont les côtés de l'heptagone, autre que ces quatre triangles; si on trouve un triangle semblable à l'un de ces triangles, et si on divise ses angles en parties, le cercle se divise en sept parties égales; si les angles interceptent les arcs, on a un heptagone dont les côtés et les angles sont égaux.

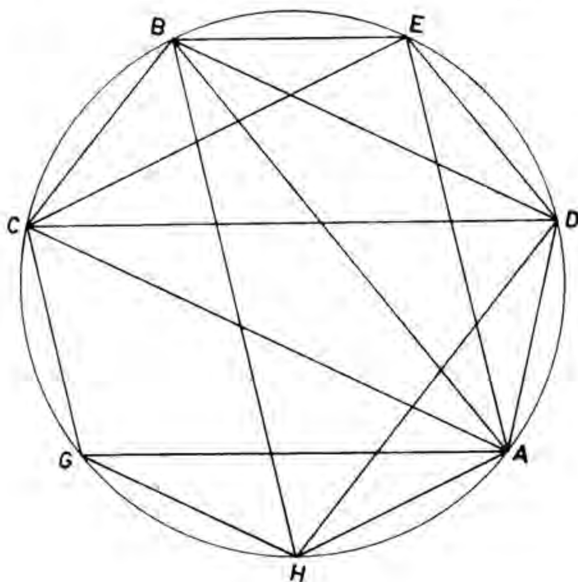


Fig. 1

puissance de ceux qui y parviennent, est la construction de l'heptagone régulier dans le cercle. Certains Anciens et certains contemporains y sont parvenus avec succès, quoique ce succès renfermât quelque défaut. Pour les Anciens, c'est Archimède qui l'a construit; il a en effet écrit un traité pour déterminer le côté de l'heptagone, mais il admet un lemme pour sa détermination, sans présenter la démonstration. Nous avons, quant à nous, démontré le lemme qu'Archimède a utilisé, dans un traité séparé, autre que ce traité. Des contemporains, deux traités nous sont arrivés; dans l'un, on a démontré le lemme d'Archimède, pour ensuite fonder la construction à partir de ce dernier; l'autre traité est de Abū Sahl al-Ḥusayn b. Rustam al-Qūhī: il a déterminé le côté de l'heptagone par une droite qu'il a divisée en trois parties selon une proportion particulière; c'est la droite par laquelle s'achève le lemme d'Archimède. Nous n'avons pas trouvé un traité suffisamment développé[1] d'aucun des Anciens ni des contemporains dans lequel soient renfermées toutes les manières par lesquelles on peut achever la construction de l'heptagone.

Comme il en était ainsi, nous avons examiné attentivement la construction de l'heptagone, et nous avons démontré toutes les manières par lesquelles on achève la construction de l'heptagone. Nous avons procédé par l'analyse et par la synthèse.

Alors, pour aborder ce sujet,[2] nous disons:
Nous voulons construire dans un cercle donné une figure heptagonale de côtés et d'angles égaux, inscrite dans le cercle. Soit le cercle $\overline{ABC}$; nous voulons construire dans ce cercle un heptagone inscrit de côtés et d'angles égaux.

Par la voie de l'analyse:

Supposons que cela a été achevé, c'est-à-dire l'heptagone $\overline{ADEBCGH}$. Joignons les droites $\overline{CE}$, $\overline{CD}$, $\overline{BD}$, $\overline{DH}$, $\overline{BH}$, $\overline{BA}$, $\overline{CA}$. Il se forme dans le cercle quatre triangles inscrits, dont chacun des angles intercepte un arc ou des arcs/égaux, dont les cordes sont les côtés de l'heptagone.

Nous disons d'abord: on ne peut pas avoir dans le cercle un triangle inscrit dont chacun des angles intercepte un arc ou des arcs de ces arcs égaux dont les cordes sont les côtés de l'heptagone, et qui soit différent de l'un de ces triangles. Car dans le triangle -1- $\overline{ABC}$ l'angle $\overline{BAC}$ intercepte l'arc $\overline{BC}$, qui est le septième du cercle. L'angle $\overline{BAC}$ est donc une partie des sept parties de la somme[3] de deux angles droits; l'angle $\overline{ABC}$ intercepte $\overline{AGC}$, qui est les trois septièmes du cercle; il est trois parties de sept parties de la somme de deux angles droits. De même, l'angle $\overline{ACB}$ est trois parties de sept parties de la somme de deux droits. Dans le triangle -2- $\overline{BDH}$ l'angle $\overline{BDH}$ est trois parties de sept parties de la somme de deux droits, et chacun des angles $\overline{DHB}$ et $\overline{DBH}$ est deux parties des sept parties.

1. Littéralement: expliqué.
2. Litt.: nous commençons par dire.
3. Litt.: de deux angles droits. I.H. s'exprime toujours ainsi dans la suite du texte.

On a trois racines réelles, dont deux positives:

$$x_0 \in]\,0,a\,[\quad , \quad x_1 > a\ .$$

I.H. prend x_0 .

Deuxième cas:

$$\begin{cases} (\mathcal{H}_1) = \{\ (x,y) \quad ; \quad xy = a^2\ \} \\ (\mathcal{H}_2) = \left\{ (x,y) \quad ; \quad y = x - \dfrac{a^2}{x+a} \right\} \end{cases}$$

d'où

$$x^3 + ax^2 = 2a^2x + a^3\ .$$

On a trois racines réelles, dont une positive x_0; c'est celle que prend I.H.

Troisième et quatrième cas:

$$\begin{cases} (\mathcal{P}) = \{\ (x,y) \quad ; \quad y^2 = a\ (x+a)\ \} \\ (\mathcal{H}) = \left\{ (x,y) \quad ; \quad y = x - \dfrac{a^2}{x} \right\} \end{cases}$$

d'où

$$x^3 + a^3 = 2\ ax^2 + a^2x\ .$$

On a trois racines réelles dont deux positives:

$$x_0 \in]\,0,a\,[\quad \text{et} \quad x_1 > a\ .$$

Dans le troisième cas, il prend x_1, et dans le quatrième, x_0 .

Par le souci d'économie qu'elle révèle, cette récapitulation montre enfin que la généralisation d'I.H. est un dépassement, non seulement de toutes les solutions particulières données par ses prédécesseurs, mais aussi de celles qu'il exposait lui-même dans son premier mémoire. L'histoire du problème de l'heptagone dans les mathématiques arabes apparaît donc sous un jour nouveau avec cette démarche générale d'I.H., mais aussi en raison des différentes études qu'il a effectuées sur les courbes; à ces études, bon nombre d'historiens n'ont su attribuer l'importance qu'elles méritent.

III *Traduction du second texte d'Ibn al-Haytham publié dans les pages qui suivent.* (MS Istanbul ᶜĀṭif 1714-19, 200v-210r).[1]

200v Au Nom de Dieu Clément et Miséricordieux, que Dieu nous favorise et nous mène au but à la perfection.

Traité de al-Ḥasan b. al-Ḥasan b. al-Haytham sur la construction de l'heptagone dans le cercle.

L'un des problèmes géométriques sur lesquels s'affrontent les géomètres, dont se glorifient ceux qui surpassent les autres, et par lesquels se révèle la

1. Ce texte est la traduction du *Traité* d-Ibn al-Haytham publié ici-même.

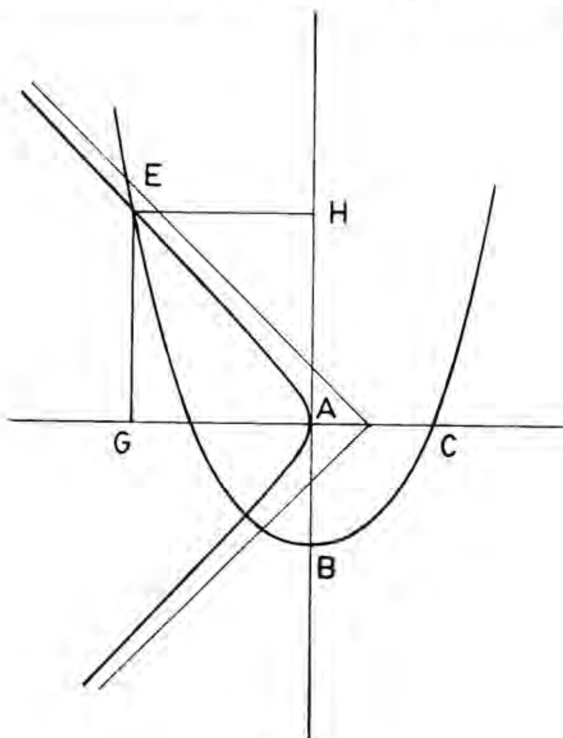


Fig. 11

*
* *

Telle est donc la solution que donne I.H. au problème de l'heptagone. Ainsi, après avoir énuméré les différents cas possibles, il les étudie tous. Sous une apparente diversité, son étude revient essentiellement, pour ainsi dire, à résoudre trois équations cubiques. Récapitulons les différents cas afin d'avoir cette vue d'ensemble:

Premier cas:

$$\begin{cases} (\mathcal{H}_1) = \{ (x,y) \quad ; \quad xy = a^2 \} \\ (\mathcal{H}_2) = \left\{ (x,y) \quad ; \quad y = x - \dfrac{a^2}{x-a} \right\} \end{cases}$$

d'où $$x^3 + a^3 = ax^2 + 2a^2x.$$

I est donc sur la parabole $(\mathfrak{T})$ d'axe EG, de sommet E et de côté droit EC.

D'autre part $\overline{AI}^2 = \overline{CG}^2 = \overline{BD}^2 = AD \cdot AC$

d'où $\overline{AI}^2 = AD \cdot AC$.

I appartient donc à l'hyperbole $(\mathcal{H})$ de sommet C, d'axe AC et de côté droit CD.

Si donc on pose $ED = CE = a$ et $(CA,CG) = (Ox,Oy)$

on a $(\mathfrak{T}) = \{ (x,y) \; ; \; ay = x^2 - a^2 \}$

$(\mathcal{H}) = \{ (x,y) \; ; \; y^2 = ax + x^2 \}$

$(\mathcal{H})$ est une hyperbole équilatère dont le deuxième sommet est D.

Le point d'intersection est donc l'une des deux racines positives, la plus grande, de l'équation:

$$x^3 - ax^2 - 2a^2x + a^3 = 0$$

La différence entre les démarches d'I.H. et d'al-Qūhī réside donc dans le choix des courbes. Mais cette différence en entraîne une autre, plus importante: I.H. a choisi les mêmes courbes dans ce cas et dans celui de (1,5,1), aussi l'équation obtenue est-elle la même. Il ne voulait pas seulement résoudre le problème, mais parvenir au moyen du plus petit nombre de courbes nécessaires à la solution du problème de l'heptagone dans tout les cas possibles. C'est pourquoi il a opté pour une autre méthode que celle d'al-Qūhī, qui ne visait pas une solution aussi générale que celle d'I.H.

La synthèse d'al-Qūhī suit immédiatement son analyse:

Posons $AB = AC$ et $AB \perp AC$ (voir Fig. 11). Traçons la parabole $(\mathfrak{T})$ de sommet B, d'axe AB, de côté droit AB; l'hyperbole $(\mathcal{H})$ de sommet A, d'axe AC, et de côté droit $AB = AC$. Elles se coupent en E.

Par E on mène $EH \,//\, AC$, $EG \,//\, AH$. Prenons I sur AC tel que $IC = AH$.

On a $\overline{EG}^2 = GA.GC$ [équation de $(\mathcal{H})$]

d'où $\overline{IC}^2 = GA.GC$.

D'autre part $\overline{AG}^2 = AB.BH$ [équation de $(\mathfrak{T})$]

d'où $\overline{AG}^2 = AC.AI$ d'où le résultat.

Le reste de la construction se fait comme à l'ordinaire.

lyse, al-Qūhī suppose que l'on a un segment AB (voir Fig. 10) divisé en C et en D tels que

$$AD.AC = \overline{DB}^2$$
$$CB.CD = \overline{AC}^2 .$$

Posons $ECG \perp AB$; $EC = CD$ et $CG = DB$.

Menons $GI // BA$ et $AI // CG$.

On a $\overline{IG}^2 = \overline{AC}^2 = CB.BD$

d'où $\overline{IG}^2 = CE.EG$.

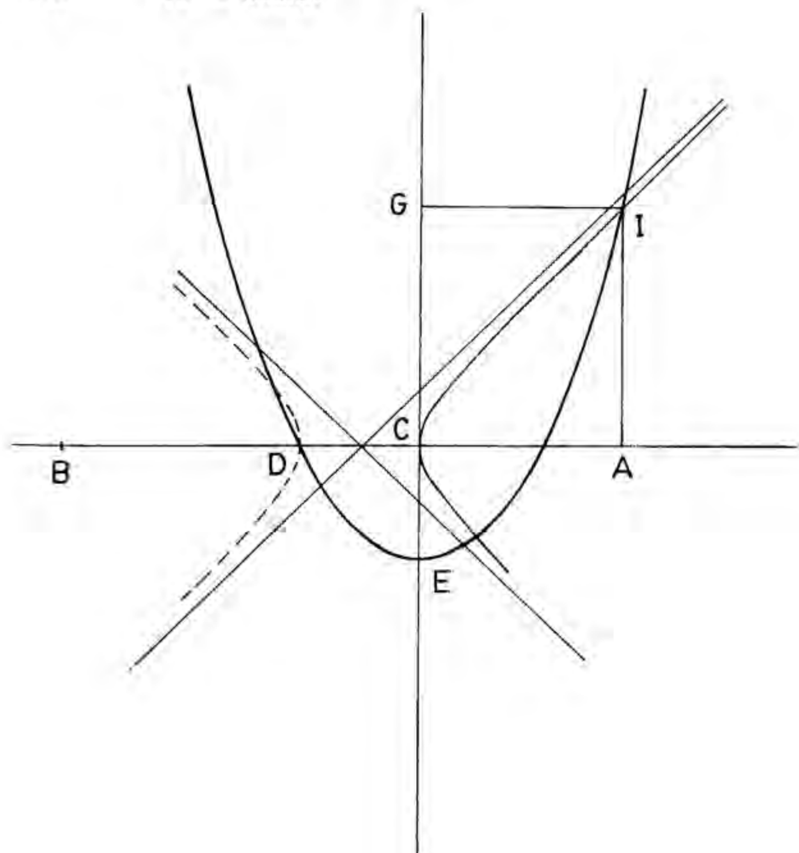


Fig. 10

On a $HB = BE$, et $BM = BC$; donc $HM = CE$ et $HL = MC$

$EC{\cdot}CM = HM{\cdot}MC$.

Mais $HM{\cdot}MC = IK.KC$ [puisque $HM{\cdot}MC = KG{\cdot}GC$, équation de $(\mathcal{H})$]

Or $$\frac{MC}{CB} = \frac{GC}{CK} = \frac{IK}{CK} = \frac{IK{\cdot}KC}{\overline{KC}^2}$$

donc $$\frac{EC{\cdot}CM}{EC{\cdot}CB} = \frac{IK{\cdot}KC}{\overline{KC}^2}.$$

Mais $EC.CM = IK.KC$

d'où $EC{\cdot}CB = \overline{KC}^2 = \overline{CD}^2$.

Or $BD{\cdot}DC = \overline{HB}^2$ [équation de $(\mathcal{P})$]

d'où $BD{\cdot}DC = \overline{BE}^2$.

On a donc divisé ED en trois parties telles que

$$EC{\cdot}CB = \overline{CD}^2 \qquad (3)$$

$$BD{\cdot}DC = \overline{BE}^2. \qquad (4)$$

Or d'après (3) on a $CD > CB$ [car $EC > CB$] et par conséquent $EC = EB + BC$, $EC > CD$. D'après (4) on a $BE > CD$ [car $BD > CD$] et par conséquent $BD = BC + CD$, $BD > BE$. Donc la somme de deux segments quelconques de EB, BC, CD est plus grande que le troisième [$EB + CD > BC$, car $CD > BC$]. On peut donc construire à partir de ces segments le triangle ABC. Cette construction se fait comme précédemment.

On remarque que, si on pose $(CE,CI) = (Ox,Oy)$ et $CD = a$, on retrouve, ici encore, les courbes du cas précédent, c'est-à-dire:

$$(\mathcal{P}) = \{ (x,y) ; y^2 = a(x+a) \}$$

$$(\mathcal{H}) = \left\{ (x,y) ; y = x - \frac{a^2}{x} \right\}$$

On montre comme précédemment que $(\mathcal{P})$ et $(\mathcal{H})$ se coupent en $H(x_0,y_0)$, et on a la même équation

$$x^3 - 2\,ax^2 - a^2x + a^3 = 0$$

Il reste, pour localiser la différence entre la dernière démarche d'I.H. et celle d'al-Qūhī à reprendre rapidement le texte de ce dernier.[1] Dans son ana-

1. Al-Qūhī: *Epître sur la détermination du côté de l'heptagone.* Nous avons consulté le manuscrit de la B. N. du Caire, *riyāḍ* 40 (ff 222v – 225r). Pour les autres manuscrits, voir F. Sezgin: *Geschichte des arabischen Schriftums*, B. V. (Leiden. 1974), p. 318.

Or $ABC = \frac{4\pi}{7}$, alors $\measuredangle DAC = \measuredangle ABC = \frac{2\pi}{7}$

donc ΔADC et ΔABD sont semblables.

On a alors $BD \cdot DC = \overline{DA}^2 = \overline{BE}^2$. (2)

Le segment ED doit donc être divisé en B et C, tels qu'on ait (1) et (2); mais c'est le Lemme d'Archimède.

I.H. rappelle alors qu'al-Qūhī a divisé le segment selon ce rapport pour construire le triangle du type (1,2,4), et ensuite l'heptagone régulier. Il propose d'appliquer une autre méthode que celle d'al-Qūhī. Mais avant de nous interroger sur cette différence, poursuivons l'exposé de l'analyse d'I.H.

Pour diviser le segment ED en B et C suivant le rapport donné, posons:

$CK = CD$; $KG \perp CD$ tel que $KG = KC$; $BH \perp BC$ tel que $BH = BE$; $CL \perp BC$ (voir traduction Fig. 6). Menons $GI \,//\, KC$ avec $GI = GK$ et joignons GC et IK. HB coupe GC en M.

Traçons la parabole $(\mathcal{P})$ de sommet D, d'axe DB, et de côté droit DC. Puisque $\overline{HB}^2 = \overline{EB}^2$, on a $\overline{HB}^2 = BD \cdot DC$, donc $H \in (\mathcal{P})$.

Traçons l'hyperbole $(\mathcal{H})$ passant par K et admettant CL et CG pour asymptotes. Puisque

$$KG = KC, \quad \text{on a} \quad BM = BC, \quad \text{d'où} \quad HM = EC,$$

d'où $EC \cdot CB = \overline{CD}^2$ entraîne $MH \cdot CB = KG \cdot KC$.

Mais $$\frac{HL}{CB} = \frac{MC}{CB} = \frac{GC}{KC}$$

d'où $$\frac{HL \cdot MH}{CB.MH} = \frac{GC \cdot KG}{KG.KC},$$

donc $MH \cdot HL = KG \cdot GC$, d'où $H \in (\mathcal{H})$.

On a finalement $H \in (\mathcal{P}) \cap (\mathcal{H})$.

Si donc on connaît C et D, on connaît $(\mathcal{P})$ et $(\mathcal{H})$, et par conséquent H. On connaîtra également B, projection de H, et finalement E, car $BH = BE$.

Synthèse: Soit KD un segment quelconque donné, C son milieu; menons $KG \perp KD$ tel que $KG = KC$, $GI \,//\, KC$ tel que $GI = KC$, $CL \perp DK$. Joignons GC, IK.

Traçons l'hyperbole $(\mathcal{H})$ passant par K et admettant GC et CL pour asymptotes, et la parabole $(\mathcal{P})$ de sommet D, d'axe KD et de côté droit CD. $(\mathcal{P})$ coupe $(\mathcal{H})$ en H, pour les raisons invoquées précédemment.

Menons $HB \perp DK$, $EH \,//\, GC$. Prolongeons HB en M et EH en L.

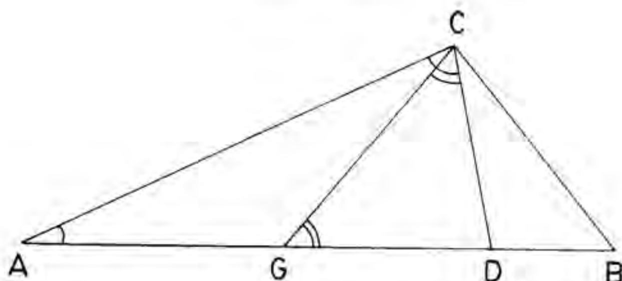


Fig. 8

En effet, soit ΔABC (voirFig. 9); prolongeons BC de part et d'autre en D et E respectivement tels que $CD = CA$ et $BE = BA$.

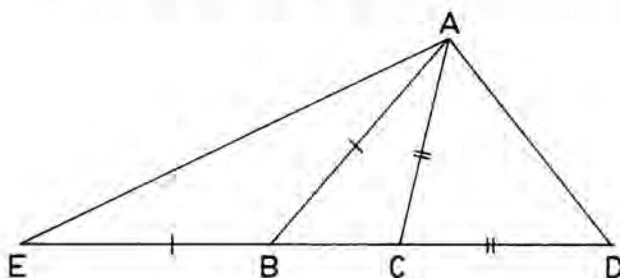


Fig. 9

Puisque $\measuredangle ACB = \frac{4\pi}{7}$, alors $\measuredangle ADC = \measuredangle ABC = \frac{2\pi}{7}$

donc $\measuredangle BAD = \frac{3\pi}{7}$ et $\measuredangle ABD = \measuredangle ADB$

d'où $AB = AD$ et $AD = BE$.

Mais $\measuredangle ABC = \frac{2\pi}{7}$, alors $\measuredangle AEB = \frac{\pi}{7}$

d'où $\measuredangle AEC = \measuredangle BAC$.

ΔABC et ΔAEC sont donc semblables.

On a $EC.CB = \overline{CA}^2 = \overline{CD}^2$ · (1)

ΔACD est donc du type (3.3.1). On se donne donc ΔACD et on augmente $\measuredangle ACD$ de $\measuredangle DCB = \measuredangle CAD$, et on obtient ΔABC du type (1,2,4).

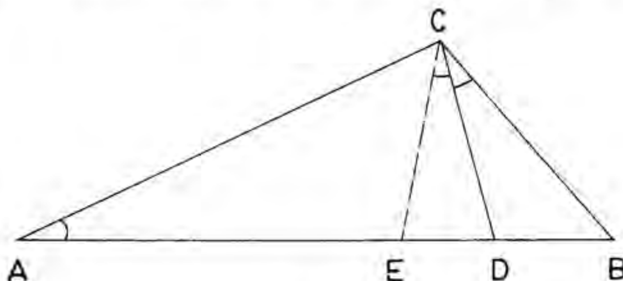


Fig. 7

De même si on pose $\measuredangle BCE = \frac{2\pi}{7}$, on a $\measuredangle CEB = \frac{3\pi}{7}$ car $\measuredangle EBC = \frac{2\pi}{7}$, ΔBEC est donc du type (2, 3, 2).

Si on prend $\measuredangle ECA = \measuredangle ECB$, on a $\measuredangle ACB = \frac{4\pi}{7}$ et $\measuredangle CAB = \frac{\pi}{7}$ ΔABC est donc du type (1, 2, 4). De même (voir Fig. 8), si on pose $\measuredangle ACG = \measuredangle CAG = \frac{\pi}{7}$

alors $\measuredangle GCB = \frac{3\pi}{7}$ et $\measuredangle AGC = \frac{5\pi}{7}$,

car $\measuredangle AGC = \measuredangle GCB + \measuredangle GBC$.

Donc ΔAGC est du type (1,5,1).

Prenons alors $\measuredangle GCD = \measuredangle CGD$. Or $\measuredangle CGD = \frac{2\pi}{7}$

car $\measuredangle CGD = \measuredangle ACG + \measuredangle GAC$

donc $\measuredangle CDG = \frac{3\pi}{7}$.

Si donc on prend $\measuredangle CAG = \frac{\pi}{7}$, alors $\measuredangle ACB = \frac{4\pi}{7}$ et $\measuredangle CAB = \frac{\pi}{7}$

et $\measuredangle ABC = \frac{2\pi}{7}$.

Le cas (1, 2, 4) peut donc être ramené à ceux qui précèdent.

Mais il est possible de construire un triangle du type (1, 2, 4) sans le ramener aux cas précédents. Mais l'analyse montre que l'on revient alors au Lemme d'Archimède.

Puisque $AB = BE$, on a $\measuredangle BAE = \measuredangle BEA$

donc $\measuredangle BAE = 3\,\measuredangle ACB$ et $\measuredangle CAE = 2\,\measuredangle ACB$

et on a $\measuredangle BAC = 5\,\measuredangle ACB$.

Le triangle ABC est donc du type (1,5,1). Par homothétie on construit dans le cercle donné un triangle semblable à ABC, et on obtient l'heptagone. Reprenons donc la démarche d'I.H., et posons $(BD,DG) = (Ox, Oy)$ et $CD = a$.

Considérons:

$$(\mathcal{P}) = \{(x,y)\ ;\ y^2 = a(x+a)\}$$

$$(\mathcal{H}) = \left\{(x,y)\ ;\ y = x - \frac{a^2}{x}\right\}$$

$(\mathcal{P})$ et $(\mathcal{H})$ se coupent nécessairement au point $H(x_1,y_1)$, tel que $x_1 \in \mathbf{R}_+^*$ et $y_1 \in \mathbf{R}_+^*$

En effet:

Soit f_1: $[0,\infty[\ \longrightarrow\ \mathbf{R}$ telle que $f_1(x) = \sqrt{a(x+a)}$

f_2: $]0,\infty[\ \longrightarrow\ \mathbf{R}$ telle que $f_2(x) = x - \dfrac{a^2}{x}$

f_1 et f_2 sont monotones croissantes.

Soit h: $]0,\infty[\ \longrightarrow\ \mathbb{R}$ telle que $h(x) = f_2(x) - f_1(x)$

h est définie monotone croissante, et on a

$$\lim_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} h(x) = -\infty \qquad \text{et} \qquad \lim_{x \to \infty} h(x) = +\infty$$

Il existe donc $x_1 \in\ ]0,\infty[$, unique, tel que $h(x_1) = 0$. x_1 est l'une des deux racines positives de l'équation aux abscisses qui s'écrit après simplification par $(x+a)$:

$$x^3 - 2\,ax^2 - a^2x + a^3 = 0\,.$$

I.H. construit ensuite un triangle du type (1,5,1), et par une homothétie il construit dans le cercle donné un triangle semblable au premier, et obtient finalement l'heptagone.

4. *Cas* (1,2,4)

Analyse: I.H. montre d'abord que l'on peut ramener ce cas à ceux étudiés auparavant. Supposons en effet qu'on ait trouvé $\triangle ABC$ (voir Fig. 7) tel que $\measuredangle A$, $\measuredangle B$, et $\measuredangle C$ soient dans le rapport (1,2,4). Posons

$\measuredangle BCD = \dfrac{\pi}{7}$, on a $\measuredangle ACD = \dfrac{3\pi}{7}$ d'où $\measuredangle ADC = \measuredangle ABC + \measuredangle BCD = \dfrac{3\pi}{7}$.

d'où $\dfrac{HM \cdot HI}{BD \cdot DE} = \dfrac{GK \cdot KL}{\overline{KL}^2}$.

Mais $HM \cdot HI = GK \cdot KL$ [équation de $(\mathcal{H})$]

donc $BD \cdot DE = \overline{KL}^2$

d'où $BD \cdot DE = \overline{CD}^2$.

Mais $KC = 2\ CD$

d'où $KC \cdot CD = 2\overline{KL}^2$.

L est donc à l'intérieur[1] de $(\mathfrak{T})$. $(\mathfrak{T})$ coupe donc DI au delà de L, soit au point N. La droite HB est alors au delà de KL, et $BD > DK$.

Mais $BD \cdot DE = \overline{DK}^2$

donc $DE < DK$ et par conséquent $DE < CD$ et $EC < 2CD$.

Mais $BC.CD = \overline{HB}^2$ [équation de $(\mathcal{P})$]

et $HB = BE$

d'où $BC \cdot CD = \overline{BE}^2$

et on a $BC \cdot CE < BC \cdot 2CD$ et $BC \cdot CE < 2\overline{EB}^2$ donc $CE < BE$

[en effet $BC = BE + CE$ d'où $(BE+CE).CE < 2EB^2$, alors l'hypothèse $CE = BE$ ou $CE > BE$ conduit à $(BE+CE) \cdot CE = 2\overline{BE}^2$ ou $(BE + CE).CE > 2\overline{EB}^2$] alors $2BE > BC$.

Il est donc possible de construire sur BC un triangle isocèle tel que BC soit sa base, et que ses côtés soient égaux à BE. Soit ΔABC. Joignons AD, AE.

Puisque $AC = BE$, on a $BC \cdot CD = \overline{AC}^2$.

ΔACD et ΔABC sont semblables, d'où

$\dfrac{BC}{AC} = \dfrac{AC}{CD}$ et $\measuredangle CAD = \measuredangle ABC = \measuredangle ACB$

d'où $AD = CD$ et $BD.DE = \overline{AD}^2$.

ΔADE et ΔABD sont semblables et

$\measuredangle DAE = \measuredangle ABD = \measuredangle ACD$

donc $\measuredangle AEB = 3\ \measuredangle ACB$.

1. Cette affirmation est évidente, car:
Soit $L' \in (\mathfrak{T})$ de projection K, on a $\overline{KL'}^2 = KC \cdot CD$.
Mais $KC \cdot CD = 2\overline{KL}^2$
d'où $\overline{KL'}^2 = 2\overline{KL}^2$
donc $KL' > KL$ et L est à l'intérieur de $(\mathfrak{T})$.

donc $\frac{HM}{BD} = \frac{GK}{DK}$ et $\frac{HM \cdot DE}{BD \cdot DE} = \frac{GK}{DK}$

d'où $\frac{GK}{KL} = \frac{GK \cdot KL}{\overline{KL}^2}$.

Mais $BD \cdot DE = \overline{CD}^2 = \overline{KL}^2$

donc $HM \cdot DE = GK \cdot KL$.

Mais $DE = DM$ et $DM = HI$

donc $HM \cdot HI = GK \cdot DK$.

L'hyperbole (H) passant par K et admettant pour asymptotes GD et DI passe donc par H. Mais d'après (2) et l'hypothèse $BH = BE$, la parabole $(\mathcal{P})$ d'axe BC, de sommet C et de côté droit DC, passe par H.

Donc $H \in (\mathcal{H}) \cap (\mathcal{P})$.

Si donc l'on connaissait CD, $(\mathcal{H})$ et $(\mathcal{P})$ seraient connues, H serait également connu, ainsi que E et B.

Synthèse: Soit CK un segment quelconque donné. Partageons CK au point D en deux moitiés, et menons de D et de K les perpendiculaires DG et KL, respectivement telles que $DG = KL = DK$. Joignons GK et DL, et prolongeons DL jusqu'en I. Traçons l'hyperbole $(\mathcal{H})$ passant par K et admettant GD et DI pour asymptotes. Traçons aussi la parabole $(\mathcal{P})$ d'axe CK, de sommet C, de côté droit CD.

$(\mathcal{P})$ coupe DI, car toute droite qui coupe l'axe de $(\mathcal{P})$ coupe $(\mathcal{P})$ en deux points de part et d'autre de l'axe. Si en outre $(\mathcal{P})$ dépasse DI, elle s'en éloigne, car la droite tangente au point d'intersection coupe DI. Donc $(\mathcal{P})$ reste au dessus de la tangente. Si $(\mathcal{P})$ s'éloigne du point d'intersection, elle s'éloigne donc de DI. Mais à mesure qu'on prolonge $(\mathcal{H})$, elle s'approche de DI. Il en résulte nécessairement que $(\mathcal{H})$ et $(\mathcal{P})$ se coupent, soit en H.

Du point H, menons la perpendiculaire HB à l'axe de $(\mathcal{P})$ et $HEM \parallel DL$.

ΔHBE et ΔEDM sont alors semblables à ΔDKL, et on a

$$HB = BE \qquad \text{et} \qquad ED = DM$$

d'où $\frac{HE}{BE} = \frac{DL}{DK} = \frac{EM}{DE} = \frac{HM}{BD}$ [parallélisme et rapports]

donc $\frac{HM}{BD} = \frac{DL}{DK}$, d'où

$$\frac{HM \cdot DE}{BD \cdot DE} = \frac{GK}{KL} = \frac{GK \cdot KL}{\overline{KL}^2}$$

même rayon — a —, ils se coupent si $BC < 2a$; ce qu'I. H. démontre $[BE + BN > BC]$.

Le triangle ABC obtenu est du type (2,3,2). Par homothétie, on construit dans le cercle donné un triangle semblable à ΔABC. On note enfin qu'I.H. procède ici encore par le trisection de ABC.

3. *Cas* (1,5,1)

Analyse: Supposons qu'on ait trouvé un triangle ABC (voir Traduction Fig. 4),

dont $\measuredangle ABC = \measuredangle ACB = \frac{\pi}{7}$ et $\measuredangle BAC = \frac{5\pi}{7}$.

Posons $\measuredangle CAD = \measuredangle ABC$ et $\measuredangle DAE = \measuredangle ABC$.

ΔCAD et ΔABC sont semblables, et on a $\frac{BC}{CA} = \frac{AC}{CD}$,

d'où $BC \cdot CD = \overline{AC}^2$ et $CA = AB$

$$BC \cdot CD = \overline{AB}^2 \qquad (1)$$

$\triangle ADE$ et $\triangle ABD$ sont également semblables, et on a

$$BD \cdot DE = \overline{AD}^2 \cdot$$

Mais $AD = CD$ car $\measuredangle CAD = \measuredangle ACD$

d'où $BD \cdot DE = \overline{CD}^2 \cdot$

Puisque $\measuredangle CAD = \measuredangle DAE = \measuredangle ABD = \measuredangle ACD$, on a

$\measuredangle AEB = 3\measuredangle ACB$

$\measuredangle BAC = 5\measuredangle ACB$

$\measuredangle EAC = 2\measuredangle ACB$

$\measuredangle BAE = 3\measuredangle ACB$

$\measuredangle BAE = \measuredangle AEB$ d'où $AB = BE$.

D'après (1), on a $BC \cdot CD = \overline{BE}^2 \cdot$ (2)

Posons $DK = CD$. Menons $KL \perp DK$ avec $KL = KD$, et de D la perpendiculaire DG telle que $DG = DK$. Joignons GK, DL, et de B menons la perpendiculaire BH telle que $BH = BE$. Joignons EH et prolongeons-la jusqu'à M, et prolongeons DL jusqu'à ce qu'il rencontre BH en I.

Puisque HB // DM, on a

$$\frac{HE}{EB} = \frac{EM}{DE} = \frac{HM}{BD} \quad \text{et} \quad \frac{HE}{BE} = \frac{GK}{DK}$$

Mais $EC > CB$, d'où $DB > DC$, donc $BN > DC$.

On a donc

$$BD > DC \Rightarrow 2BD > BD + DC$$
$$2BN > BC \Rightarrow BE + BN > BC.$$

On peut alors construire $\triangle ABC$ tel que $BA = AC = BE$.

d'où $$CB \cdot BD = \overline{BA}^2 \cdot$$

$\triangle ABD$ et $\triangle CBA$ sont donc semblables, et on a

$$\measuredangle CAD = \measuredangle AEC \quad \text{et} \quad \measuredangle ABC = 2\measuredangle AEC$$
$$\measuredangle ABC = 2\measuredangle CAD \quad \text{et} \quad \measuredangle ADB = 3\measuredangle CAD$$
$$\measuredangle BAC = 3\measuredangle CAD.$$

Si donc $\measuredangle BAC$ est trois parties, alors chacun de $\measuredangle ABC$ et $\measuredangle ACB$ est deux parties. On construit dans le cercle donné un triangle semblable à ABC, et on obtient finalement l'heptagone.

Reprenons donc rapidement la solution d' I.H.:

Soit un segment EB, N et E deux points symétriques par rapport à B.

Construisons le carré $BNSO$; soit (BO,BC), un repère (Ox,Oy) et posons $BE = a$.

Considérons les deux hyperboles:

$$(\mathcal{H}_1) = \{ (x,y) \; : \; xy = a^2 \}$$
$$(\mathcal{H}_2) = \left\{ (x,y) \; ; \; y = x - \frac{a^2}{x+a} \right\}$$

$(\mathcal{H}_1)$ et $(\mathcal{H}_2)$ se coupent nécessairement en $G(x_0, y_0)$ tel que $x_0 \in \mathbf{R}_+^*$

En effet:

Soit $f_1 :]\, 0,\infty\, [\;\rightarrow\; \mathbf{R}$ telle que $f_1(x) = \dfrac{a^2}{x}$

$f_2 : [\, 0,\infty\, [\;\rightarrow\; \mathbf{R}$ telle que $f_2(x) = x - \dfrac{a^2}{x+a}$

f_1 est monotone décroissante, f_2 est monotone croissante; d'où le résultat, comme précédemment: x_0, unique, est la seule racine positive des trois racines réelles de:

$$x^3 + ax^2 - 2a^2x - a^3 = 0.$$

On déduit de $G(x_0,y_0)$: $D(O,y_0)$, $L(x_0,x_0)$ et $C(O,x_0)$. On construit A comme intersection des deux cercles $\mathcal{C}_1(B,a)$ et $\mathcal{C}_2(C,a)$. Ces deux cercles ont le

d'où $$\frac{LH\cdot CD}{EC.CD}=\frac{HB\cdot BE}{\overline{BE}^2}$$

et d'après (1) on a $$LH\cdot CD = HB\cdot BE$$

donc $$PG\cdot GL = HB\cdot BE = IE\cdot EB\ .$$

L'hyperbole $(\mathcal{H}_2)$ passant par E et admettant HL et HI pour asymptotes passe donc par G.

Donc $$G \in (\mathcal{H}_1) \cap (\mathcal{H}_2)\ .$$

La projection de G sur BC est D; I.H. déduit alors $CB\cdot BD = \overline{BE}^2$, on connaît donc BA et AC. Mais il s'agit déjà de la synthèse.

Synthèse: Soit BE un segment quelconque donné, N le point symétrique de E par rapport à B, et le carré $BNSO$ construit sur BN. Traçons l'hyperbole $(\mathcal{H}_1)$ passant par S et admettant BN et BO pour asymptotes. Soit H tel que $HE \perp EB$ et $HE = EB$, I tel que $HI\ //\ BE$ et $EI\ //\ BH$. Traçons également l'hyperbole $(\mathcal{H}_2)$ passant par E et admettant HS et HI pour asymptotes. $(\mathcal{H}_1)$ et $(\mathcal{H}_2)$ se coupent au point G car $(\mathcal{H}_2)$ se rapproche indéfiniment de HS.

Soit D la projection de G sur EB, $L \in HS$ tel que $GL\ //\ EB$. Posons $DC = GL$ et $K \in BO$ tel que $GK//EB$.

On a $BC = KL = KB$

donc $CB\cdot BD = \overline{BE}^2$ [équation de $\mathcal{H}_1$]. (1)

Soit $P \in HI$ tel que $GP\ //\ HS$,

on a $PG\cdot GL = EI\cdot EB$ [équation de $\mathcal{H}_2$]. (2)

Mais $$\frac{LB}{BK}=\frac{LB}{BC}=\frac{HB}{HE}=\frac{HB}{BE}=\frac{HL}{EC}$$

d'où $$\frac{HB}{BE}=\frac{IE\cdot BE}{\overline{EB}^2}=\frac{HL}{EC}$$

donc $$\frac{IE\cdot EB}{\overline{EB}^2}=\frac{HL\cdot DC}{EC\cdot DC}$$

mais $CD = LG$ et $HL = PG$

donc $$\frac{PG\cdot GL}{EC\cdot CD}=\frac{IE\cdot EB}{\overline{EB}^2}$$

d'où, d'après (2) $EC\cdot CD = \overline{EB}^2$

et d'après (1) $EC\cdot CD = CB\cdot BD$,

d'où $$\frac{EC}{CB}=\frac{BD}{DC}\ .$$

x_0 est une racine positive de

$$x^3 - ax^2 - 2a^2x + a^3 = 0 .$$

Soit D $(x_0,0)$ la projection de $K(x_0,y_0)$ sur CE.

Soit $A \in CE$ tel que $CA = DK = y_0$. $(\mathcal{C}_1)$ et $(\mathcal{C}_2)$ se coupent. Soit B un des points d'intersection. Le triangle ABC obtenu est du type (1,3,3). Par une homothétie, on construit dans le cercle donné un triangle semblable à $\triangle ABC$. On remarque que I.H. procède ici par la trisection de $\sphericalangle CBA$. On note également que $(\mathcal{C}_1)$ passe par le centre de $(\mathcal{C}_2)$; les deux cercles sont donc sécants, et on n'a pas besoin de l'inégalité portant sur la distance des centres et les rayons.

2. *Deuxième cas* (3,2,2).

Analyse: Supposons qu'on ait trouvé $\triangle ABC$ (voir Traduction Fig. 3) dont les angles $\sphericalangle A$, $\sphericalangle B$, $\sphericalangle C$ sont dans le rapport (3,2,2).

Alors $\triangle ABC$ est isocèle, $AB = AC$. Soit $D \in BC$ tel que $\sphericalangle BAD = \sphericalangle C$. Prolongeons CB en E tel que $BE = BA$. Alors $\triangle ABD$ et $\triangle CBA$ sont semblables; on a

$$CB \cdot BD = \overline{BE}^2 \cdot$$

$\triangle ABE$ est isocèle: $\sphericalangle BAE = \sphericalangle BEA = \frac{1}{2} \sphericalangle B$ et $\sphericalangle CAD = \sphericalangle AEC$, donc $\triangle ADC$ et $\triangle EAC$ sont semblables.

On a $\quad EC \cdot CD = \overline{AC}^2 \quad$ et $\quad EC.CD = \overline{EB}^2 \qquad (1)$

donc $\quad EC \cdot ED = CB \cdot BD$.

Soient
- un segment EH tel que $EH \perp BE$ et $EH = BE$
- un segment HI tel que $HI \parallel BE$ et $HI = BE$
- un segment BK tel que $BK \perp BE$ et $BK = BC$
- un segment KL tel que $KL \parallel BC$ et $KL = BC$
- un segment $DG \parallel BK$, $G \in KL$; DG coupe BL en M.

Soit P le quatrième sommet du parallèlogramme $HLGP$.

Soit $N \in BC$ tel que $BN = BE$ et $BNSO$ le carré construit sur BN.

On a $\quad (N,O) = \overline{BE}^2 \quad$ et $\quad KB \cdot KG = \overline{BE}^2$

d'où $\quad DG \cdot GK = NS \cdot SO$.

L'hyperbole $(\mathcal{H}_1)$ passant par S et admettant pour asymptotes DB et BO passe donc par G.

On a $\dfrac{LB}{BK} = \dfrac{LB}{BC} = \dfrac{BH}{BE} = \dfrac{LH}{CE} = \dfrac{HB.BE}{\overline{BE}^2}$ [parallélisme et rapports égaux]

$\triangle ABD$ et $\triangle BED$ sont donc semblables.

$\sphericalangle BED = \sphericalangle ABD$ et $\sphericalangle DBE = \sphericalangle BAD$

d'où $\sphericalangle DBE = \sphericalangle CBD$.

$\triangle ABC$ et $\triangle CBD$ sont semblables, d'où $\frac{AB}{BC} = \frac{BD}{DC}$.

Or $BC = BD = EC$

donc $\frac{AB}{BD} = \frac{CE}{CD} = \frac{AC}{CE} = \frac{AE}{ED}$

d'où $\frac{AB}{BD} = \frac{AE}{DE}$.

E est donc le pied de la bissectrice de $\sphericalangle DBA$, donc $\sphericalangle DBE = \sphericalangle ABE$. L'angle B est donc divisé en trois parties égales. La construction de l'heptagone se fait comme précédemment.

On peut finalement résumer ainsi la solution d'I.H.:

Soit (CE,CG) un repère (Ox,Oy). Posons $CE = a$, et considérons les deux hyperboles:

$$(\mathcal{H}_1) = \{ (x,y) \; ; xy = a^2 \}$$

$$(\mathcal{H}_2) = \left\{ (x,y) \; ; y = x - \frac{a^2}{x-a} \right\}$$

$(\mathcal{H}_1)$ et $(\mathcal{H}_2)$ se coupent nécessairement au point K (x_0, y_0) tel que $x_0 \in]0,a[$.

En effet:

Soit $f_1 :]0,a] \longrightarrow \mathbf{R}$ tel que $f_1(x) = \frac{a^2}{x}$

$f_2 : [0,a[\longrightarrow \mathbf{R}$ tel que $f_2(x) = x - \frac{a^2}{x-a}$

f_1 est monotone décroissante; $\lim\limits_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} f_1(x) = +\infty$ et $f_1(a) = a$

f_2 est monotone croissante; $\lim\limits_{\substack{x \to a \\ x < a}} f_2(x) = +\infty$ et $f_2(0) = a$

$h = (f_2 - f_1) :]0,a[\longrightarrow \mathbf{R}$ est définie, monotone croissante, et on a

$\lim\limits_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} h(x) = -\infty$ et $\lim\limits_{\substack{x \to a \\ x < a}} h(x) = +\infty$

Il existe donc $x_0 \in]0,a[$ unique tel que $h(x_0) = 0$

Or $KM \cdot MH = HC \cdot ND = HP \cdot HC$.

Menons $KL \mathbin{//} HM$, avec $L \in HE$, on a

$MK \cdot KL = HP \cdot PG$,

donc l'hyperbole $(\mathcal{H}_2)$ passant par G et admettant HC et HL pour asymptotes passe aussi par K.

$K \in (\mathcal{H}_1) \cap (\mathcal{H}_2)$

La projection de K sur CE est le point D.

Synthèse: Soit CE un segment quelconque; construisons sur CE le carré $EHGC$; plaçons P sur EH tel que $HP = HE$. Traçons ensuite l'hyperbole $(\mathcal{H}_1)$ passant par H et admettant CE et CG pour asymptotes, et l'hyperbole $(\mathcal{H}_2)$ passant par G et admettant HC et HP pour asymptotes. Les portions de $(\mathcal{H}_1)$ et de $(\mathcal{H}_2)$ dans la bande définie par les deux asymptotes parallèles se coupent en K.

Soient $D \in CE$ tel que $KD \mathbin{//} GC$

$I \in EH$ tel que $KI \mathbin{//} CE$

$L \in EH$ tel que $KL \mathbin{//} MH$;

$\{M\} = (CH) \cap (DK)$

Soit $A \in CE$ tel que $CA = KD$. Traçons le cercle $(\mathcal{C}_1)$ de centre A et de rayon AC, et le cercle $(\mathcal{C}_2)$ de centre C et de rayon CE. $(\mathcal{C}_1)$ et $(\mathcal{C}_2)$ se coupent en B, et on a

$AC \cdot CD = KD \cdot DC = KD \cdot KI = GH \cdot HE = \overline{CE}^2$ [équation de $(\mathcal{H}_1)$].

Puisque $CB = CE$ on a $AC \cdot CD = \overline{CB}^2$ (7)

$KD = AC$ et $CD = DM$ on a $AD = KM$.

Mais $MK \cdot KL = GC \cdot GP$ [équation de $(\mathcal{H}_2)$]

on a $KM \cdot MH = GC \cdot CH$ et $\frac{MH}{HN} = \frac{CH}{HG}$ [parallèlisme]

d'où $\frac{KM \cdot MH}{KM \cdot HN} = \frac{CH \cdot HG}{\overline{HG}^2} = \frac{PG \cdot GH}{\overline{CG}^2}$

or $KM \cdot MH = PG \cdot GC$ [équation de $(\mathcal{H}_2)$]

donc $KM \cdot HN = \overline{CG}^2 = \overline{CE}^2$ et $HN = DE$, $KM = AD$

d'où $AD \cdot DE = \overline{CE}^2 = \overline{CG}^2$.

ΔABC et ΔBDC sont semblables d'après (7);

donc $\sphericalangle BDC = \sphericalangle ABC$ et $\sphericalangle CBD = \sphericalangle BAC$, donc $BD = BC$,

d'où $AD \cdot DE = \overline{BD}^2$

Le reste du *Traité* sera donc consacré à la synthèse de la précédente proposition. Le but est de montrer que chacun de ces triangles donne une construction possible de l'heptagone régulier, et que tout autre triangle donné par une telle construction est égal à l'un des quatre précédents.

1. *Cas* (1,3,3).

Analyse: supposons qu'on ait trouvé un triangle ABC (voir Traduction, Fig. 2) dont les angles A, B, C, sont dans le rapport (1,3,3). $\triangle ABC$ est isocèle. Soit $D \in AC$ tel que $\sphericalangle CBD = \sphericalangle BAC$. $\triangle BCD$ et $\triangle ABC$ sont donc semblables.

On a $BD = BC$ et $\dfrac{AC}{CB} = \dfrac{BC}{CD}$

d'où $AC \cdot CD = \overline{BC}^2$ (1)

Soit $E \in DA$ tel que $\sphericalangle DBE = \sphericalangle BAC$

$\sphericalangle ABD = \sphericalangle BEC = \sphericalangle CBE = \dfrac{2\pi}{7}$

donc $EC = CB$.

Mais $\triangle DBE$ et $\triangle ABD$ sont semblables,

donc $AD \cdot DE = \overline{DB}^2$. (2)

Or $BD = BC$, donc, d'après (1) et (2),

$AD \cdot DE = AC \cdot CD$.

$BC = CE$, donc, d'après (2), $AD \cdot DE = \overline{CE}^2$ (3)

et, par conséquent $AC \cdot CD = \overline{CE}^2$. (4)

Sur CE, on construit alors le carré $CEHG$ et l'hyperbole $(\mathcal{H}_1)$ passant par H et admettant pour asymptotes CE et CG. La parallèle à CG menée de D coupe $(\mathcal{H}_1)$ en K et GH en N.

Soit $P \in HE$ tel que $HP = HE$; joignons PG et HC. Le segment HC coupe DN en M.

On a $CD = DM$ et $DE = HN$. (5)

Menons $KI \,//\, DC$, on a

$KD \cdot DC = HE \cdot EC = \overline{CE}^2$ [équation de $(\mathcal{H}_1)$]. (6)

On a, d'après (4), $KD = AC$, et d'après (5), $KM = AD$.

D'où, d'après (3) et (5)

$$KM \cdot NH = \overline{CE}^2 \quad \text{et} \quad \frac{NH}{MH} = \frac{GH}{CH},$$

donc $$\frac{KM \cdot NH}{KM \cdot MH} = \frac{GH}{CH} = \frac{\overline{GH}^2}{GH \cdot CH} = \frac{\overline{GH}^2}{ND \cdot HC}.$$

I.H. construit ensuite un triangle du type (1,2,4) pour achever la solution du problème. A part la discussion, historiquement importante (l'intersection des courbes), la solution d'I.H., bien que menée différemment, ne se distingue pas véritablement de celles données par al-Ṣā^cānī ou al-Qūhī. C'est dans son deuxième traité qu'il va renouveler la position même du problème de l'heptagone.

II. *Traité sur la construction de l'heptagone.*

Dans l'Introduction à ce *Traité*, I. H. affirme qu'il entend dépasser les solutions de ce problème, qui ne sont que partielles, pour donner la solution générale.

Il invoque en effet des mathématiciens qui ont déjà traité ce problème; il s'agit d'al-Qūhī, et d'un anonyme dont la solution se fonde sur le lemme d'Archimède, vraisemblablement al-Ṣā^cānī. I.H. procède donc par l'analyse des problèmes, et énonce la proposition suivante:

Soit un cercle ABC, et supposons le problème résolu. Soit $ADEBCGH$ l'heptagone régulier obtenu. Soient ABC, BDH, EBC, DBC, quatre triangles inscrits. Tout autre triangle formé à partir de ces 7 points est égal à l'un de ces quatre triangles (voir Traduction, Fig. 1).

En effet, on a

1. ABC: $\sphericalangle A = \frac{\pi}{7}$, $\sphericalangle B = \frac{3\pi}{7}$, $\sphericalangle C = \frac{3\pi}{7}$ (1,3,3)

2. BDH: $\sphericalangle B = \frac{2\pi}{7}$, $\sphericalangle D = \frac{3\pi}{7}$, $\sphericalangle H = \frac{2\pi}{7}$ (2,3,2)

3. *EBC*: $\sphericalangle E = \frac{\pi}{7}$, $\sphericalangle B = \frac{5\pi}{7}$, $\sphericalangle C = \frac{\pi}{7}$ (1,5,1)

4. *DBC*: $\sphericalangle D = \frac{\pi}{7}$, $\sphericalangle B = \frac{4\pi}{7}$, $\sphericalangle C = \frac{2\pi}{7}$ (1,4,2)

Autrement dit, il n'existe que quatre triplets formés à partir de a, b, c entiers naturels, tels que $a + b + c = 7$. I.H. ne justifie pas cette dernière affirmation, dont la démonstration est immédiate. Prenons cette démonstration dans le style de l'époque:

Supposons en effet $a \geqslant b \geqslant c$. Il est impossible d'avoir $a = b = c$, car on aurait $3a = 7$, égalité impossible dans $\mathbf{N}$. Posons $b + c \geqslant 2$, on a $a \leqslant 5$, d'autre part $a + b + c < 3\,a$, on a $a > 2$. On peut donc prendre 3 valeurs:

$a = 5$	$b + c = 2$,	$b = 1$,	$c = 1$	(1,5,1)
$a = 4$	$\begin{cases} b + c = 3 \\ b \geqslant c \end{cases}$,	$b = 2$,	$c = 1$	(1,2,4)
$a = 3$	$\begin{cases} b + c = 4 \\ b \geqslant c \end{cases}$,	$b = 3$, $b = 2$,	$c = 1$ $c = 2$	(1,3,3) (2,3,2)

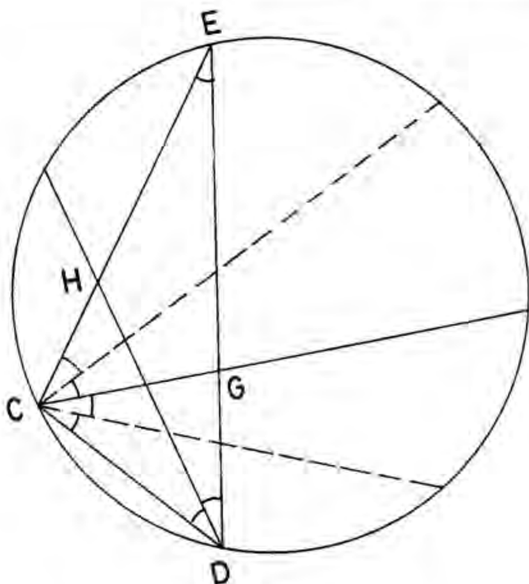


Fig. 6

point dont l'abscisse est l'une des deux racines positives des trois racines réelles de l'équation:

$$x^3 - 2\,ax^2 - a^2x + a^3 = 0.$$

Son raisonnement peut ainsi être traduit:

Soit $f_1 :]\,0,a] \longrightarrow R$; $f_1(x) = -x + \dfrac{a^2}{x}$.

f_1 est continue, décroissante.

Soit $f_2 : [0, a] \longrightarrow R$; $f_2(x) = \sqrt{a\,(x+a)}$.

f_2 est continue, croissante.

Soit $h :]0,a] \longrightarrow R$; $h(x) = f_1(x) - f_2(x)$, h est définie, continue, décroissante, et $\lim\limits_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} h(x) = +\infty$, $h(a) = -a\sqrt{2}$.

Donc il existe $x_0 \in]0,a]$, unique, tel que $h(x_0) = 0$. x_0 est l'abscisse du point cherché.

Mais $\frac{BC}{CD} = \frac{\overline{AC}^2}{\overline{CD}^2}$ car $BC \cdot CD = \overline{AC}^2$

donc $\frac{EC}{CH} = \frac{\overline{AC}^2}{\overline{CD}^2} = \frac{\overline{CE}^2}{\overline{CD}^2}$; d'où $\overline{CD}^2 = CH \cdot EC$

d'où $\frac{CE}{CD} = \frac{CD}{CH}$.

Donc ΔDEC et ΔCDH sont semblables, et par conséquent:

$$\sphericalangle DHC = \sphericalangle EDC, \text{ et } \sphericalangle DHC = \sphericalangle EDH + \sphericalangle DEH$$
$$\sphericalangle DEH = \sphericalangle HDC$$
$$\sphericalangle EDC = 2 \sphericalangle HDC$$
$$\sphericalangle EDC = 2 \sphericalangle DEC.$$

On a également: $\frac{DG}{EG} = \frac{CD}{CE} = \frac{CD}{AC}$, d'où par composition $\frac{DE}{EG} = \frac{\overline{BD}^2}{\overline{AC}^2} = \frac{\overline{DE}^2}{\overline{CE}^2}$,

et par conséquent $\frac{DE}{CE} = \frac{CE}{EG}$,

donc ΔECD et ΔECG sont semblables, et par conséquent

$$\sphericalangle CGE = \sphericalangle ECD \text{ et } \sphericalangle CGE = \sphericalangle GCD + \sphericalangle GDC$$
$$\sphericalangle EDC = \sphericalangle ECG$$
$$\sphericalangle ECD = 2 \sphericalangle ECG$$
$$\sphericalangle ECD = 2 \sphericalangle EDC$$
$$\sphericalangle ECD = 4 \sphericalangle CED.$$

Si maintenant on construit un triangle inscrit dont les angles soient égaux à ceux de ΔECD, et si on divise $\sphericalangle ECD$ en deux moitiés, et chacune d'elle encore en deux moitiés, et $\sphericalangle EDC$ en deux moitiés, les droites ainsi tracées divisent le cercle en 7 parties égales.

On vient donc de voir qu'I. H., pour diviser d'abord le segment selon les conditions données, considère *(HI, HK)* comme un repère rectangulaire. Soit donc

$(HI, HK) = (Ox, Oy)$, $EH = a$.

$$(\mathcal{P}) = \{ (x,y) \; ; \; y^2 = a\,(x+a) \}$$

$$(\mathcal{H}) = \left\{ (x,y) \; ; \; y = -x + \frac{a^2}{x} \right\}$$

Il montre que ces deux courbes doivent nécessairement se couper en un

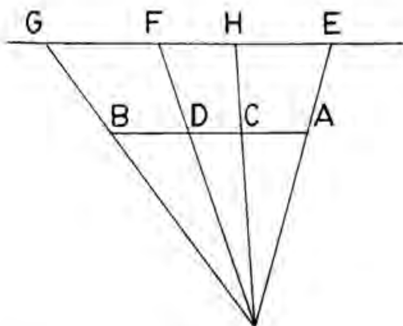


Fig. 5

Mais $EH = HI$, d'où $FN > HI$

$FN > HF$, puisque $HF < HI$.

Or $NF = FG$, donc $FG > FH$

$EH > HF$ car $EH = HI$.

Donc $EH > HF$ et $FG > HF$

d'où par homothétie $AC > CD$ et $DB > CD$.

On a enfin divisé AB en C et D selon les conditions données. C.Q.F.D.

La construction de l'heptagone se ramène enfin à celle d'un triangle ECD tel que $EC = CA$ et $ED = DB$. Le cercle circonscrit à ce triangle donne directement l'heptagone régulier inscrit. Le procédé d' I. H. est nettement différent de celui d'Archimède dans la mesure où D et C ne sont pas nécessairement à l'intérieur du cercle donné. Or, I.H. s'est déjà assuré de la constructibilité de ce triangle puisque:

$$AC > CD \quad \text{et} \quad DB > CD \Rightarrow AC + DB > CD$$

d'autre part $AC^2 = CD \cdot BC$ et $AC > CD \Rightarrow AC < CB$

d'où $AC < CD + DB$, donc $AC - DB < CD$

d'où $AC - DB < CD < AC + DB$.

Le rapport des angles de ΔECD est du type (1,2,4), c'est-à-dire

$$\sphericalangle EDC = 2 \sphericalangle CED \sphericalangle \quad \text{et} \quad \sphericalangle ECD = 4 \sphericalangle CED.$$

Soit DH la bissectrice de $\sphericalangle CDE$ et CG la bissectrice de $\sphericalangle ECD$, on a

$$\frac{EH}{HC} = \frac{ED}{DC} = \frac{BD}{DC}, \text{ d'où par composition } \frac{EC}{CH} = \frac{BC}{CD}.$$

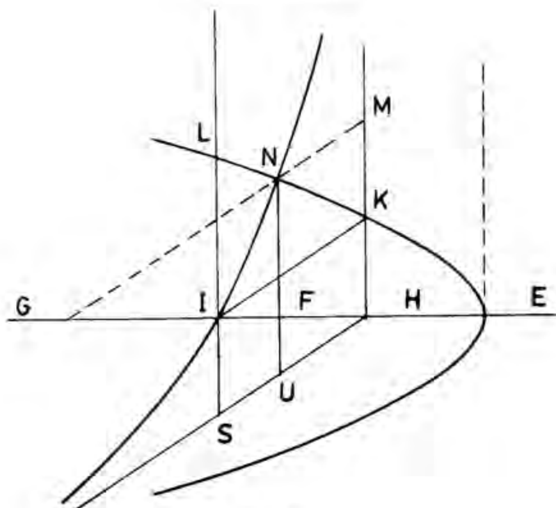


Fig. 4a

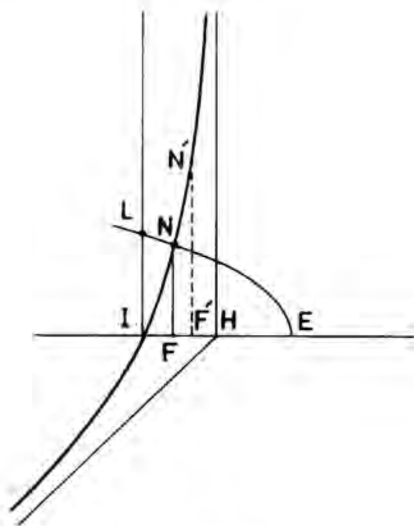


Fig. 4b

Soit $HK \perp HE$, $HK = HE$ et $HK \,//\, IL$.

Traçons la parabole $(\mathfrak{T})$ d'axe EG, de sommet E et de côté droit EH; d'après I,22 des *Coniques* on a $KE(\mathfrak{T})$ car $KH = HE$.

Soit $L \in (\mathfrak{T})$ tel que $LI \perp IE$. Prolongeons LI jusqu'en S tel que $IS = IH$. $KISH$ est donc un parallèlogramme.

Traçons l'hyperbole $(\mathcal{H})$ passant par I et admettant HK et HS pour asymptotes. $(\mathcal{H})$ existe d'après II, 4 des *Coniques*.

Or $IL \,//\, KH$ et KH est une asymptote. IL coupe donc $(\mathcal{H})$ en un point unique I. La demi-droite IL est à l'intérieur de $(\mathcal{H})$ et ne rencontre $(\mathcal{H})$ qu'au point I.

IL et KH déterminent donc une bande (voir Fig. 4b) dans laquelle on a

$$F'H < IH\,.$$

Soit N' un point quelconque donné de $(\mathcal{H})$, alors

si $N'F' > NF$ alors $d(N',HK) < d\,(N,HK)$

si $N'F' \rightarrow +\infty$ alors $d(N',HK) \rightarrow 0$.

Donc la portion de $(\mathcal{H})$ dans la bande (IL,HK) est coupée par la portion KL de $(\mathfrak{T})$ en un point N.

Soit $NM \,//\, KI$ et $NU \,//\, HK$.

On a $NM{\cdot}NU = KI{\cdot}IS$ [d'après l'équation de $(\mathcal{H})$]

$$(N,H) = (S,K).$$

Or $HF \perp NU$ et $HI \perp IS$,

donc $NU{\cdot}HF = SI{\cdot}IH = \overline{EH}^2$.

Posons $FG = NF$. Or $FU = FH$, donc $HG = NU$,

d'où $GH{\cdot}HF = \overline{EH}^2$.

D'autre part $FE{\cdot}EH = \overline{FN}^2$ [équation de $(\mathcal{T})$].

Or $FN = FG$, donc

$$FE{\cdot}EH = \overline{FG}^2.$$

Les points E, H, F, G donnent finalement la division cherchée.

On passe de cette division de EG à celle de AB par une homothétie.

On a donc $DA{\cdot}AC = \overline{DB}^2$

$$BC{\cdot}CD = \overline{CA}^2.$$

Il reste à montrer que $AC > CD$ et $DB > CD$.

On a $FE{\cdot}EH = \overline{FG}^2 = \overline{FN}^2$

or $FE > EH$; d'où $FN > EH$.

(b) D'autre part: $\Delta HDE = \Delta BGC \Rightarrow ED\cdot EH = BG\cdot BC$

$$\frac{ED}{BC} = \frac{BG}{EH} = \frac{AI}{DE} \Rightarrow \overline{ED}^2 = BC\cdot AI, \overline{ED}^2 = AD\cdot AI.$$

I.H. raisonne directement sur la construction à partir d'un carré, il ne mentionne pas la relation (a) implicitement vérifiée et considère la relation (b). Il montre que la détermination du couple (E, I) vérifiant (9) revient à celle de E divisant $AL = 2AD$ et vérifiant

$$\frac{DA}{LE} = \frac{\overline{EA}^2}{\overline{DE}^2}.$$

C'est-à-dire qu'il ramène le problème à une expression qui ne contient plus I. Pour construire E, I.H. se sert des deux paraboles dont les côtés droits respectifs sont s et s_1, mais qu'il ne détermine pas en fonction de AD, qui est pourtant la donnée du problème. En effet, s est défini par $s = \overline{OD}^2/DL = \overline{EA}^2/DE$ et dépend ainsi du point E, inconnu. On ne peut pas, par conséquent prendre E quelconque. D'autre part, on peut montrer que $s_1 = \frac{5}{\sqrt{2}} s$, et ainsi on ne peut pas construire la deuxième parabole sans connaître le point E;[1] c'est encore de ce point inconnu que dépendent les points O, F, U.

2. Tout indique donc que, devant la difficulté précédente, I. H. reprend le problème dans une deuxième partie de son premier *Traité*. Il note d'abord que la construction de l'heptagone régulier selon le lemme d'Archimède revient en fait à diviser un segment AB de telle sorte que

$$DA\cdot AC = \overline{DB}^2 \quad \text{et} \quad BC\cdot CD = \overline{AC}^2$$

avec $$AC > DC \quad \text{et} \quad DB > DC.$$

A C D B

Prenons EG (voir Fig. 4a) un segment quelconque, H et I deux points de EG tels que $HI = HE$.

1. $\frac{\overline{EA}^2}{\overline{DE}^2} = \frac{DL}{LE} \Longrightarrow \frac{\overline{EA}^2}{DL} = \frac{\overline{DE}^2}{LE} = s.$

Considérons un repère de "sommet" L. Posons $AD = a$, $DE = x$,

on a $$\frac{(a+x)^2}{a} = \frac{x^2}{(a-x)} = s\,;$$

d'où $$x^3 + 2ax^2 = a^2x + a^3$$

d'autre part on a $LU = \sqrt{2}\,(a-x)$, $\overline{OU}^2 = 5x^2$ d'où $\frac{LU\cdot s}{\overline{OU}^2} = \frac{\sqrt{2}\,(a-x)\,x^2}{5x^2(a-x)} = \frac{\sqrt{2}}{5}$; d'où $s_1 = \frac{5}{\sqrt{2}}s.$

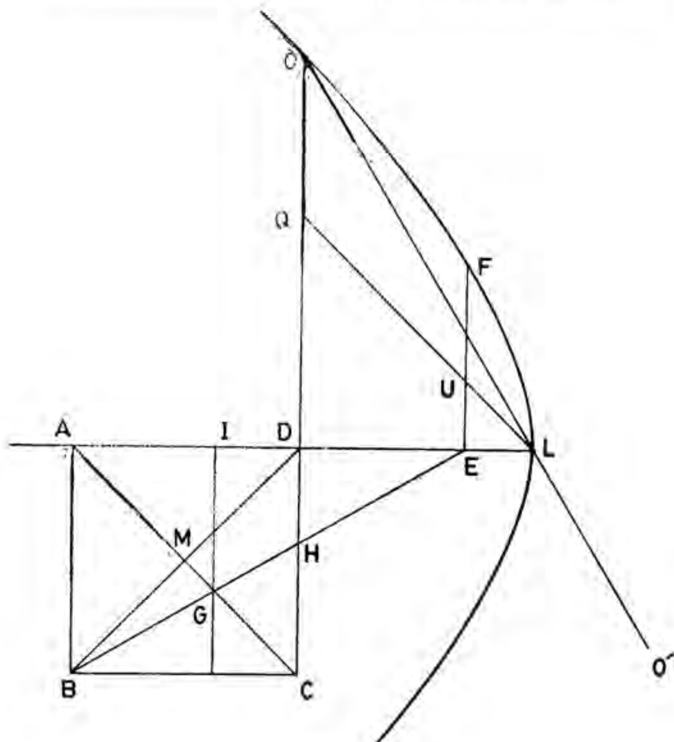


Fig. 3

Mais il sait, d'après Archimède, que si on considère un carré $ABCD$ et un point E sur AD, BE coupera AC en G et CD en H, de sorte que I est la projection de G sur AD; et on a

$$EI \cdot ID = \overline{IA}^2 \cdot$$

Donc à tout point $E \in AD$ est associé un point I vérifiant cette condition. Si de plus $\triangle HDE = \triangle BGC$, alors on a (9).

En effet, en utilisant les parallèles, on a

$$\text{(a)} \qquad \frac{EI}{EA} = \frac{EG}{GB} = \frac{IG}{GK} = \frac{AI}{KC} = \frac{AI}{ID} \Rightarrow \overline{AI}^2 = EI \cdot ID\,.$$

K est la projection de G sur BC.

(L, F, O) cette parabole; elle passe également par F, car d'après (6) et (7) on a

$$LE \cdot s = \overline{EF}^2 \cdot \tag{8}$$

Posons $DQ = DL$ et joignons LQ. Il coupe EF en U.

On a LDQ de forme connue – [triangle isocèle] – et $\sphericalangle OQU$ est connu [$= 135^0$]. Le rapport $\frac{QU}{DE}$ est aussi connu car $\frac{QU}{DE} = \frac{QL}{DL}$.

Or $$OD = EA \quad \text{et} \quad QD = DL = DA,$$

donc $QO = DE$, et $\frac{OQ}{QU}$ est par conséquent connu $\left[= \frac{1}{\sqrt{2}} \right]$, et OQU est aussi connu [$= 135^0$].

De même ΔOQU est de forme connue et $\frac{UQ}{OQ}$ est connu.

On a $OQ = DE$ et $DE = EF$, donc $OQ = EF$ et $\frac{\overline{OU}^2}{\overline{FE}^2}$ est connu.

D'après (8) on a $\frac{LE \cdot s}{\overline{OU}^2}$ connu, et $\frac{EL}{LU}$ connu, donc $\frac{LU \cdot s}{\overline{OU}^2}$ est connu et $\sphericalangle OUL$ est connu.

Donc la parabole de diamètre LQ, de sommet L, dont l'angle des ordonnées est OUL et le côté droit est un segment dont le rapport à s est connu, passe par O. Soit *(L, R, O)* cette parabole.

$\left[\frac{LU}{\overline{OU}^2} \cdot s = k \implies LU \cdot \frac{s}{k} = \overline{OU}^2 \implies LU \cdot s_1 = \overline{OU}^2 \implies s_1 \text{ le côté droit} \right]$.

Si donc on connaît AD, le point L et la grandeur de S, alors la parabole *(L,F,O)* sera de position connue. Le segment LQ est donc de position connue, car $\sphericalangle DLQ$ est connu. s_1 est également connu, et $\sphericalangle OUL$ est connu, donc *(L, R, O)* sera de position connue. Le point O sera donc connu. OD sera également connu car $OD \perp LD$. Mais comme OD/DL est connu, et que $OD = AE$ et $DL = AD$, alors AE/AD est connu. On peut donc construire le carré $ABCD$ selon les conditions du Lemme d'Archimède.

L'examen attentif de cette analyse d'I.H. montre qu'elle ne mène pas à la solution du problème d'Archimède. Sans doute est-ce en raison de cette difficulté qu'I.H. n'a jamais repris la synthèse de sa propre analyse. Examinons donc brièvement l'analyse d'I.H. pour localiser cette difficulté.

Il vient de déterminer un couple *(E, I)* sur un segment AD, tel que

$$DA \cdot AI = \overline{DE}^2 \tag{9}$$

la perpendiculaire DM' sur AC. Elle remplacera DM, et on est ramené aux rapports précédents.

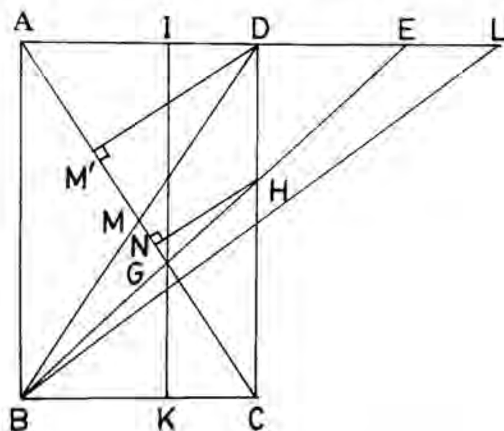


Fig. 2

On a
$$\frac{\Delta ACD}{\Delta CGH} = \frac{\Delta BDL}{\Delta BEL} = \frac{DL}{LE}$$

et par conséquent
$$\frac{DL}{LE} = \frac{EB}{BH} \cdot \frac{EB}{BG} = \frac{EA}{AD} \cdot \frac{EA}{AI} = \frac{\overline{EA}^2}{AD \cdot AI}$$

mais
$$DA \cdot AI = \overline{DE}^2$$

d'où
$$\frac{DL}{LE} = \frac{\overline{AE}^2}{\overline{DE}^2} \tag{5}$$

Or, d'après (1), $AD = DL$. Donc, la construction se ramène à diviser $AL = 2\,AD$ en un point E tel qu'il vérifie (5). Mais cette division du segment AL ne peut se faire qu'à l'aide des coniques.

Poursuivons donc l'analyse et supposons que le segment ait été ainsi partagé. Prolongeons CD en O et posons $DO = AE$.
Menons de E, $EF \perp AL$ tel que $EF = DE$ – voir Fig. 3. On a

$$\frac{DL}{EL} = \frac{\overline{OD}^2}{\overline{EF}^2} \tag{6}$$

Soit
$$DL \cdot s = \overline{OD}^2 \tag{7}$$

La parabole d'axe DL, de côté droit S, passe donc par O, d'après (7). Soit

Fig. 1

d'où, d'après (3)

$$\Delta AMD = \Delta EDH + \Delta BMG.$$

Ajoutons communément aux deux membres le quadrilatère $MDHG$, on a

$$\Delta BDE = (A,D,H,G)$$

Soit $\Delta BEL = \Delta CGH$,

On a $\Delta BDL = \Delta ADC$, et ils sont entre deux parallèles.

donc $LD = DA$ (4)

et on a $\dfrac{\Delta BDL}{\Delta BEL} = \dfrac{\Delta ADC}{\Delta CGH}$.

Menons $HN \perp GC$, on a $HN \cdot \frac{1}{2} GC = \Delta GHC$,

et de même $DM \cdot \frac{1}{2} AC = \Delta ADC$ car $DM \perp AM$,

donc $\dfrac{\Delta ADC}{\Delta CGH} = \dfrac{DM}{HN} \cdot \dfrac{AC}{GC} = \dfrac{DC}{CH} \cdot \dfrac{AC}{GC}$,

et par conséquent $\dfrac{DC}{CH} = \dfrac{BE}{BH}$; $\dfrac{AC}{GC} = \dfrac{EB}{BG}$,

donc $\dfrac{\Delta ACD}{\Delta CGH} = \dfrac{EB}{BH} \cdot \dfrac{EB}{BG} = \dfrac{\overline{EB}^2}{BH \cdot BG}$.

Si $ABCD$ est un rectangle – voir Fig. 2 –, il est donc nécessaire de mener de D

traité, dévalorisant de ce fait sa contribution. Dans ce traité, en effet, I.H. ne se démarquait pas de ses prédécesseurs quant à la généralité de son étude, laquelle n'était du reste pas exempte d'incertitudes, que l'on a omis de souligner. Or, dans le deuxième traité, I.H. reprend le problème, dont il entreprend délibérément l'étude générale. Il rappelle les limites des travaux de ses prédécesseurs, parmi lesquels il cite al-Qūhī, et un autre auteur qui pourrait être al-Ṣaᶜānī, comme on le verra.

En raison de l'importance de la contribution d'I.H. à l'histoire de ce problème, et pour marquer l'évolution interne de sa propre étude, nous examinerons successivement les deux traités en suivant le texte au plus près, même au détriment de la brièveté.

I. "*La détermination du lemme au côté de l'heptagone*"

1. Ibn al-Haytham entend ici le lemme donné par Archimède pour la construction de l'heptagone. On sait en effet qu'Archimède, dans un texte sur la construction de l'heptagone conservé seulement dans sa traduction arabe, se sert du lemme suivant:[1]

Lemme:[2] Soit $ABCD$ un carré, AC sa diagonale. Prolongeons AD en E et traçons $BGHE$ tel que les deux triangles BGC et HDE soient égaux. Menons KGI // BA, on a

$$DA \cdot AI = \overline{DE}^2 \qquad (1)$$
$$EI \cdot ID = \overline{IA}^2 \qquad (2)$$

Or si (1) et (2) peuvent être déduites à l'aide de l'égalité des deux triangles BGC et HDE, la construction du couple (E,I) ne peut être faite qu'à partir des sections coniques. Mais Archimède a construit ce couple par la géométrie mobile.

I.H. entend donc tout d'abord démontrer ce lemme qu'Archimède n'a pas véritablement prouvé. Il commence par essayer de réduire le problème posé, et procède en cela par analyse. Joignons donc BD, il coupe AC en M, son milieu. On a

$$\triangle BMC = \triangle AMD \qquad (3)$$
$$\triangle BMC = \triangle BMG + \triangle EDH$$

1. Voir C. Schoy, *op. cit.* pp. 74 sqq.

2. Notons que ce lemme peut être ramené à trouver sur un segment donné AD un point I et sur son prolongement un point E tels que (1) et (2).

Si on pose $AD = a$, $ID = y$, $DE = x$, il vient

$$I \quad \begin{cases} x^2 = a(a-y) \\ (a-y)^2 = (x+y)y \end{cases}$$

d'où finalement:

$$x^3 + 2ax^2 = a^2x + a^3$$

équation que l'on peut résoudre à l'aide de l'intersection des deux courbes dont les équations sont données par I. La première courbe est une parabole, la seconde est une hyperbole.

trer, l'intersection des courbes utilisées. Pour répondre à cette exigence, les mathématiciens ont été conduits, d'une manière plus ou moins implicite selon le cas, à étudier des propriétés des courbes, telles que: la continuité, la convexité, leurs comportements asymptotiques. Ces préoccuppations n'apparaissent encore qu'à peine dans l'algèbre d'al-Khayyām; elles sont pourtant présentes dans celle de Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, et contribuent ainsi au passage de la théorie géométrique des équations au début de la géométrie algébrique. Nous traitons ailleurs[3] de cet apport à l'histoire de l'algèbre; nous nous limitons ici au cas de l'heptagone régulier, et plus précisément encore aux études de ce problème par I.H. Importantes du point de vue que l'on vient d'évoquer, ces études ont également fortement marqué l'histoire de l'heptagone régulier.

Rappelons en effet tout d'abord que l'histoire de ce problème est connue, dans ses grandes lignes tout au moins. Elle vient d'être retracée ici même.[4] Ses différentes étapes sont jalonnées par les noms d'Abū al-Jūd, d'al-Sijzī, d'al-Qūhī, d'al-Ṣaᶜānī. Afin de construire l'heptagone, ces éminents mathématiciens ont procédé par la construction d'un triangle inscrit dans le cercle donné, et dont les angles sont dans un certain rapport. Ainsi Abū al-Jūd, et de même al-Sijzī, ont considéré le rapport (1,3,3); al-Qūhī a étudié séparément les deux cas (1,2,4) – qui renvoie au lemme d'Archimède, comme on le verra – et (1,5,1). Al-Ṣaᶜānī, quant à lui, a également traité le cas (1,2,4). Telles qu'elles se présentent, et faute d'exhiber tous les cas possibles et de les traiter tous, ces solutions sont donc particulières. Or, depuis C. Schoy,[5] les historiens ne se sont pas interrogés sur ce manque de généralité. Pourquoi en effet les mathématiciens arabes n'ont-ils pu s'élever au-dessus de la particularité des cas de la construction de l'heptagone pour les traiter tous? C'est pour répondre à cette question que nous nous tournons vers l'oeuvre d'I.H., afin de montrer que cette généralisation a bien été accomplie, et qu'elle est de son fait.

Grâce aux biobibliographes anciens,[6] on sait que I.H. a composé deux traités sur l'heptagone régulier. Le premier est intitulé "*Traité sur la détermination du lemme au côté de l'heptagone*". Le deuxième, rédigé plus tardivement, a pour titre "*Traité sur la construction de l'heptagone*".

Alors que le premier est connu, traduit en allemand par C. Schoy,[7] le deuxième[8] ne l'est point. Aussi a-t-on réduit l'étude d'I.H. à son premier

3. Voir notre édition (traduction, commentaire: à paraître) du *Traité* d'al-Ṭūsī, *Des Equations*.

4. Voir A. Anbouba, "L'heptagone régulier", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 73-105.

5. Voir C. Schoy, *Die trigonometrischen Lehren des Persischen Astronomen Abū'l-Raiḥān Muḥ. Ibn Aḥmad al-Bīrūnī* (Hannover, 1927), pp. 72 sqq.

6. Voir Ibn Abī 'Uṣaybiᶜa, *ᶜUyūn al-'anbā' fī ṭabaqāt al-'aṭibā'* (Beyrouth, 1965), pp. 559-560; Ibn al-Qifṭī, *Ta'rīkh al-ḥukama'*, ed. J. Lippert, (Leipzig, 1903), p. 167.

7. Voir C. Schoy, *op.cit.* pp. 85-91 (traduction faite à partir du manuscrit d'India Office). Nous donnons ici une édition de ce Traité.

8. Nous donnons ici l'édition et la traduction française de ce texte.

La construction de l'heptagone régulier par Ibn al-Haytham

Roshdi Rashed*

A PARTIR de la deuxième moitié du IXème siècle, les mathématiciens arabes se sont attachés à l'étude des problèmes célèbres hérités des Alexandrins. Ainsi les deux moyennes, la trisection de l'angle, la construction de l'heptagone régulier, notamment, firent l'objet des recherches des plus éminents géomètres de l'époque, Aḥmad b. Shākir, Thābit b. Qurra, Abū al-Jūd, al-Sijzī, al-Qūhī, al-Ṣaᶜānī, Ibn al-Haytham (I.H.), parmi bien d'autres. Et, comme ces problèmes de construction géométrique ne peuvent être résolus au moyen de la règle et du compas, ils constituèrent un thème de controverse et de défi entre les géomètres, et un sujet de correspondance et d'entretiens à la cour.

Si l'on connaît mal les raisons scientifiques, mais aussi sociologiques, de l'intense activité de ce siècle, on n'ignore pas en revanche quel fut l'apport de ces recherches non plus à l'histoire de la géométrie, mais à celle de l'algèbre. Woepcke le premier[1] a en effet remarqué quelle fut l'importance des travaux sur les deux moyennes et sur la trisection de l'angle pour l'élaboration de la théorie géométrique des équations cubiques, telle qu'elle se présente dans l'algèbre d'al-Khayyām. Les géomètres, il est vrai, ont eu recours, pour résoudre ces problèmes, à des courbes autres que les droites et les cercles, et par conséquent aux *Coniques* d'Apollonius. Il est vrai également qu'ils ont procédé par l'intersection de ces courbes, et que parfois même, pour ne citer que le témoignage d'al-Bīrūnī, ils ont reconnu les polynômes associés.[2] En un mot, ces divers problèmes de construction géométrique ont ainsi constitué un domaine d'application des courbes coniques. Cette application, à son tour, a fourni non seulement des techniques, mais aussi des concepts, dont la traduction algébrique par al-Khayyām a rendu possible l'élaboration de la toute nouvelle théorie des équations cubiques. Mais l'apport de ces recherches à l'histoire de l'algèbre ne se borne pas à al-Khayyām et à sa théorie géométrique des équations. C'est en effet au sein de cette tradition de géomètres, et tout particulièrement chez I.H., que surgit une nouvelle exigence: justifier, sinon démon-

* C.N.R.S. - Paris.

1. Voir Woepcke: *L'Algèbre d'Omar Alkhayyami* (Paris, 1851), et en particulier les additions pp. 91-125.

2. Voir le troisième livre d'*al-Qānūn al-masᶜūdī*, édition Imām Ibrāhīm Aḥmed (Le Caire, 1965), pp. 102 sqq.

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

منهج الكاشي غير العملي في تحديد ارتفاع الشمس

إ . س . كندي وماري تريز دبارنو

إن الشهرة الأساسية للعالم الفارسي جمشيد غياث الدين الكاشي (٨٠٠ للهجرة) لتستند إلى مآثره في الرياضيات الحسابية. والمشكلة المعروضة هنا قد تضفي شيئاً ما على منزلته الرياضية الرفيعة ، إلا أنها تتضمن معالجة جبرية للعلاقات المثلثاتية لا الحساب بما هو كذلك .

يعرض لنا الكاشي في المقالة الخامسة من مجلده الفلكي الفارسي « زيج خاقاني » (في الصفحات ١٨٧ ف — ١٨٨ ر — من India Office, London, MS. 430) منهجاً لحساب ارتفاع الشمس في لحظة ما معينة ، وذلك بعد قياس عرض ظل يلقيه جدار ما . فإذا ما نظر إلى هذا المنهج على أنه تقنية عملية عُدَّ متهافتاً ، ذلك أن مصطنعه ليحتاج إلى أن يعرف قبل كل شيء (ومقدماً) عرض البلد المحلي وميل الشمس ك وزاوية السمت وارتفاع الجدار . وإنه لمن الأسهل في ذلك كل السهولة أن نرصد ارتفاع الشمس مباشرة .

وهذا البرهان يستند بعامة إلى العلاقتين التاليتين :

عرض الظل d هو :

$$d = w \,\text{تظل}\, h \,\text{حب}\, (a - a_s) \qquad (١)$$

$$\text{حب}\, a_s = \frac{1}{\text{تحب}\, h} \left(\text{حب}\, h \,\text{ظل}\, \varphi - \frac{\text{حب}\, \delta}{\text{تحب}\, \varphi} \right) \qquad (٢)$$

ومن الواضح أن الكاشي قد أُخِذَ وفتُن بالمشكلة الرياضية المعروضة ههنا . وهو

عادة يقدم براهين على كل ما يجري من عمليات ، إلا أنه يدعي في هذا العملية أنه عرض برهانها في دراسة منفصلة برأسها. بيد أن قارىء الزيج ليشعر باللذة إذ يبرهن عليها بنفسه وذلك كيما يقدر صعوبتها حق قدرها . ونحن قد أعدنا صياغة برهانها انطلاقاً من تعاقب القواعد اللفظية للحل المعطى في النص .

وهذا البرهان يستند بعامة الى العلاقتين التاليتين :

عرض الظل d هو :

$$d = w \text{ تمام ظل } h \text{ حب } (a - a_s) \qquad (١)$$

(حيث h تمثل ارتفاع الشمس ، a زاوية سمت و a_s سمت الظل الذي يلقيه الميل العمودي في لحظة الرصد)

$$\text{حب } a_s = \frac{1}{\text{محب } h}\left(\text{حب } h \text{ ظل } \varphi - \frac{\text{حب } \delta}{\text{محب } \varphi}\right) \qquad (٢)$$

(حيث φ تمثل عرض البلد المحلي و δ ميل الشمس) .

والعبارتان الجبريتان (١) و (٢) كلتاهما يمكن النظر إليهما على أنهما تابعان متغيراهما المستقلان هما h و a_s ، و h على التوالي . ذلك أن العبارة الثانية يمكن أن تصطنع لإقصاء a_s من العبارة الأولى وذلك بغية انتاج علاقة قابلة للحل من أجل h . قد يكون ذلك ممكناً إلا أن العمليات الجبرية والمثلثاتية الناجمة عن ذلك ستكون ملتوية جداً .

والكاشي ، لعظيم فضله ، يسهل علينا الأمر باستبداله $a-a_s$ بـ a_s ، وبضربه طرفي العبارة الجبرية الثانية كليهما في (h بطل w) وبدمجه نتيجتين من نتائجها الأولية تجنباً لتربيع ثلاثي الحدود .

إلا أن هذا الإجراء العام ليخفق إذا ما طبقناه على الحالة الخاصة التي يكون فيها الجدار قائماً في المستوى الشرقي — الغربي ، ولهذا السبب عمد الكاشي إلى إعطائنا قاعدة خاصة يمكن البرهنة عليها من طريق رسم بياني هندسي .



دفاعاً عن « كتاب النار »[1]
« السيمياء العربية و روجر بيكون وإدخال البارود إلى الغرب »

فرنارد فولي
كيث يري

يعد هذا البحث محاولة رزينة لإظهار فضل العرب وريادتهم في ميدان المتفجرات النارية. وهو يعرض لذلك آراء من يشكون في ذلك ليدحضها داحضاً بذلك الدعوى القائلة إن الفضل إنما يعود في هذا الشأن إلى بيكون ، كما زعم هايم الذي قال : إن بعض صيغ «كتاب النار » ترجع إلى عام ١٣٠٠ م أو إلى ما بعد وفاة بيكون (أي بين عامي ١٢٨٤ و ١٢٩٢) وإلى ما بعد ما كتبه عن المسحوق المتفجر من كتب . ثم إن هايم يعتقد أن الصيغ القائمة في « كتاب النار » غير قادرة على توليد متفجر جدير بهذا الاسم (ذلك بأنه أهمل كل الإهمال الصيغة الثالثة والثلاثين من هذا الكتاب ولم يدرس سوى الصيغتين الثانية عشرة والثالثة عشرة ، ونسي أن الصيغة الأخيرة تتحدث عن صنع غلاف يتفجر فيه المسحوق ، وأن الصيغة الثالثة والثلاثين تتحدث عن النار القاذفة وهي ذات محتوى يختلف في نسبته من نترات البوتاسيوم (٦٨ ٪) عن محتوى الصيغة الثالثة عشرة (٦٦ ٪) . والحقيقة أن هذه النسب لقريبة من النسب الحديثة (٧٥ ٪ من نترات البوتاسيوم ، ١٠ ٪ من الكبريت و ١٥ ٪ من الفحم) مما يثبت قوة تفجرها ومدى فعاليتها بغض الطرف عن غلافها . ويرى هايم بعد ذلك كله وبعد دعواه أن قوة الغلاف وحدها هي التي تسمح لهذه المساحيق بالتفجر (مخالفاً في ذلك حقيقة الأمر) أن مصنفات بيكون لتشتمل على أفضل ما يتصل بتقنية نترات البوتاسيوم من معرفة وطرائق ، وإن جاء ذلك على شكل ملغز (شفرة) ، وهو يدعي فضلاً عن ذلك أنه استطاع حل هذه الشفرة في كتاب بيكون (de secretis) بحيث يمكن القول إن صيغة بيكون تتضمن النسب التالية : سبعة أجزاء من نترات البوتاسيوم وخمسة أجزاء من الكبريت وخمسة أجزاء من الفحم (وهي صيغة نسبة النترات فيها

١ - كتاب النار « Liber igneum » المنسوب إلى مارك اليوناني هو كتاب ذو أصول عربية واضحة كما هو معروف وكما يبين ذلك أجلى تبيين البحث الذي نقدم موجزاً له ههنا بين يدي القارىء العربي . والدفاع عن هذا الكتاب إنما يعني الدفاع عن أصالة العرب وريادتهم فيما أنجزوا من شيء في ميدان المتفجرات والبارود .

قليلة مما يتولد عنها تفجر ضعيف واهٍ ، على خلاف تفجر مسحوق كتاب النار) . ويتبع هايم في بعض آرائه بارتنغتون (وكلاهما يرفض دعوى غوتمان القائلة إن برتولد شفارتس الألماني هو أول من فجر القذائف وإن يكن آخرون قد ابتدعوا المتفجر ، وهو لم ينسَ مع ذلك رجع هذا العلم إلى السيمياء العربية ومخطوطة كتاب النار العربي والمنسوب إلى مارك اليوناني) الذي يرى أن مساحيق كتاب النار ليست بمتفجرات حقيقية ، إذ هي تحترق بسرعة كافية لتوليد ضغط غازي داخل الغلاف الورقي مما تنجم معه الفرقعة عن تمزق هذا الغلاف . وهذا يعني (كما يعتقد كل من هايم وبارتنغتون) أن لقوة الغلاف ومتانته أثراً كبيراً في التفجر الحاصل ، وأن مثل هذه الفرقعة الناجمة عن هذا المسحوق (مسحوق كتاب النار) لا يمكن إنتاجها إذا ما أحرق المسحوق في الهواء الطلق أو في وعاء سهل التمزق بالضغط . وكل ذلك إنما هو على العكس من أغلفة مفرقعات بيكون الرقيقة والسريعة التمزق والتي ترجع فرقعتها الى جودة مسحوقها وحسب . ولكن ، إذا كان بيكون يعرف خصائص المتفجرات وآثارها فإنه ، كما يقول بارتنغتون ، لم يمارسها شخصياً ، فهو مبدع لا مجرب ورائد لا متبع ومن هنا تأكيد المؤلف على أن بيكون لم يرجع إلى كتاب النار ولم يتخذه مصدراً له في هذا الصدد . ثم إن مؤلفنا هذا لا ينكر أن هناك شبهاً كبيراً بين الصيغة الموجودة في كتاب (**de mirabilis mundis**) ، المنسوب إلى ألبرت الأكبر ، استاذ بيكون ، والصيغة الثالثة عشرة من كتاب النار بحيث يمكن النظر إلى تلك بصفتها إيجازاً لهذه وإن يكن الإيجاز يجعلها غامضة . وهذا الكتاب بأجمعه إنما هو عمل منسوخ من مجموعة من الصيغ الكيماوية العربية كما يرى بارتنغتون . ثم إن فضل بيكون في تنقية نترات البوتاسيوم لم يثبته إلا تفسير متعسف للفصلين الملغزين التاسع والعاشر من كتاب بيكون «**de secretis**» ، مما يبعث على الشك المريب في أمر ذلك . ويرجع بارتنغتون الفضل في وصف التقنية هذه إلى حسن الرماح (المتوفى عام ١٢٩٤ أو ١٢٩٥) فهذا لم يصف عملية التنقية نفسها بتفصيلها وحسب بل إنه أضاف إلى ذلك اصطناع رماد الخشب من أجل ترسيب أملاح الكلسيوم والمغنزيوم من المحلول قبل تبلور نترات البوتاسيوم . والرماح يشارك كتاب النار فضل إدخال فكرة فتيل المفرقعة وإقامته بنجاح في علبة المتفجر الناري وهذا ما لم يقل عنه بيكون شيئاً . ثم إنا نستطيع أن نرجع الصيغة الانكليزية للدكتور ارديرن (١٣٧٧ م) إلى كتاب النار الذي اتبعه ارديرن اتباعاً حرفياً في مواضع كثيرة من مصنفاته . إن لجوء بيكون إلى الرموز (الشفرة) أفضى إلى الاعتقاد أنه أول من عرف

المسحوق المتفجر. فإذا كانت صيغه كتبت بين أعوام ١٢٥٠ م أو ١٢٦٥ م و ١٢٦٨ م ؛ وإذا كانت صيغه قد وضعت صريحة واضحة بين عامي ١٢٦٦ و ١٢٦٨ م ، فما سبب إلغازه (شفرته) من قبل ؟ وما دعواه أنه مبتدع لهذا المتفجر إذا كان يقول هو نفسه إن الأطفال ، في شتى أنحاء العالم ، كانوا يلعبون بهذه الخلائـــط المتفجرة (بعد عشرين سنة فقط من الكشف عن أمر شفرته) ؟ . يقال إن سبب كتابته الملغزة خوفه من الكنيسة وارتيابها فيه بسبب اهتمامه بالعلم العربي ... كل ذلك يجعلنا نؤكد أنه ناقل للمعارف الكيماوية لا مبتدع لها . ثم إن صيغ كتاب النار أقرب ما تكون إلى الصيغ الحديثة في نسبها مما يفند ادعاء هايم من أن قوة الغلاف وحدها هي التي تسمح بتفجر هذه المساحيق ، وذلك ما يثبته على نحو عملي – تجربتي المؤلفان .

إن أهمية كتاب النار التاريخية (ذي الأصول العربية) تعود إلى نشره تقنية المتفجرات في أوربا ويدعم ذلك ما كتب من كتب وما عرف من مخطوطات ألمانية وما خط من مقالات اسبانية وما علم من ترجمة إيطالية (عام ١٤٥٠ م) لهذا الكتاب ، وهي كلها تنقل نص هذا الكتاب وتبرز صيغه الواضحة البينة .

ثم انتقل المؤلفان بعد ذلك إلى عرض ما قام به الآخرون من تجارب على صيغ حديثة تتصل بمتفجرات مقصورة في أثرها على المدافع . ومن هنا كانت تجربة لاسن (Lassen) (بحسب النسب التالية : ٣٥ : ٣٥ : ٣٠) على شحنة مدفع تفجرت فقذفت بالكرة إلى أقل من عشرين متراً ، وتجربة ويليامس على شحنة مدفع مشابه لمدافع القرن الرابع عشر (بحسب صيغة هي أقرب ما تكون إلى صيغة كتاب النار (الثالثة عشرة) ولصيغة ألبرت الأكبر أي بالنسب التالية : ٦ : ١ : ٢) . فتولد عن ذلك (الخليط الجاف العناصر) احتراق لا انفجار معه ، فإذا رطب الخليط ازدادت سرعة قذف الكرة وقوي انفجار المدفع وقل إخفاق احتراقه ... إن بيكون والعرب لم يبحثوا في مثل هذه التجارب وإنما اقتصر بحثهم على كيفية توليد دوي ذي فرقعة ولهيب ذي وهج (أي على المتفجرات النارية) .

إذا كانت صيغ كتاب النار قد جربت وفضلت على صيغ الرماح فلأن كتاب النار يقول بتفجير المسحوق على خلاف الرماح ثم لأن صيغ كتاب النار أكثر أهمية في التاريخ الأوربي ولأن نسبة ما فيها من نترات البوتاسيوم أقل مما هي عليه لدى الرماح في صيغه

القريبة من صيغ نيوبولد (أي بحسب النسب التالية : ٢٠ : ٧ : ٣) علماً أن نسبة نترات البوتاسيوم تزداد كلما نقص حجم البندقية . (لصيغة الرماح النسب التالية : عشرة أجزاء من نترات البوتاسيوم ، جزء أو جزءان من الكبريت ، وجزءان أو ثلاثة أجزاء من الفحم أي أن نسبة نترات البوتاسيوم لتبلغ ٦٦ — ٧٢ ٪ بالمائة وهي قريبة في ذلك من نسبة الصيغ الحديثة) .

وبحسب تجربة قام بها المؤلفان استبان لهما أن دعوى هايم القائلة إن قوة الغلاف هي التي كانت تتيح لمسحوق كتاب النار توليد الفرقعة المدوية لا تؤيدها الوقائع في شيء قل أو كثر . وتبدو قيمة هذا الكتاب الاجرائية — العملية — التجريبية في اهتمامه بكيفية صنع فتيل المتفجر (على العكس من بيكون) . والاختلاف القائم بين علب المتفجرات النارية في كتاب النار ولدى بيكون إنما يرجع إلى إختلاف المواد التي صنعت منها ، فهي مصنوعة في كتاب النار من ورق البردي بينما هي مصنوعة لدى بيكون من ورق البرشمان . ثم إن كتاب النار ليعمد إلى تحديد أوصاف الصاروخ والمفرقعات النارية أبلغ التحديد وأوفاه (على خلاف بيكون الذي لم يقل في ذلك سوى إن المغلف يجب أن يكون بحجم الإبهام قدراً وشكلاً أي اسطوانياً ويشتمل على القليل من المادة المتفجرة) مبيناً بذلك طولها ومتانة جدرانها. كل ذلك ابتغاء إعطائها صفات ديناميكية — هوائية ولإطالة احتراق عمود المسحوق... فهو يقول في جملة ذلك إن على مغلفات المفرقع أن تكون أرق من أنابيب الصاروخ مما يتولد عنه أقوى التفجر وأطوله مدة ..). وهذه المفرقعات ذات الطيات المتعددة في مغلفاتها لهي شاهد آخر (بعد ذاك الشاهد المتصل بمادتها الورقية) على ما يدين به الأوربيون لتعاليم كتاب النار من فضل .

وقد تبين أن حل هايم لصيغة بيكون غير ناجح إذ أن المفرقع لم يحترق في سبع حالات من عشر ولم يتفجر في الحالات الثلاث الباقية . بل إن هذا المسحوق (بحسب نسب بيكون) لم يحترق بالنار ، إذا ما أخرج من مغلفه ، إلا بصعوبة على خلاف ما يحدثه مسحوق كتاب النار ، وهو لكثرة نسبة الفحم فيه يولد دخاناً أكثف وأدكن وأغزر مما يولده مسحوق صيغة كتاب النار وهو إلى ذلك كله يخلف وراءه من السخام قدراً أكبر مما يخلفه المسحوق المصنوع طبقاً لصيغة كتاب النار ، وذلك يعني أن مساحيق كتاب النار قد احترقت بأسرع وأتم من خليط بيكون — هايم مما يسقط معه إدعاء هايم الآنف الذكر والذي فندناه غير مرة ،

ومما يؤكد ذلك أبلغ التأكيد احتراق مساحيق كتاب النار في الهواء الطلق خلال فترات قصيرة لا تتعدى الثواني الخمس .

إن التجارب العشرين التي أجريت على صيغتي مساحيق كتاب النار كانت إيجابية في نتائجها إذ تولد عنها تفجر يلائم نسبها قوة وقدراً مع ما رافق ذلك من نار حمراء تضرب إلى البياض وذلك على شكل عمود وحيد مركزي المنطلق مستمر لا تقطع فيه ومع ما ترك ذلك الاحتراق من قليل سُخام وما أفضى إليه من نزر دخان .

إن فرقعة صيغ كتاب النار لتبدو ضعيفة إذا ما قيست إلى الصيغ الحديثة وقوية إذا ما ووزنت بالصيغ القديمة (صيغ بيكون ــ هايم) . وينجم عن هذه التجارب التي أجريت على المسحوق المصنوع بحسب صيغة بيكون ــ هايم (أو بحسب تفسير هايم لصيغة بيكون) أن هذا المسحوق ليس على مستوى الدعاوى التي اصطنعت له غالباً والتي أحاطت اسمه بهالة من الإكبار ، إلاّ أن الشك يحوم اليوم حول مدى صحة تفسير هايم لها وحول مسألة من منهما يشغل ــ خطأً وظلماً ــ هذه المكانة الكبرى في تاريخ الكيمياء . فإذا ما اعتمدنا تفسير نيوبولد الجديد لها اتضح أن ما تفضي إليه من نتيجة ليس بأحسن مما تؤديه صيغة كتاب النار ، ومن ثم يميل المؤلفان إلى الاعتقاد الجازم أن المعارف العربية أقرب إلى اليقين من تلك وأبلغ اساساً . إلا أن ذلك لا ينطبق على هذه الصيغ إلا في مجال محدود هو مجال المفرقعات النارية وحسب ، مما يتبين معه أن تفوق مساحيق كتاب النار في تفجرها الواضح على مساحيق بيكون ــ هايم بحسب تفسير نيوبولد لم يبدُ إلا في هذا المجال دون غيره من المجالات التي تتصل بتفجر هذه المساحيق في المدافع . وقد تبين أيضاً أن ما لم يحترق من هذه الشحنات في المدفع تفجر أوفى التفجر عندما أعيد حشوه في مفرقع ورقي . وهذه التجارب لحرية أن تفسر الفترة التي سجلها تاريخ المتفجرات بين التحقق من أن بعض خلائط المسحوق قمينة أن تنفجر والاستعمال الفعلي لهذه الخلائط في المدافع . إلا أن إخفاق هذه الصيغ العربية في تفجرها في المدافع لا ينقص من قيمتها التفجرية ــ النارية شيئاً، ذلك بأن أول بينة قاطعة على وجود المدافع لم تكتشف إلا في القرن الرابع عشر . ثم إن لغلاف هذه المتفجرات ، وهو ذو أثر في تفجرها واحتراقها ، دوراً في نجاحها واخفاقها ، وقد عُلِم ان مادة هذا الغلاف ــ أي الورق ــ لم تكن شائعة رخيصة في الدول المسيحية في زمن بيكون مما يدلنا على أن ما ساقه بيكون من ملاحظة في هذا الصدد ليس ينبغي أن

يعد تقريراً شاملاً لكل ما كان يحدث من تطورات في أمكنة أخرى من العالم ، إذ أن الورق كان يستعمل في الإسلام على نطاق واسع وسيع وكان رخيصاً أيّ رخص . فإذا كانت المتفجرات الأولى تحترق في الورق بأفضل من احتراقها في المعادن فذلك يعزز احتمال قول من يقول إن فضل اكتشافها إنما يعود إلى الكيماويين العرب ويضعف الاحتمال الآخر القائل بامكان رجع الفضل فيها إلى الأوربيين .

إن المؤلفين يريان ، على ظن منهما ، أن ليس لمادة المغلف أهمية كبرى، فإذا كانت الأخرى ، وهما لم يخبرا مسحوق بيكون في ورق البرشمان لتعذر الحصول عليه ، فإن النتائج التي توصلا اليهما قد يعتورها بعض التغير .

من بعد أن استعرض المؤلفان هذه الأمور جميعاً من حيث الموازنة والمقايسة والاختبار لم يحجما عن القول إن دور بيكون في تاريخ كيمياء المتفجرات ليس له من الأهمية القدر الذي نال ؛ فما كتب من شيء لم يسبق صيغ كتاب النار ، ثم إن الرموز (الشفرة) التي كتب بها لم تفسر إلا في القرن العشرين ، بل إن التفسير هذا لباعث على الشك فيه ويرجع هذا الشك إلى ما يعيب التفسير من نقص وعدم شمول لجميع أجزاء الصيغة الملغزة . ثم إن قول بيكون : إن استعمال المتفجر في ألعاب الأطفال كان معروفاً من قبل على نطاق واسع في بلاد اخرى لدليل على أنه لم يكُ في ذلك مبتدعاً ولا سبّاقاً. وليس هناك، فضلاً عن ذلك ، من دليل أو دلالة على أن معاصريه كانوا يعرفون نسبه ليصطنعوها في متفجراتهم (كما هو شأن صيغ كتاب النار) . ولا ننسَ بعد ذلك كله أن كتبه لم تطلعنا في شيء على النحو الذي ينبغي اتباعه لتنقية نترات البوتاسيوم كما فعل كتاب النار العربي بأبلغ بيـــان وأفصح عبارة. ويتوج كل أولئك المآخذ إخفاق صيغة مسحوق بيـــكون ـ هايم من الناحية العملية وهي أبلغ محك لصحة مسحوق ما أو لفساده .

إن مخطوط كتاب النار نتاج بين وأثر واضح للمصادر والتقاليد العربية في مجالي العلم والعمل ، وهو محصلة لعنصرين أساسيين في صنع مسحوق المتفجرات وهما الورق والمناخ المناسب (على أنه ينبغي لنا ألا ننسى في كل ذلك عنصر المعرفة وأسسها النظرية) ، وكلا هذين العنصرين موفور في البلاد الاسلامية . حتى إن بارتنغتون على غلوائه في التعصب لبيكون (ومؤلفا الدفاع عن كتاب النار يرجعان هذا التعصب لديه ولدى هايم إلى ما يربطهما ببيكون من رابط الوطن، كما كان شأن غوتمان الألماني تلقاء شفارتس ابن وطنه) وبخس حق العرب في

هذا الشأن إنتهى إلى القول في احتمال أن تكون نترات البوتاسيوم اكتشافاً عربياً وهو لم يكتف بذلك بل قال إن التفاصيل المتعلقة بتركيب فتيل المفرقعات قد وجدت في مصادر عربية في حين خلت مصنفات بيكون منها خلواً تاماً . وهناك بينات صورية تشير إلى الارتباط الوثيق بين الشعوب العربية والاصطناع الأول للمدافع في أوربا (فزي الرجل الذي يشغل الصاروخ في كتاب فون إيشتات الألماني "Bellifortis" والمصنف قبل عام ١٤٠٤ عربي ، وسحنة الرجل المفجر للمدفع في مخطوطة Milimete سمراء داكنة) .

كل ذلك يبين بما لا يدع مجالاً لأدنى شك أن دور الكيمياء العربية في الريادة العلمية وفي نقل معرفة المتفجرات إلى أوربا الغربية كان أساسياً وجوهرياً وأن من يبخس العرب حقهم في ذلك إنما يتنكب عن سواء السبيل .



تداول المخطوطات الطبية العربية واستعمالها في اسبانيا خلال القرن السادس عشر

لويس غارسيا – باليستر

إن من الملامح المميزة لاسبانيا خلال القرن السادس عشر كبر عدد السكان الذين كانوا يتكلمون العربية والذين كانوا يعيشون جنباً الى جنب – في سلم أحياناً وفي حرب أحياناً أخرى – مع أغلبية لم تكن لغتها بعربية – وكلتا الطائفتين (الأغلبية المسيحية والأقليات ذات الأصل المسلم أو اليهودي) كانت تشكل جماعة ثقافية بالغة الاختلاف ، وذلك ينطبق بخاصة على المسلمين أو الذين هم من أصل إسلامي . ويمكن القول ، نظرياً على الأقل ، إنه ما من شك أن عدد المخطوطات الطبية العربية الذي كان موجوداً في اسبانيا في القرن السادس عشر كان كثيراً بين الكثرة .

يشتمل هذا البحث على ثلاثة أجزاء : ١ – الأدب الطبي العربي والنزعة الإنسانية

الطبية . ٢ ــ المخطوطات العربية الطبية مصدراً للمعرفة الطبية . ٣ ــ العوامل التي عاقت أو أخرت تداول هذه المخطوطات .

١ ــ الأدب الطبي العربي والنزعة الإنسانية الطبية

تبرز ضمن الحركة الإجمالية للنزعة الإنسانية الطبية في إسبانيا خلال القرن السادس عشر ثلاثة موضوعات ذات شأن فيما يتصل بالمخطوطات الطبية العربية :

آ ــ ما اعطاه اللسان العربي للمخطوطات المتداولة في مطلع القرن السادس عشر في اسبانيا والبرتغال من قرب المتناول . فكان بذلك مستودعاً لمصنفات المدرسة الطبية العربية الكلاسيكية . وكانت هذه المصنفات لا تزال تشكل قلب علم الأمراض الطبي كما كان يمُارس ويُعلم في كليات الطب . وقد كانت « الجالينوسية المعربة » في اسبانيا تتضمن أكثر بقليل من مجرد تعليق مدرسي على « قانون » ابن سينا كما جاء في ترجمته الى لاتينية القرون الوسطى . ذلك أن هذا النص المترجم ، إذا ما قيس إلى أصله العربي ، بدا غير مفهوم في غالب الأحيان . وإن الرجوع إلى هذه المصادر العربية في أصلها لم يؤد إلى فهم أفضل للمحتوى فحسب ، بل إلى دقة أكبر وإغناء للمعرفة الطبية نفسها . ومن هنا جاءت النصيحة التي كان يسديها كلينارد (حوالي عام ١٥٣٧) ، تلميذ إراسم ، إلى الأطباء الاسبانيين والبرتغاليين بتعلم العربية ، وقد اتبعها هو أول المتبعين عندما قدم اسبانيا حوالي عام ١٥٣٠ ليتعلم العربية. ولكن الجالينوسيين الإسبانيين كانوا عاجزين عن إعادة صياغة آرائهم عن ابن سينا انطلاقاً من اتصال مباشر بابن سينا نفسه . وكان يوجد في جنب هؤلاء الأطباء من كان يتقن العربية ويستطيع قراءة المصادر العربية في أصولها . وكان ذلك على سبيل المثال شأن الأطباء المرتدين إلى اليهودية والذين كانوا يعيشون على الأغلب في طليطلة . إن أطباء سلمنكا ــ الذين كانوا يعرفون من العربية الشيء القليل أولا يعرفون منها شيئاً ــ وأطباء طليطلة ــ الذين كانوا يعرفون الشيء الكثير منها ــ كانوا مشبعين جميعاً « بجالينوسية معربة » طبقاً لتقليد يرجع إلى القرون الوسطى والذي عفاه الزمان ففقد بذلك كل بعد أو مستقبل تاريخي .

ب ــ وثاني هذه الموضوعات البارزة فيما يتعلق بالمخطوطات الطبية العربية في اسبانيا هو الحركة الكلية للنزعة الانسانية الطبية نفسها . فابن سينا ، الذي يشكل تفنيده موضوع المقطع السابق ، كان يُعدُ والجالينوسية المعربة شيئاً واحداً ، هذه الجالينوسية التي قد ثبت

عقمها من قبل أوفى الثبوت وأبلغه . إلا أن هناك وجهاً آخر للامكان في هذه النقطة من التاريخ : وهي أن الإنضواء تحت لواء المدرسة الطبية الكلاسيكية لم يكن بزعامة هيبو قراط وجالينوس وحسب وإنما كان بزعامة ابن سينا أيضاً ولا سيما في قانونه. وقد كان من الممكن أن نطبق على « القانون » نفسه ، ابتغاء فهمه بشكل أتم ، فقه اللغة بصفته علماً مزدهراً ، وذلك في اللغتين العربية واليونانية على السواء . وهذا يعني ، بعبارة أخرى ، أنه سيكون من المفيد جداً أن ننقل « القانون » من العربية الى اللاتينية مباشرة . وقد قام بذلك في اسبانيا فيغويل خيرونيمو لديسما (المتوفى عام ١٥٤٧) ، وهو أستاذ في جامعة فالنسيا (بلنسية) ، وكان قد تلقى العلم في جامعة ألقلا ، وهي من أكثر مراكز النزعة الانسانية الطبية الاسبانية حيوية ، ولكنه ولد وعاش في فالنسيا (بلنسية) التي كان يتكلم عدد كبير من سكانها العربية . وقد نبذ لديسما الترجمة اللاتينية التي قام بها جرار الكرموني في القرن الثاني عشر واصطنع بدلاً منها الترجمة اللاتينية التي قام بها اندريا الباغو (في البندقية) والتي تستند إلى الأصل العربي استناداً مباشراً . وكانت نقطة انطلاقه مخطوطة قديمة بالعربية لابن سينا ترجع إليه نفسه ، وهي ذات محتوى يختلف بعض الاختلاف عن الترجمة المنشورة . ولم يستطع لديسما ، لسوء الحظ ، أن ينجز عمله فهو لم يكد ينتهي من تصحيح الفصول الأولى منه حتى باغتته المنية .

جـ — أما الموضوع الثالث الناجم عن العلاقة المعقدة القائمة بين النزعة الانسانية الطبية والمخطوطات الطبية العربية في اسبانيا فيتعلق بما تقدمه هذه المخطوطات لمن يود استعادة الأصول الطبية اليونانية نفسها من امكان . فبعض الإنسانيين ، كمثل كليناردو ، الذين كانوا يعرفون اليونانية والعربية على حد سواء ، كانوا على بينة من حقيقتين هما القدم البالغ للمخطوطات العربية ومطابقتها الواضحة للأصل اليوناني . ومن هنا كان بالامكان ، بل من الفائدة البالغة ، اصطناعها بغية إعادة صياغة مؤلفات هيبو قراط وجالينوس المفقودة أو لملء مقاطع معينة من المخطوطات اليونانية وإجلائها بعد إذ غمضت بالإنتقال . إلا أن كليناردو لم يستطع ، لسوء الحظ ، أن ينجز مخططه ولم تبلغ خطته النتيجة المرجوة لها .

٢ — المخطوطات الطبية العربية مصدراً للمعرفة الطبية :

إن محتوى المخطوطات الطبية العربية في اسبانيا كان يتمتع طوال القرن السادس عشر بقدر كبير من الإكبار والإجلال . وكان هناك في الوقت نفسه ، وحتى الثلث الأخير

من هذا القرن ، رجوع مباشر إلى المصادر الطبية العربية المخطوطة ، لما في ذلك من كبير نفع يعود على ممارسة الطب من الوجهة العملية . وقد كان استخدام المخطوط الطبي العربي ، بصفته شيئاً ما أكثر من مجرد أثر تاريخي أي بصفته مصدراً حياً للمعرفة الطبية ، يميز العالم غير الأكاديمي للأقلية المسلمة في الأندلس . ولكن علينا أن نلاحظ أن المخطوطات العربية لم تكن تتعدى إذ ذاك حدود الاستعمال ، أي أنها « لا تزال تُستعمل » ولا شيء أكثر من ذلك . فهي لم تكن تعكس أي عمل جديد مبدع ، وما كان الأطباء الإسبانيون في القرن السادس عشر والناطقون بالعربية ليتخذوا هذه اللغة وسيلة لتدوين خبرتهم السريرية (للمرضى) .

٣ – العوامل التي عاقت أو أخرت تداول المخطوطات الطبية العربية :

إنه لمن الأهمية بمكان أن نعالج مشكلة الأسباب التي أدت إلى اعتياق تداول المخطوطات الطبية العربية في اسبانيا في القرن السادس عشر بل وإلى انقطاعه . وعلينا ألا ننسى أنا نخطط ههنا لعملية معقدة من حيث بنيانها وبعدها الزماني . ذلك أن تداول هذه المخطوطات قد انبت حبله وتوقف توقفاً تاماً ، على نحو عملي ، في العقدين الأخيرين من هذا القرن . ويمكننا أن ندرج لذلك الأسباب التالية :

آ – إن الطائفة المسيحية الغالبة كانت تعوق على نحو متعمد ، بما لديها من ثقل كبير ، كل مظهر من مظاهر ثقافة الأقلية المسلمة ، وذلك ما أفضى إلى إهمال هذه الثقافة . وكانت تحول ، في الوقت نفسه ، بين هؤلاء المسلمين (الاسبانيين في الأندلس) وأجهزة السلطة كالكنيسة والحكومة والجامعة . وقد قامت الكنيسة والدولة في خلال القرن السادس عشر بحملة كانتا تبغيان منها اجتزاز آخر معالم هوية السكان المسلمين القدامى . وبلغت هذه الحملة أوجها في طرد هؤلاء من كل بقعة من بقاع اسبانيا في عام ١٦٠٩ . ومن الواضح أن اللغة عنصر من العناصر التي تعزز أكثر ما تعزز تميز جماعة ما بثقافة مختلفة عن غيرها من الثقافات ، وكان ذلك حال اللغة العربية في هذا الشأن .

ب – ومن هذه الأسباب أيضاً الزوال المفاجىء للأقلية اليهودية ذات الشأن والتي لم تقبل اعتناق المسيحية قسراً فطردوا من اسبانيا عام ١٤٩٢ . ولكن دورهم في المجتمع كان قد تقلص من قبل ومنذ القرن الرابع عشر وما زال يتقلص على نحو متزايد – مثلهم في ذلك كمثل الأقلية المسلمة ذات العدد الأكبر – حتى غدا ثانوياً لا يعبأ به . إن الأقلية اليهودية – وكان بعض أفرادها يتحدرون من أصل اسباني – كانت تحتفظ باللغة العربية

حية في إيطاليا (البندقية) خلال النصف الأول من القرن السادس عشر ، وذلك بصفتها اللغة التي تنتقل بها المعارف الطبية .

ج ـ وهناك نقطة أخرى تتجلى في أن المخطوط العربي لم يكن في مقدوره أن يقاوم ضغط الطباعة التي كانت تغمر السوق بنصوص المؤلفين العرب منقولة إلى اللاتينية القديمة أو بنصوص المؤلفين اليونانيين مترجمة إلى اللاتينية الحديثة بل وحتى بالنصوص اليونانية نفسها . ولم يكن في مكنة المصادر الطبية العربية في الواقع ، ومن جراء ذلك ، أن تصل إلى الطباعة . فهي بذلك قد لقيت مصير المخطوطات غير الأكاديمية بمعنى مزدوج وذلك إما أنها كانت تتداول على نحو شبه سري أو كانت تُعد شاهداً على ماضٍ تاريخي وحسب، فتبعد بذلك من المكتبات الكبرى التي أسسها الإنسانيون بحيث إنه ما من مؤلف طبي أو علمي عربي قد نُشر في اسبانيا خلال القرن السادس عشر .

د ـ أما السبب الرابع المحتمل فقد نظرنا فيه من قبل من وجهة نظر أخرى . فالحقيقة أن اللغة العربية لم ترد في منهاج الانسانيين الطبيين الذين كانوا يسعون إلى إعادة صياغة الطب القديم ، وإن كان بعضهم يعد أفضل ما في الطب العربي من شيء جزءاً من تراثهم الخاص . ذلك أن التوكيد كله قد انصبّ على محاولة النزعة الانسانية الطبية قطع صلاتها بالطب في القرون الوسطى ، لكن واقع الأمر كان أكثر تعقيداً . إذ كان هناك أيضاً تيار من الرأي يعمل على قبول الطب العربي **والارتباط به** أو الرجوع إليه . وكان يشكل قانون ابن سينا جزءاً من هذا التقليد الذي حاول الانسانيون أن يتخذوه أساساً لهم وأن يدخلوا عليه في الوقت نفسه بعضاً من الاصلاح والتحسين. ومن هنا جاءت جهودهم الرامية إلى ترجمات لاتينية جديدة عن العربية . وذلك يعني أن لغة الجامعات الغربية قد سادت جنباً إلى جنب مع جالينوسية إنسانية كانت تُعنى عناية كبرى بهيبوقراط وتهمل أكبر ما يكون الإهمال المؤلفين العرب ، حتى عندما كانت تترجم لهؤلاء ترجمة مباشرة من العربية إلى اللاتينية .

هـ ـ إذا كان الانسانيون يجدون في طلب الأدب الطبي العربي وتجميعه فإن ذلك يرجع إلى وجهات نظر ومقاصد جد مختلفة. فمن الواضح بين الوضوح أن الرسالة (المقالة) الطبية العربية قد أضحت في المنتصف الثاني من القرن السادس عشر في نظر العالم الإنساني والأرستقراطي ذي المعتقد المسيحي شيئاً ذا قيمة في ذات نفسه ، إذ كان يبحث عنها وتدخر لا لشيء إلا لأنها كانت « قديمة » . وقد كان ذلك جزءاً من عملية تاريخية يمكن تتبعها بوضوح

من طريق المخطوطات وكانت تشتمل على كل ذي قيمة في الماضي . وبذلك نرى أن هذا الشغف الكبير بتجميع المخطوطات الطبية العربية لدى الإنسانيين في هذه الفترة من القرن السادس عشر كان يكشف عن الآلام التي صاحبت موت التقاليد الطبية العربية . هذه التقاليد التي غدت لا تصطنعها الدوائر الطبية والعلمية المسيحية في المنتصف الثاني من القرن السادس عشر في أي قصد نافع . إن المخطوط العربي قد أودع الصناديق المقفلة في المكتبات الكبرى فلم يجد طريقه إلى الطباعة قط ولم ير بذلك من سبيل إلى التداول . ويمكن أن نضرب على ذلك مثال تكوين نواة المجموعة الطبية العربية ، في خلال القرن السادس عشر ، في المكتبة الكبرى للاسكوريال والتي أسسها فيليب الثاني .

وعلى الرغم من الطبعة العربية للقانون لابن سينا والمنشورة في روما عام ١٥٩٣ فإن اللغة العربية بصفتها أداة نقل للعلم الطبي قد زالت زوالاً تاماً من أوربا الغربية خلال القرن السادس عشر. فإذا كانت لا تزال تصطنع في منتصف هذا القرن فبصفتها أداة لا يزال اصطناعها ممكناً . إلا أنها لم يكن في مكنتها بعد أن تستعمل إذ ذاك وسيلة لنقل المعارف (ليس لدينا سجل بالمخطوطات المنسوخة أو المطبوعة على نحو نظامي في هذه الفترة) ، ولم تكن تعد لغة الإبداع في أي من فروع الأدب الطبي التي كانت شائعة آنئذ . ثم إن للوضع الاجتماعي الجائر الذي كانت تعاني منه أكثر المعاناة الأقليات التي تصطنع العربية لغة لها في اسبانيا أهمية حاسمة في إجهاض أية محاولة كان يمكن أن يستغلوها فيبينوا بها عن طريق جديدة تسير بالطب في القرنين الخامس عشر والسادس عشر إلى الأمام . وهو الطب المستند إلى المصادر الطبية العربية نفسها أو الذي كان يعمل العربية أداة تعبير له .



التطور المبكر للتنجيم في الأندلس

خوليو سمسو

يقول المقري في عرضه لتطور مختلف فروع المعرفة في الأندلس ، مستشهداً في ذلك بابن سعيد المغربي ، إن العلوم جميعاً كانت تحظى بأعلى المكانة والقدر ما خلا الفلسفة والتنجيم فقد كانا موضع اهتمام الارستوقراطيين وحسب في حين تخافهما العامة وتعد من يعمل في التنجيم ويقرأ الفلسفة زنديقاً يرجم فيقتل ، بل كان السلطان يأمر برجمه حتى الموت تقرباً من العامة أو يأمر باحراق كتب الفلسفة والتنجيم .. كما فعل المنصور بن أبي عامر مرضاة لرعاياه وإن ظل في السر يرعى هذه العلوم ...

وفي ذلك تبيان لما كانت عليه مكانة التنجيم ، علماً وممارسة ، في المجتمع الأندلسي حتى نهاية الخلافة عام ١٠٣١ م من قدر ، فقد بلغ « علم » التنجيم إذ ذاك درجة عالية من التطور بعد إذ قطع شوطاً بعيداً من التقدم منذ طويل وقت . وما وردنا من عديد الوثائق التاريخية في هذا الشأن عن نشاط المنجمين في بلاط الأمراء الأمويين منذ القرن الثاني للهجرة (القرن الثامن الميلادي) لأكبر شاهد على ذلك .

إن مكانة المنجمين لدى الطبقات الحاكمة قد كانت عالية ؛ فلكل بلاط منجم رسمي منذ وقت الحكم الأول (٧٩٦–٨٢٢). ومن الأمور المعروفة في هذا الشأن صلة الأمير هشام الأول بالمنجم الضبي الذي طلب منه الأمير التنبؤ بمصير ملكه وإن يكن يدعي انه لم يكن يثق بجوابه ونبوءاته قائلاً إن ذاك من غيب الله الذي استأثر به ، ذلك بأنه صدق الضبي عندما تنبأ له بأن ملكه سيدوم ثماني سنوات فوقف بقية حياته على عبادة الله وعمل الخير قائلاً : (النذير كلمني بلسانك) . ويحكى أيضاً أن الأمير عبد الرحمن الثاني سأل منجمه وشاعره ابن الشمير عن الباب الذي سيخرج منه فنظر المنجم في طالعه ودوّن ملاحظاته في ورقة وضعها في ظرف وختمه ، فأمر عبد الرحمن بشق باب في الجدار الغربي للغرفة وخرج منه ولما نظر في جواب المنجم رأى أن هذا قد تنبأ بما فعله .

ومن غريب الأمر أن يقص علينا نظامي عروضي سمرقندي القصة نفسها فيما بعد بعد أن ينسبها إلى البيروني ومحمود الغزنوي .

إن للمؤرخين والمنجمين أكبر القيمة وأعلى المكانة في المجتمع ولم يكن دورهم مقتصراً

على البلاط وحده ، بل كان اهتمامهم يدور حول الظاهرات السماوية والفواجع الطبعية، فقد لفت انتباههم الخسوف الكلي للقمر وظهور نجم كبير في السماء يتحرك شمالاً ، كما أن أنظار المنجمين المحترفين كانت متجهة نحو اقتران زحل بالمشتري وما تضمنه من تغير في المثلثة (دائرة البروج) ، لأن هذا الاقتران قد بدأ ببرج النار واستمر في برج الأرض وهذا البرج الأخير إن هو إلا صاحب قرطبة . ولهذا الاقتران تفسيرات عدة إلا أنها جميعاً متفقة على أنه أمارة على نهاية الخلافة (في قرطبة) وبداية الفتنة. ويعود أحد هذه التفاسير إلى المنجم الكبير مسلمة المجريطي الذي تنبأ بتغير السلالة وبالدمار والمذابح والمجاعة. وقد جاء في كتاب ألفونس « كتاب الصلبان » تفسير آخر مفاده أن الإنذار السماوي إنما يعني نهاية زعامة العرب في اسبانيا والزمن الذي ينتقل فيه دورهم إلى الغربيين والبرابرة والمسيحيين .

إن أهمية المنجمين البالغة في بلاط بني امية قد استدعت حسد الفقهاء والشعراء الذين كانوا يخشون منهم على نفوذهم في الدوائر الرسمية العليا. فالفقيه يحي بن يحي كثيراً ما كان يهاجم الشعراء المنجمين الذين يحيطون بعبد الرحمن الثاني . وهناك قصائد شعرية تهاجم المعتقدات التنجيمية، وهي تبين أنه غالباً ما يصاحب الاتجاه المعادي للتنجيم اتجاه غير علمي (من ذلك هجوم ابن عبد ربه على الاعتقاد بتأثير الكواكب في الارض وهجومه على كروية الكون والأرض وعلى الحقيقة القائلة إن الأرض يمكن عدها نقطة في وسط الفضاء وإن الصيف في نصف الكرة الجنوبي يلائم شتاء نصف الكرة الشمالي والعكس بالعكس) . وسيصطنع هذا الضرب من الحجج في القرن الثالث عشر المجادل والمناظر الديني السكوني (في « عيون المناظرات » و « لحن العوام فيما يتعلق بعلم الكلام ») ، وهو يعد التنبؤات المستندة إلى الاقترانات الكوكبية والولادات بل حتى التنبؤات البسيطة المتصلة بالطقس والمستندة إلى نظام الأنواء (والتي يعدها تنجيمية) مخالفة للعقيدة الاسلامية، وهو يتخذ القرآن له مستنداً في ذلك حيث يقول: « مد الأرض» فهي إذن منبسطة لا كروية. والخلط بين التنجيم والفلك باد في أبيات ابن عبد ربه حيث يعد الجداول الفلكية أموراً تنجيمية . وهنا نواجه مشكلة تداول بعض الأعمال التنجيمية والفلكية في الأندلس في النصف الأول من القرن العاشر. فإذا كان زيج السندهند للخوارزمي معروفاً في الأندلس ولا إشكال في معرفته، فإنه يشك في معرفة زيج الأركند وبخاصة إذا علمنا أن الفلكي صاعد الطليطلي كان يتحدث عنه بعد قرن من ذلك الزمان نقلا عن مرجع ثانوي .

ومن أهم المصادر الأدبية لدراسة الأدب التنجيمي والفلكي كتب ابن جاجل في القرن العاشر وصاعد في القرن الحادي عشر وكلاهما يعرف كتاب الألوف لأبي معشر. أما صاعد فيعرف أيضاً مذاكرات شاذان وقطوف فيتيوس فالينس إلا أن هذه الكتب لم تكن أول ما قرىء من كتب تنجيمية في الأندلس. فقد تبين لخوان فرنت أن الاصل العربي للترجمة الاسبانية-الالفونسية «لكتاب الصلبان» يستند إلى ترجمة عن مؤلف تنجيمي معروف في الأندلس في نهاية القرن الثامن الميلادي أو مطلع القرن التاسع وأن هذا الأمر ليشكل حلقة اخرى تضاف إلى السلسلة الطويلة للروابط التي كانت قائمة بين الثقافة اللاتينية — الايزيدورية والثقافة العربية في الأندلس. وإنا لنلحظ هذه العلاقة وثيقة بين النصوص العربية والقشتالية على الرغم من أن هذه النصوص القشتالية تبدو شرحاً وتوسيعاً للنصوص العربية أكثر منها ترجمة لها.

فإذا علمنا أن « كتاب الصلبان » كان اول كتاب تنجيمي استخدم في الأندلس وجب علينا تبيان الخطوط الرئيسة لتاريخ هذا الكتاب أي المراحل التي مر بها تطوره. وهذه المراحل الثلاث هي:

١ — الأصل اللاتيني المجهول تماماً.

٢ — الترجمة العربية الأولى للكتاب كله أو بعضه ويرجع تاريخها إلى نهاية القرن الثامن. (ومن بين فصول هذا الكتاب ما نظمه المنجم عبد الواحد بن اسحق الضبي في زمن الحكم الأول شعراً أو رجزاً وهي فصول (٥٧ ، ٦٠ ، ٦١ ، ٦٢) تعالج التنبؤ بالمطر والقحط وآثارهما في الزراعة والأسعار والنباتات والمرض ...). والتقنية المصطنعة في مثل هذه التنبؤات سهلة جداً وتلائم أبلغ التلاؤم نظاماً تنجيمياً بدائياً جداً إذ لم يُراعَ فيها إلا موضع زحل والمشتري في المثلثات البروجية الأربع (الهواء والماء والأرض والنار) ، وهي تدرس وجود هذه الكواكب في المثلثة نفسها أو في مثلثة أخرى مختلفة. فالكتاب لم يأخذ في الحسبان في هذه الفصول إلا البروج (رموزها) والمثلثات، اما البيوت والهيئات التنجيمية التي تتضمن درجة أعلى من التعقيد في تقنية التنبؤ فقد استخدمت في فصول اخرى من الكتاب. وهناك فصول استعمل فيها النظامان وذكر فيها كواكب أخرى فضلاً عن زحل والمشتري. إلا أن الكتاب لا يعدم محاولة للتقريب والتوحيد بين البروج والبيوت بحيث يمكن القول إن هذا الكتاب يرى (مخالفاً في ذلك التنجيم اليوناني والشرقي) أن بدايات البيوت تتفق بالضرورة مع بدايات البروج.

إن الفصول الأولى من هذا الكتاب أكثرها بساطة وبدائية (ومن مظاهر ذلك استخدامها (رموز) البروج عوضاً من البيوت أو مقترنة بها) . وإذا علمنا أن مادتها وان الفصول التي احتفظ بنصها العربي إنما تعالج تنبؤات متصلة بالمطر والقحط والأسعار أمكن القول إن النص الأولي لهذا الكتاب إن هو إلا ضرب من كتاب الأمطار والأسعار (وهو العنوان الذي أطلقه المنجم المغربي ابن البقار (في القرن الخامس عشر) على مقتبساته من « كتاب الصلبان » العربي وإن كان سمى ما نظمه الضبي رجزاً من ذلك بالأحكام على احداث الجو وأحوال الملوك) ، مما يبعث على الظن أن الطبعة الأولى للكتاب تعالج مشكلات التنجيم السياسي التي تشكل معظم النص الألفونسي .

وتطالعنا الفصول الأخرى بتقنيات تنجيمية معقدة فقد أقيمت الطوالع بحسب موضع الكواكب العلوية أو الدراري الثقال اي الكواكب الخارجية (زحل والمشتري والمريخ) والشمس وقد نظر أحياناً في نقاط تقاطع المدارين القائمة والساقطة (الصاعدة والنازلة) وفي عطارد والقمر. وهذا الكوكب يستخدم عادة لتبيان اللحظة الدقيقة التي يحدث فيها حادث ما وله أهمية بالغة في اختيار أنسب الأوقات للبدء بالحملات العسكرية .

يمكن القول إن ما جاء في كتاب الصلبان من قواعد قد طبقها منجمو بلاط المنصور بن أبي عامر وظلت تذكرها شمالي افريقيا طويلاً . والهيئات المدروسة هي الهيئات المعتادة في التنجيم اليوناني (الاقتران، المقابلة، بعد الكواكب عن بعضها بربع دائرة(تربيع) أو ب ١٢٠ درجة(تثليث)) وهي هيئات التقليد الايزيدوري وقد أضيف إليها كلمة أخرى هي الاحتراق وهذا المصطلح يعني غير معناه التنجيمي المعروف : إذ يحدث الاحتراق عندما تكون الكواكب المدروسة كلها أو معظمها إما في المثلثات النارية أو الهوائية أو في المثلثات المائية أو الأرضية أو هو يحدث ، بحسب نص آخر ، عندما تكون الكواكب العلوية الأربعة جميعاً في البرج نفسه أو مبعثرة في المثلثة نفسها . وهذه الكواكب الأربعة هي : زحل والمشتري والمريخ والشمس .

٣ ــ هناك طبعة جديدة للنص العربي في منتهى القرن الحادي عشر .

وترى الترجمة الألفونسية أن مؤلف الكتاب هو كويد الله الصابيء (وهو نفسه ابو مروان عبيد الله بن خلف الاستيجي وقد عاش في زمن القاضي صاعد الطليطلي وراسله) . إن القراءة المتأنية للكتاب تبين بوضوح طابعه المغربي بل الأندلسي ، ومما يدل على ذلك

ما جاء في النص من صريح الإشارة إلى أن بيت الحياة هو برج الجوزاء لأهل الأندلس . والحقيقة أن البيوت لم تذكر إلا في النص العربي (دون القشتالي) حيث بداية البيوت تناسب بداية البروج (الرموز) . وذلك ما يحمل على القول إن منقح الكتاب منجم أندلسي عاش في النصف الثاني من القرن الحادي عشر أو النصف الأول من القرن الثاني عشر . وهذا ما يؤكد صحة تحقيق شخصية عويد الله الصابىء . وإن تصنيف عويد الله للشعوب في الفصل الثاني من كتاب الصلبان يشبه تصنيف صاعد في « طبقات الأمم » مما يظن معه أن هذا الكتاب إن هو إلا مصدر من مصادر عويد الله لهذا الفصل، وهو الكتاب الذي تلقاه من صاعد تلقاء كتابه « مطارح الشعاعات » الذي أرسل به إليه .

إذا ما تساءلنا عما فعله عبيد الله للنص الأولي لكتاب الصلب ، قلنا إنه إنما شرحه وأعاد صياغته وأخرجه على النحو الذي هو عليه الآن . ويرى عبيد الله أن المزية الرئيسة لنظام الصلوب لتكمن في دراسته لمواقع الكواكب في لحظة ما معينة دون رجوعه إلى تاريخ أسبق (التاريخ الأصلي للاقتران الأولي العظيم في حال التنجيم العالمي أو تاريخ ميلاد الشخص وساعته في حال طالع الولادة) . هذا النظام سليم على الرغم من أن عبيد الله يرى أن التنبؤات المستندة إليه يجب أن يثبتها ويعززها استخدام المناهج « الشرقية » . ويبدو أيضاً أن التعديل الذي أدخله عبيد الله على النص الأولي للكتاب ليس سوى التوضيح أو التفسير المنهجي للنذر الغامضة .

إن النص الألفونسي يبين بوضوح في معظم الأحوال تأثر الملك والشعب والبلد بنبوءة ما ، وهذا ما لم يظهر في الطبعة الأولى المنقحة من الكتاب . وهناك مقطع آخر في مقدمة الكتاب لعبيد الله يشير إلى المناهج التي كان يصطنعها الفلكيون الأندلسيون الأوائل من أجل حساب مواقع الكواكب قبل أن تدخل جداول التنجيم الشرقية إلى اسبانيا . فالتنبؤات التنجيمية يجب أن تستند إلى المواقع الصحيحة للكواكب وعليها أيضاً أن تنظر في مبادرة الاعتدالين أو تقدمهما . وهذه المواقع تثبت تبعاً لحركات الكواكب وتستخدم في ذلك قواعد شبيهة بقواعد فيتيوس فالينس التي تبين المواقع المتوسطة للكواكب الخارجية . وتشتمل معظم الفصول على قاعدة عامة (مع التنبؤ التنجيمي المناسب)، وشرحها (تبعاً لمبادىء فن الاقتران) يفضي إلى تعيين جميع الأحوال الممكنة التي يستطاع تطبيق القاعدة السابقة عليها . ويتبع هذه القاعدة العامة في النص العربي للفصل السادس من « كتاب

الصلبان » عشرون مثلاً عرضت فيها الكواكب الأربعة المدروسة (زحل والمشتري والمريخ والشمس) في الطوالع الرئيسة لكتاب الصلبان على نحو بياني .

وإن مقايسة نجريها بين هذا النص العربي والترجمة القشتالية الموسعة من شأنها أن تؤدي بنا إلى اقتراح مؤداه إمكان أن يمثل النص الاول (في بعض الأحوال) نص الكتاب نفسه قبل تعديل عبيد الله له أو تنقيحه .

ويستخلص مما تقدم أن تحليل هذا الكتاب قد يبين أجلى تبيين التقنيات التنجيمية التي كان يستعملها الفلكيون القدامى في شمالي افريقيا واسبانيا والذين لم يستخدموا دقائق التنجيم اليوناني والشرقي ، إذ كانت تنبؤاتهم تمثل مجموعة من التنبؤات الأولية يستند فيها التنبؤ إلى موضع زحل والمشتري في المثلثات المختلفة . ولا حاجة في مثل هذا الضرب من التنبؤ (تبعاً لأرجوزة الضبي) إلى معرفة الطالع (البرج) أو البيوت التنجيمية . فإذا ما ظهرت هذه الحاجة في فصول تشهد بتقنية أكثر تطوراً وتعقيداً كان ذلك التماثل التام بين البروج والبيوت أثراً باقياً يذكرنا بمرحلة كانت فيها بداية الطالع وبداية البيوت الأخرى تنطبقان على بدايات البروج . إن موضع الكواكب لم يثبت بأدنى درجة من الدقة ، وعندما تبدو الحاجة في الكتاب إلى مثل هذا الثبوت يمكن القول إن ذلك إنما يمثل إضافة ألحقها ألفونس بالنص . إن معرفة الطالع بحسب القواعد المثبتة في كتاب الصلبان لا تحتاج إلا إلى معرفة البرج الذي نستطيع أن نرى فيه زحل والمشتري والمريخ والقمر ، ويضاف إليها أحياناً معرفة النقاط القائمة والساقطة لتقاطع المدارين. كل هذا يجعلنا نتساءل عما إذا كان المنجمون الغوطيون الغربيون المتأخرون والأندلسيون في أول أمرهم يعرفون الجداول الفلكية (الكوكبية) المشابهة لتلك الجداول المعروفة من خلال النصوص اليونانية والمصرية (في العهد الروماني) وهي التي تسمح لنا بمجرد نظرة عجلى نلقيها عليها بتحديد البرج الذي يوجد فيه كوكب في لحظة ما . والملاحظة النقدية التي أبداها عبيد الله عن المنجمين الذي كانوا يقدرون الاقترانات بحسب المواقع الوسطى لا الحقيقية للكواكب تذكرنا بإحدى القواعد التي عرضها فالينس لذلك الغرض .

لا شك أن الجداول التنجيمية كان يصطنعها المنجمون ، كمثل ابن الشامر ، في النصف الأول من القرن التاسع ، إلا أنا لا نعرفها ولا نستطيع الجزم بـان المعرفـة التنجيمية في تلك الفترة المبكرة في الأندلس كانت كافية لتطبيقها على وجهها الصحيح . وهذه هي

الحال التي كان ينبغي لعبيد الله أن يواجهها عندما أعاد صياغة « كتاب الصلبان » في زمان بلغت فيه الأندلس عصرها الذهبي لا في التنجيم وحسب بل في معظم الفروع الثقافية الأخرى. لا جرم أن عبيد الله قد نقح الكتاب وشرح مقاطعه الغامضة وبسط ما جاء فيها مكثفاً وأضاف إليه قطوفاً لمؤلفين كيطليموس وهرمس وأبي معشر كان من المتعذر على المنجمين الأندلسيين في الماضي الوصول إليهم .



« في التاريخ المبكر للاسطرلاب العام الشامل لجميع العروض لدى الفلكيين الاسلاميين وأصل كلمة « شكازية » في اللغة العربية العلمية في القرون الوسطى »

ديفيد ا. كينج

هذا بحث في أصل اسم آلة فلكية كان يصطنعها الفلكيون الاسلاميون خلال القرون الوسطى . وهي الصفيحة الشكازية أو شبكة الزرقاله المؤلفة من شبكتين موضوعتين على صفيحة واحدة بحسب زاوية مساوية لانحراف (ميل) زاوية البروج . وهي بذلك صورة مبسطة عن الاسطرلاب العام الذي وضعه ابن خلف بن الأحمر الصيدلاني . واسطرلابه هذا كما عرف في القرن الثالث عشر إنما يحمل شبكة جزؤها نصف دائرة المنحنيات الشكازية وتدور على صفيحة شكازية . وذلك ما يمكننا من حل مشكلات علم الفلك الكروي فيما يتعلق بالعروض جميعاً، وهي مشكلات تتصل بتحويل الاحداثيات على الكرة السماوية . وقد اقترح الزرقاله عضادة مجهزة بمسطرة (بشريط) عمودية تحل محل شبكة اسطرلاب ابن خلف ، ويمكن استخدام الآلتين للغاية نفسها أي ابتغاء حل مشكلات علم الفلك الكروي الشامل لجميع العروض . وبما أن شبكة ابن خلف في اسطرلابه الشامل تحتوي على مسقط دائرة البروج والنجوم الثابتة فإن آلته لتفوق صفيحة الزرقاله وعضادته .

إذا لم يكن اسطرلاب ابن خلف معروفاً ، على ما يبدو ، خارج الأندلس ، فإن الصفيحتين

الشكازية (بما تنطوي عليه من صف واحد من العلامات الشكازية) والزرقالية (بما تنطوي عليه من صفين) كانتا معروفتين على أوسع نطاق ، وقد كتب فيهما وفي استخدامهما رسائل بالعربية والفارسية والتركية . إلا أنا لم نجد في واحدة من هذه الرسائل إشارة إلى أصل كلمة « شكازية » الملغزة . ويرى الأستاذ سامسو أن « شكاز » صفة تنسب إلى « قصار الجلود » في طليطلة في القرون الوسطى وإلى الحي الذي يقطنون . وكان يسمى منشيء الصفيحة الواحدة الحاملة لهذه الشبكة شكازاً وكانت تسمى صفيحته بالشكازية وربعه بالربع الشكازي . قد نعد مثل هذا الاشتقاق ممكناً ، فالشكازي ، تبعاً لنص قديم ، نسبة إلى الشكاز مخترع الشبكة أو الصفيحة وقد ذكره التجيبي مع الزرقاله وصفيحته دون أن يذكر عنه شيئاً يبين هويته . وقد يخلط الكاتب (كما فعل المنجم الحلبي البكلمشي في القرن الرابع عشر) بين الشكازي (الاسم) والآلة الشكازية .

وهناك مصادر أخرى تبين أن الشكازية إن هي إلا تحريف لكلمة أخرى وهي أبو — ابن الشجار الذي عارض الزرقاله في الصفيحة العامة لعروض البلدان والآفاق فعمد هذا إلى صنع صفيحة ذات شبكة معدلاً فيها صفيحته السابقة وكتب في ذلك رسالة في مائة فصل (٤٤٠ هـ) . أما المصدر الثاني لهذا البحث فنسخة من زيج ابن اسحاق التونسي (٨٠٠ هـ) (حيدر آباد) وهو مصدر لدراسة تاريخ الفلك في المغرب حيث يذكر الفلكيين ابن الشجار وابن وافد . ومصدره الثالث مخطوطة لرسالة في معرفة الوقت كتبها فلكي مصري غير معروف (٧٥٠ هـ) (لايدن) . والمؤلف يستشهد برواية سعيد الأندلسي في كتابيه « طبقات الأمم » و « طبقات الحكماء » حيث يذكر الفلكي ابن خلف بن اخير الصيدلاني والزرقاله ويبين أن الزرقاله كتب رسالة في مائة فصل عن آلة تسمى بالزرقالية كان اخترعها عام ٤٤٠ هـ ، وان ابن خلف السحاوي قد صنع للمأمون (أمير طليطلة) اسطرلاباً مأمونياً ذا أفق شامل . قد يقال إن اسم السحاوي هذا إنما هو تحريف لكلمة الشجار مما يبعث على القول إن كلمة شكاز تحريف لكلمة شجار . ذلك أن مخطوطة حيدر آباد تقول إن اسم الفلكي الشجار هو علي ومخطوطة لايدن تقول إن الشجار (السحاوي) ليس سوى علي بن خلف نفسه أي ابن الشجار (والشجار هو أبو علي خلف) .

إن نسبة الآلة إلى مبتدعها ومنشئها كان امراً معروفاً . فهذا الفلكي الحلبي ابن السراج يسمي آلته التي ابتدعها في مطلع القرن الرابع عشر بالسراجية ، وهذه الآلة إن هي إلا إسطرلاب عام وقع صاحبه على فكرته بعد نظره في حل مشكلة تحديد زاوية الزمن لارتفاع

زاوي سماوي ما وذلك باستعماله الصفيحة الشكازية . إلا أن فكرة آلته تعود إلى الشجار الطليطلي في القرن الحادي عشر . وقد كتب الزرقاله رسالته عن الصفيحة الزرقالية قبل خمس وعشرين سنة من انجاز ابن خلف لاسطرلابه العام المأموني. وقد علم أنه كتب ثلاث رسائل منفصلة عن آلته لا اثنتين كما هو معروف بعامة. فإذا كانت رسالته الأولى تقع في مائة فصل ورسالته الثانية تقع في ستين فصلاً فإن رسالته الثالثة تقع في ثمانين فصلاً وهي مهداة إلى حاكم لم يذكر اسمه . وقد نسبت هذه الرسالة مؤخراً في استانبول إلى الزرقاله . وهي تشتمل على بيان أو كشف نجمي لعام ٤٥٩ ﻫ وقد يكون ذلك سبب تأخيره تاريخ ظهور رسالته ذات الفصول المائة إذا كانت قد أنشئت فعلاً عام ٤٤٠ ﻫ (وهي مهداة إلى المأمون) . أما رسالته الثانية ذات الفصول الستين فمهداة إلى الأمير المعتمد بن عماد الذي تسلم السلطة عام ٤٦١ ﻫ في الوقت الذي كان فيه المأمون حاكم طليطلة، ثم اغتصب قرطبة من المأمون عام ٤٧١ ﻫ . ويظن أن الزرقاله قد غادر بعد ذلك بقليل طليطلة المضطربة ليستقر في قرطبة وانه كتب رسالة جديدة للمعتمد وذلك تكفيراً منه عما كتبه من قبل من رسالة أو رسالتين لمنافسه المأمون . وها هو ذا الترتيب الزماني لظهور الرسائل الأربع :

٤٤٠ ﻫ رسالة الزرقاله في ١٠٠ باب
٤٥٧ ﻫ رسالة الزرقاله في ٨٠ باباً
٤٦٤ ﻫ رسالة علي بن خلف
٤٧١ ﻫ رسالة الزرقاله في ٦٠ باباً

وبعد أن عرفت جميع رسائل الزرقاله عن الصفيحة ورسالته عن الاسطرلاب المتعلق بنصف الكرة السماوية غدا البحث في أعماله عن الآلات جديراً بالاهتمام .

إن ما توفر لدينا من بينات لحري أن يبين لنا أن فلكيي الأندلس لم يكونوا أصلاء في أعمالهم ومنجزاتهم، وأن مدى تأثر الزرقاله بالمصادر العربية المشرقية القديمة يجب أن يظل مسألة ظن وتخمين . ومن المعلوم أن فلكي دمشق في مطلع القرن التاسع حبش قد كتب رسالة عن صفيحة الآفاق وهي صفيحة شديدة الشبه والقرب من الصفيحة الشكازية الوحيدة ، إلا أن رسالته فقدت ولم نطلع الا على الرسالة التي كتبها علامة شيراز السجزي في منتصف القرن العاشر (وهي رسالة ذات نسخة وحيدة محفوظة في دمشق) .

ويمكن البرهنة أخيراً على أن الشبكة الشكازية هي ذات أصل يوناني ومن الغريب أن يكون اسم هذه الصفيحة الأوربي هو راصد النيازك « meteoroscope » ، إلا أن بطليموس كان يصطنع الكلمتين جميعاً : الاسطرلاب وراصد النيازك بحيث يرجع الاول الى الآلات الكروية ونصف الكرة السماوية ويتصل الثاني بآلة كروية تمت الى ذلك .

مقالة قصيرة واعلانات

ملاحظة حول مخطوط

عادل أنبوبا*

كتاب الفصول في الحساب الهندي لأبي الحسن احمد بن ابراهيم الاقليدسي كتاب معروف ، كان أول من أشار اليه ماكس كراوز Max Krause سنة ١٩٣٦[1] ، ثم نقل عنه كارل بروكلمان Carl Brockelmann[2] ، وذكره أيضاً فؤاد سزكين[3] وقد حققه ونشره وقدّم له وعلّق عليه الدكتور احمد سعيدان (عمّان ١٩٧٣) .

يقول الأستاذ سعيدان ص ٢٨ سطر ٥ من طبعته : « هو (أي المخطوط) في ٢٣٠ ورقة مقاس ١٣ سم في ١٧ سم في كل وجه ١٧ سطراً . ولغاية ستظهر بعد قليل نذكر ان الكتاب يقع في **أربعة فصول**، وان **الفصل الثاني** يضم عشرين بابا : الأول : في التضعيف، والثاني : في التصنيف ، والسابع : في افناء عدد بعدد آخر ، والثامن : من نوادر ما يسأل عنه في الاسقاط ، والثامن عشر : في تجذير الصم .

والفصل الرابع يقع في ٣٢ باباً . الباب الثامن والعشرون : فيما يحسب بآلة يحسب بها الأعمى والبصير ؛ الباب التاسع والعشرون : في استخراج ضلع المكعب . وبدء الفصل الرابع هكذا : « هذا الفصل نذكر فيه جميع ما يعمل بالهندي بغير تخت ولا محو ، بل بدواة وقرطاس . وذلك ان كثيراً من الناس يكره اظهار التخت بين يديه عند حاجته الى استعمال هذا الفن من الحساب ، لما فيه من سوء تأويل من يحضره أو يراه بين يديه فينقص ذلك منه ، اذ كان يرى بين يدي من لا خلاق لهم من المتكسبين بالتنجيم على الطرقات ...» ثم بعد ذلك باربعة سطور أو يزيد : « فإني ما رأيت أحداً من أهل بغداد ذاكَر به ولا عمل فيه شيئاً » .

* المعهد الحديث اللبناني ، فنار جديدة ـ بيروت .

1. Max Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik und Physik, Abt. B*: Studien, 3 (1936), 437-532, p. 513.

2. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Literatur* (Leiden: Brill, 1937), Supplbd. II, p. 387.

3. Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* (Leiden: Brill, 1974), Bd. V, p. 296.

هذا من جهة . ومن جهة اخرى فمنذ عشرين عاماً نشر الأستاذ أحمد آتش مقالاً غزير المادة كثير الفائدة بعنوان : « المخطوطات العربية في مكتبات الأناضول » وذلك في مجلة معهد المخطوطات العربية ٤ (١٩٥٨) ، ص ٣ — ٤٢ . وجاء في الصفحة ٣٠ من المقال :

ابو الحسن احمد بن ابراهيم الاقيلدسي : الحجري في الحساب[٤] .

ابو الحسن احمد الاقيلدسي الذي لم أتمكن ان اثبت حياته ، له كتاب ، معلوم انه كتبه في دمشق سنة ٣٤١ ، وسماه بالفصول في الحساب الهندي (انظر الى ٣٨٧ — و GAL. Suppl. I) . ولا نعلم نسخة اخرى لكتابه الحجري في الحساب هذا الذي نحن بصدد توصيفه .

مكتبة مغنيسا العمومية ١٧٥٢

١٨٩ ورقة في جلد مرمم ، ابعاده ٢٥,٢ × ١٦,٥ (١١,٥ × ١٩,٥) سم

١٩ سطراً ، بخط نسخي ، اسماء الأبواب والفصول بخط كبير الحروف .

تاريخ الاستنساخ ... وكان الفراغ ... سنة اثنتين وأربعين وستماية ...

أوله : بسملة ... الحمد لله الأول قبل كل شيء والآخر بعد كل شيء ، القديم بلا مثال ، والباقي بلا زوال . قال واضع هذا الكتاب وهو أحمد بن ابراهيم الاقليدسي ...
آخره : تم الفصل الرابع من كتاب الحجري وبتمامه تم جميع الكتاب . انتهى

* * *

قلنا : الكتاب الذي يُعرّف عنه الاستاذ أحمد آتش نرجح انه كتاب الهندي الذي نشره الأستاذ سعيدان (يني جامع ٨٠٢) . ويحملنا على هذا الاعتقاد عدة امور :

١ً الكتابان لمؤلف واحد .

٢ً انه لا معنى قريب واضح — يجمع بين الحجري والحساب .

٣ً ان الهاء في بعض الكتابات القديمة تشبه حرفي د كتبا احدهما فوق الآخر ، والدال والراء تلتبس قراءتهما والتنقيط لم يكن عاما في الكتابة .

٤) ذكر فؤاد سزكين كتاب الحجري في الحساب عن أحمد آتش ، المرجع المذكور في الحاشية ٣ .

٤ً صدرا المخطوطين متفقان بما فيه الكفاية ومعلوم أن مطالع المقالات معرضة . بصفة خاصة للتحوير ، من زيادة وحذف وتنميق . ففي مخطوط ينّي جامع ٨٠٢ المطبوع جاء : « الحمد لله الاول قبل كل اول والآخر بعد كل آخر ، القديم بلا مثال . والباقي بلا زوال والدائم بلا انتقال » واستمر الكلام على هذا المنوال سبعة سطور في صفات الله تعالى ثم في الصلاة على النبي . يلي هذه السطور : اني لما نظرت في كتب من تقدم من العلماء بحساب الهند من الحُسّاب ...

اما آخر الكتاب فهو : « هذا آخر الفصل الرابع مما عملته من حساب الهند وقد أتينا منه بجميع ما عملناه ، ولم ندع ما يعلم منه وما يسأل عنه إلا اتينا به وقربناه بأقرب ما امكن واجود ما اتى به من قبلنا حسب ما شرطناه والله وفقنا وبه استعنا وهو حسبنا ونعم الوكيل . والحمد لله رب العالمين ، وصلواته على خير خلقه محمد النبي وآله » وخاتمة الكتاب على مثال مقدمته معرضة للبتر والتحوير .

٥ً المخطوطان متفقان من حيث الكبر . فمخطوط ينّي جامع يحوي قريباً من ٣٩٠٠ سطر ، ومخطوط مغنيسا يحوي قريباً من ٣٦٠٠ سطر ، وهو أعرض على ما يظهر .

٦ً تقدم الحساب البطيء في ذلك العصر لا يرجح ان يخصه المؤلف بكتابين كبيرين كبر الهندي والحجري . هذا ما نراه في المخطوطين ، ونتوجه هنا بالسؤال الى قرائنا في تركيا عسى أن يكون بينهم من له سبيل هيّن الى مكتبة مغنيسا العمومية . فإياه نرجو ان يتفضل ويراجع المخطوط ويقابل بينه وبين المقاطع التي ذكرناها من الكتاب المطبوع إلا أن تكون عنده الطبعة فيعمل بما يراه .

فإن صدق تقديرنا نكون قد حصلنا على مخطوط ثان للكتاب ، وإن اخطأ نكون قد غنمنا مؤلفاً آخر للاقليدسي . وفي كلا الحالين فنحن شاكرون لمن يفيدنا من القراء ومقدرون لغيرته ومروءته .

فقيد تاريخ العلوم العربية
الاستاذ الدكتور محمد يحيى الهاشمي
(١٩٠٤ - ١٩٧٩)

في التاسع عشر من شهر آب (أغسطس) الماضي ، توفي الاستاذ الدكتور محمد يحيى الهاشمي اثر اصابته بخثرة وعائية دماغية لم تمهله مع الاسف الا بضعة ايام فقط امضاها في المستشفى الجامعي بحلب .

ولد المرحوم الاستاذ الهاشمي في حلب سنة ١٩٠٤ ودرس فيها حتى اوائل العشرينات حيث سافر الى المانيا بعد تمضية فترة في الجامعة الامريكية ببيروت .

وخلال وجوده في المانيا حيث بقي حوالي العشرين سنة كان يعمل بالاضافة الى دراسته الكيمياء وفلسفة العلوم بتعريف المجتمع الالماني بالحضارة العربية والاسلامية . وللحصول على الدكتوراه في الكيمياء تقدم بكتاب البيروني عن الاحجار كما كتب ونشر و حاضر خلال ذلك عن علم الحياة عند العرب وعلم المعادن وغيرهما .

وفي اواخر الثلاثينات عاد الى حلب وبقي فيها يدرس الكيمياء في مدارسها الثانوية ومن ثم في كلية الهندسة والعلوم الى ان أحيل الى التقاعد . ولكنه خلال هذه الفترة ما فتيء يعمل في نطاق تاريخ العلوم والفلسفة العربية والاسلامية . فكان ينشر المقالات في الصحف والمجلات العربية والالمانية . كما نشر بعض الكتب الهامة في هذه المواضيع . بعضها في الحضارة العربية والاسلامية وفي بعضها الآخر كان يحاول ان ينقل الحضارة الغربية الى قراء العربية والمتكلمين بها .

ومن اعماله البارزة في هذه الفترة تأسيسه « جمعية الابحاث العلمية » ونشره دورية عن نشاطاتها ومحاضراتها وذلك باللغات الأربع : العربية والفرنسية والانكليزية والالمانية .

ومن ابلغ واهم نشاطاته اشتراكه المستمر والدائم في المؤتمرات الدولية لتاريخ العلوم وفلسفتها ، وذلك بالقاء محاضرات علمية اصيلة باللغات الثلاث : الالمانية والانكليزية والفرنسية . مما جعل منه شخصية مرموقة ومعتمدة في تاريخ الحضارة العربية والاسلامية وخاصة بين الناطقين باللغة الالمانية والتي كان يتقنها اتقانه للغة امه العربية .

لقد فقدت العروبة والاسلام بموت الاستاذ الدكتور الهاشمي شخصية كبيرة ومرجعاً هاماً في تاريخ وفلسفة العلوم العربية والاسلامية .

الدكتور الطبيب طه اسحق الكيالي
استاذ تاريخ الطب في جامعة حلب

مراجعات الكتب

الثقافة (الاسبانية — العربية) في الشرق والغرب

خوان فرنت
الناشر أرييل — أرييل هيستوريا —
اسبانيا ١٩٧٨

هذا كتاب يبحث في منجزات العرب في اسبانيا بخاصة وفي الحضارة العربية بعامة ، وهو لهذا يتخذ موضوعاً له دراسة أعمال أولئك العرب الأوائل الذين قاموا بنقل الأبحاث العلمية من العصور القديمة إلى العربية ويبين عميق معرفة العرب الأندلسيين لهم ووثيقها. (والحق نقول إن المعرفة الوثيقة هذه ذات الجذور العميقة إن تعني إلا اتحاد أجزاء الحضارة العربية — الاسلامية في وحدة كاملة لم ينقص منها بعد الشقة وتفاوت الحكم شيئاً . إنما أردنا أن نبرز هذه الحقيقة الواقعة لما يمكن أن يظن من بعض أقوال المؤلف أنه يفصل بين جزئي الحضارة العربية الواحدة في مشرقها ومغربها (الأندلس)، وإن كان يلح على صلتهما الوثيقة في كثير من شواهده وآرائه) ، وكيف اعتمد هؤلاء على أولئك في تصنيف ما صنفوا من مؤلفاتهم الخاصة في كل ما من شأنه أن ينمي التراث المتلقى أبلغ نماء وأكثره اطراداً . ويتعرض بعد ذلك للأسباب التي حدت بالدارسين الأوربيين إلى المجيء إلى الأندلس في مطلع القرون الوسطى ابتغاء تلقي هذه العلوم الجديدة في شتى ميادينها . بحيث يتبين لنا من هذا كله أن الكتاب إن هو إلا محاولة رصينة لعرض مآثر العرب بما فيها من أصالة وإبداع وما فيها من تخط لمرحلة الترجمة والاتباع وكيف استند العرب في الأندلس إلى هذه المآثر مترجمة ومصنفة فأنتجوا ما أنتجوا من بديع الشيء علماً وعملاً فزادوا بذلك رصيد العلم والمعرفة . ومن هنا جاء أثرهم في الغرب واجتذابهم للغربيين كيما ينهلوا من منابعهم ويردوا مواردهم الثرة .

يعالج هذا الكتاب بخاصة هذه الفترة التي كانت تسمى في الكتب المدرسية باسم « مدرسة مترجمي طليطلة » وقد عُلم أن هذه الفترة أكبر وأوسع ممـــا يعتقد بعامة وأنها لتمتد لتعم الحقبة الممتدة من القرن الثامن إلى القرن الثالث عشر .

والمؤلف يحدد بعد هذا موضوع بحثه التاريخي ليقول إنما هو بحث ثقافي لا سياسي، ومهمته أن يشرح الوقائع المعروضة ويورد الأمثلة الواقعية التي تتيح لنا تتبع انتقال العلم

الشرقي وعلم العصور القديمة (البابلونية والاغريقية والفارسية واللاتينية ..) إلى العصر الوسيط عبر الاندلس، وهو يحلل في الوقت نفسه دوافع هؤلاء المترجمين العرب الأوائل للكتب العلمية فيعرض لها من حيث تحريرها ولغتها والأخطاء والهفوات التي ارتكبوها من غير أن ينسى التنويه بكل ما من شأنه ، في آخر المطاف ، أن يسمح لنا بإصدار حكم بقيم أعمالهم ويقدرها حق قدرها .

وهو يتبع في ذلك نهجاً مزدوجاً : زمانياً في تسلسله وموضوعياً في محتواه ليبين من طريق ذلك النحو الزماني والموضوعي الذي انتقلت طبقاً له هذه المعارف من الشرق إلى الغرب (أوربا) ورجوعها إلى الشرق عبر اسبانيا حتى بدء عصر النهضة .

وأكثر ما يهم الكاتب تحليل الأفكار تحليلاً منهجياً مما قلل من اهتمامه بالمصادر وتحقيقها ، وهو يستعرض من أجل ذلك عمل أسلافنا في ميادين المعرفة جميعاً من فلسفة وعلوم خفية ورياضيات وفلك وتنجيم وفيزياء وسيمياء وعلم طبقات الأرض وعلم الحيوان والنبات والطب وعلم الادوية والتقنية الصناعية ، وهو يصطنع لذلك كل وسيلة ممكنة ، وكل مصدر متاح ، مما جعله يقول إن اللجوء الى بعض المقطوعات الشعرية العربية لهذه الغايات أو الرجوع إلى مخطوطة نادرة ليطلعنا أحياناً على غريب المفاجآت .

إن مراجع الكتاب لا تطلعنا على أصول الأبحاث المذكورة وفروعها وحسب وإنما تسمح لنا أيضاً بمعرفة المرحلة التي بلغ فيها العلم في الأندلس أوجه في الإبداع والخلق . وهذه المرحلة هي المسلّم بها وحدها دونما نزاع ولا خلاف على كثرة ما لقي هذا العلم من جدل وما دار حوله من نزاع وخلاف . وهو العلم الذي اتخذه العلماء الأوربيون في العصور الوسطى وعصر النهضة موضوعاً لأبحاثهم فأشبعوه دراسة وتمحيصاً والذي اعتمدوه منطلقاً لهم فيما صنفوا من أبحاث خاصة .

والكتاب إذ يكشف بأنصع الأدلة وأقوى الشواهد ، مستعيناً في ذلك بأقوى المراجع وأوثقها ، عما تدين به الثقافة للعرب الأندلسيين بخاصة وللعرب جميعاً بعامة من فضل يعرف كلمة « عرب » بقوله إن اصطناعه لها لا يستشم منه أي معنى عرقي أو ديني إنما يقتصر على اللغة التي كان يتخذها العرب والفرس والأتراك واليهود والاسبانيون خلال العصر الوسيط أداة تعبير لهم فكانت المطية المثلى لنقل أكثر المعارف تنوعاً من العصور القديمة (الكلاسيكية والشرقية) إلى عالم الاسلام حتى إذا أعيدت صياغتها ودعمت بمآثر

جديدة كمثل الجبر والمثلثات وغيرها انتقلت إلى العالم المسيحي من طريق الترجمات إلى اللاتينية فكانت بذلك مصدراً ثراً للانتشار العلمي الرائع في عصر النهضة. وحقيق بنا أن نقول، مؤيدين بذلك المؤلف، إن إحصاءً يسيراً للنصوص العامية المنشورة وللشواهد المذكورة لقمين أن يبرهن على قدر ما يدين به الغرب للأندلس وللعرب جميعاً من عظيم الفضل.

وهذا الفضل ليبدو في كل مجال ويظهر في كل ميدان. وشاهده هذه المآثر على تنوع أصنافها وتفنن ضروبها ... والتي تدل أبلغ الدلالة على ما أبدعه الفكر الأندلسي من شيء، وإن يكن بعضهم يعرض المذلك بشيء من التردد والشك فيثير نقاشاً حاداً حول بعض النظريات التي سيقت في تفسيرها وتعليلها والتي وجدت تأييداً ودعماً لها في السنوات الخمس والعشرين الأخيرة.

ولم يتعرض المؤلف عمداً للقصص السياسي على الرغم مما لذلك من فائدة في فهم ظاهرات الانتقال الثقافي وما لبعض المعارف كالكيمياء من طابع خاص يتمثل فيما احتوته من ألفاظ ومعانٍ شيعية واسماعيلية فاطمية وما كان لتلك من أثر ايديولوجي بالغ في اقليم أراغون في القرن الحادي عشر وفي أوربا من بعد ذلك.

إلا أن أثر هذا الفكر الأندلسي لم يكُ في اتجاه الغرب وحسب فقد تأثرت افريقيا الشمالية والشرق بعامة بذلك أبلغ التأثر وأبقاه. بيدأن دراسة هذا الأثر لم تلقَ ما لقي الأثر الآخر من عناية ورعاية، سواء أكان ذلك من وجهة نظر أدبية أم علمية، ومثال ذلك الزجل المولود في سراقوسة والمتطور في قرطبة والمنتقل إلى العراق، فهذا الضرب من ضروب الشعر لم يزلْ حياً حتى يومنا هذا في المناطق التي أضحى فيها الذريعة المثلى للهجاء السياسي. وأما في المجال العلمي فلابن رشد كبير الأثر في علم الفلك في فارس وتركستان وسورية حتى مطلع القرن السادس عشر ... وهذا كله لجدير أن يبرر مجيء عنوان الكتاب على النحو التالي «الثقافة الاسبانية ـ العربية في الشرق والغرب».

والمؤلف دراك واعٍ لما ينطوي عليه تصنيف كتاب كمثل هذا من خطر الانزلاق في مهاوي الحماسة والانفعال إذا ما ابتغى الحكم على وطنه وما قدم من مآثر، مما يفضي به ذلك إلى أن يمتطي ركوبة المدح أو الذم على غير اعتدال ودونما بصيرة، ذلك بأن النص الذي انتهى من تحريره قد غشى على بصره حسن الرؤية فغدا معه المؤلف عاجزاً عن نقد

عمله والنظر إليه بعين ملؤها الموضوعية . وهو إذ يريد أن يربأ بنفسه عن أن يُشان بهذه النقيصة يتخذ شعاراً له عبارة شيرولي : الباحث الايطالي في الحضارة الاسبانية إذ يقول في فضل اسبانيا والاسبانيين على الحضارة الإنسانية : « إن اسبانيا ، وهي الأولى بين الأمم في الدفاع عن أوربا المسيحية خلال القرون التسعة من الاسترداد ، كانت الأولى في احتفائها بأكثر ما تلقت من العالم الشرقي من شيء في ميادين الثقافة والفن من خلال علائقها به سلماً وحرباً ، وهو العالم نفسه الذي كانت تعارضه وتقاومه في ميدان الحرب والذي نقلت ما تلقته منه من علم إلى الغرب الأوربي » .

وبعد فهذا كتاب يشتمل على مقدمة وأحد عشر فصلاً . وهو يتعرض في الفصل الأول من حيث هو مدخل تاريخي للموضوع لمولد الثقافة العربية وللحكم العربي في اسبانيا وينتهي إلى ملوك الطوائف والغزوات الافريقية . أما الفصل الثاني فدراسة لمعالم التراث القديم (اليوناني بخاصة) في العالم العربي ويتبين ذلك فيما صنف من أشياء في الحساب والرياضيات والارقام والجبر بعامة وفيما اطلعنا عليه من مذاهب تنجيمية في القرانات، على ألا ننسى ذكر الطب والمواد الطبية في جملة ذلك . وقد كانت اللغة اللاتينية لغة الثقافة في الغرب إذ ذاك وكانت اللغة التي نقل منها بعض المؤلفات الأدبية والعلمية الى العربية (قبل القرن التاسع) ومن جملة ذلك قطوف لا يعرف لمؤلفيها اسم فيذكر .

ويتناول الفصل الثالث تقنية الترجمات : ترجمات النصوص القديمة إلى العربية والترجمات العربية إلى اللاتينية ويتعرض للمترجمين فيصنفهم درجات بحسب مكنتهم وحسن ترجمتهم وما وقعوا فيه من أخطاء .

أما الفصل الرابع فيبحث في العلوم في القرنين العاشر والحادي عشر فيبين أثر الاسلام في الثقافة الغربية وكيف تم ذلك من طريق الترجمة كترجمة مؤلفات ما شاء الله (المصري — الايراني) والصوفي عن الاسطرلاب في الأندلس والخوارزمي (مفاتيح العلوم) في المشرق العربي . ويذكر فضل العرب في صنع الساعات الشمسية في كل من المشرق والأندلس ، ولم ينس الأثريات وما كتب فيها من مقالات نظرية وما قام به الباحثون من تحريات عملية (في قرطبة وغرناطة) . وقد أحدث المؤلف للأنابيب البصرية لرصد النجوم وتتبعها ذكراً حميداً يبين ما في ذلك من آيات دالات على تطور البصريات علماً وتجربة .

أما الفصل الخامس فعرض للعلوم والمعارف في القرن الثاني عشر وما اشتملت عليه من

فلسفة وسحر ورياضيات وترجمة . وقد تناولت الترجمات عن العربية بخاصة كتب الكندي (رسالة في ماهية العقل والابانة عنه ورسالة في الجواهر الخمسة) وابن سينا (الشفاء وما وراء الطبيعة) والغزالي (مقاصد الفلاسفة) والفارابي (إحصاء العلوم) والخوارزمي (المختصر في حساب الجبر والمقابلة) . ويبين لنا المؤلف في هذا الفصل تطور علم الكسور وصلته بالنبي لحاجته إليه في أمور الفرائض والمواريث . ولم ينس ذكر بني موسى ومصنفهم « كتاب معرفة مساحة الأشكال » وما تضمنه من جليل الموضوعات الهندسية ودقيق البراهين الرياضية .

ويتابع في الفصل السادس ما بدأه في الفصل الخامس من عرض للعلوم في القرن الثاني عشر كمثل التنجيم والفلك والبصريات والكيمياء والطب . ففي مجال الفلك نجد دراسات لكتاب السماء والعالم والنيازك لأرسطو .. وقد تم آنئذ أول قياس للأرض حققه العرب ووصل الغرب مع ترجمة اللوحات الفلكية (١١٢٦ م) . ولا ننس علم التنجيم وما له من أثر في الحروب والبناء .. أما في البصريات فقد نبغ ابن الهيثم كل النبوغ في كتابه (المناظر) الذي يؤيد فيه مقالة ابيقور في تلقي الأجسام المختلفة للأشعة الصادرة في جميع الاتجاهات معارضاً في ذلك رأي أرسطو واقليدس من جهة ونظرة امبدوقلس من جهة أخرى .. وإن ما يشهد بنبوغه وإبداعه تجاربه على الغرفة المظلمة والدوام الشبكي للصورة ورأيه في الطبيعة المادية للنور (فكان بذلك أول من قال بالنظرية الجسيمية للنور مخالفاً في ذلك أرسطو حيث قال : إن الضوء ليس بجسم)، ونظريته في صدور ضوء القمر عن الشمس كما جاءت مشروحة في « مقالة في ضوء القمر » وهي مقالة تبدو أنها لم تكن معروفة في العالم اللاتيني . حتى إذا ما تخطينا ميدان علم السيمياء وما كتبه ابن مسرة والمجريطي (رتبة الحكيم وغاية الحكيم) وما قاله أبو معشر (الفلكي) في كتابه « كتاب الألوف » من رواية توحيدية لأصول الثقافة أدركنا ما كتبه العرب في الطب وما نقل إلى اللاتينية في اسبانيا من كتب طبية عربية وما جاء به الكندي من عميق النظرات في الموازاة الرياضية بين العلاج (المؤثر) والأثر وهو بذلك يسبق كلاً من فيبر في قانونه عن العلاقة العددية بين المؤثر والاحساس وفيشنر في معادلته عن التناسب بين الإحساس ولوغاريتم المؤثر . ثم يواصل المؤلف في الفصل السابع دراسته للعلوم فيعرض لها في القرن الثالث عشر وما اطلع عليه من مصنفات في العلوم المختلفة وما بقي من المخطوطات في ذلك كله بعامة وفي العلوم السحرية والتنجيم بخاصة وما نراه من أثر للمصطلحات العربية في الرياضيات في أبحاثها

العربية واللاتينية. إن ما جاء به العرب من نظريات فيزيائية في الطاقة والحركة في الهواء لدى يحيى بن عدي وابن سينا (في الميل القسري) (وما بينها وبين آراء أرسطو من تعارض واختلاف) وما رآه البغدادي من وجود للفضاء اللامحدود لقصر العقل الانساني عن درك الضد واعتقاده أن في القذيفة نفسها يوجد الميلان القسري والطبعي وأن المسار الملاحظ إنما يتولد عن هذين الميلين لأكبر شاهد على أن العرب لم يقتصروا على النقل والاتباع في كل ما بحثوا من شيء .

ودليل ذلك ما قام به ابن الهيثم من محاولة لحل مشكلة الواقعية الفيزيائية للكون حلاً مادياً، وذلك طبقاً للمبدأ القائل إن الطبيعة تخشى الفراغ مخالفاً في ذلك بطليموس في كتابيه المجسطي والفرضيات.وقد كان القرن الثالث عشر حافلاً بالأبحاث والرسائل اللاتينية الفلكية وهي مستقاة من كتب عربية للفرغني والتباني وابن الهيثم وغيرهم ... مما نستطيع معه أن نفسر ما جاءفي هذه الدراسات الفلكية في نشوء الكون وفساده من أسس إيديولوجية (كما نرى ذلك عند ابن رشد وابن طفيل وابن باجه) ، ونرى هذه العلاقة وثيقة في البراهين العربية الهندسية لمسائل تتضمن مشكلات لاهوتية كما هو الشأن في النظرية الذرية وامكان تقسيم الممتد إلى غير نهاية (ابن سينا وابن رشد) .

ثم يواصل الفصل الثامن سيره في هذه السبيل فيعرض للعلوم في القرن الثالث عشر وما بعده كمثل السيمياء والتقنية وعلم الملاحة فيبين في كل ذلك فضل العرب وأثرهم الباقي على الزمن . فمصطلحات السيمياء العربية كثيرة بثيرة وتبيان منافع موادها واضح بين ؛ أما التقنية الصناعية فتشتمل على صناعة الورق بخاصة (الادريسي والمعز بن باديس في « عمدة الكتاب وعدة ذوي الألباب » وهو كتاب صنف في أصحاب (الحرف ...) ووصف لطواحين الهواء ومجاري المياه ... والمشروبات المبردة بالثلج والنواعير الشرقية ... ودراسة للبارود وصناعته كما جاءت في « كتاب الفروسية والمناصب الحربية » لحسن الرماح (١٢٨٠ م) وما يستعمل في صناعته من عناصر كنترات البوتاسيوم والفحم والكبريت. ويذكر المؤلف أن أول مرة ظهرت فيها كلمة البارود كانت في كتاب « جامع المفردات » لابن البيطار (المالقي) القائل إن ما يعرف في الغرب باسم البارود إن هو إلا ثلج الصين . وما ينبغي أن ينسينا ذلك وما كان للعرب فيه من كبير فضل الصناعات الاخرى كالخزف والفخار والمعادن والزجاج . وأما في مجال الملاحة البحرية فالمؤلفات غزيرة والرحلات

كثيرة وآثار العرب شرقية أو غربية، التي بلغت اسبانيا، جمة وفرة كمثل اصطناع البوصلة والمصور الملاحي والاتجاهات والمنجنيق (قذاف) والسكان والرمح (المزراق) لقياس الزوايا وما إلى ذلك من إعمال مقاييس معينة في رسم المصورات الجغرافية على أوثق نحو مما تقترب معه إلى ما توصل إليه العلم الحديث من مقاييس .

ويزعم المؤلف أنه لا يمكن القول إن لدى العرب معارف تندرج تحت ما نسميه اليوم علم طبقات الأرض ، إنما كان هناك دراسات وملاحظات جيولوجية وتعدينية وأثرية (حفريات) . ومثال ذلك ما جاء في كتاب الشفاء لابن سينا من وصف لتشكل الجبال . ذلك بأن اهتمام العرب كان مقتصراً على التعدين والحجارة وما تجاوز ذلك فنزر يسير .

أما في علم النبات والحيوان والطب فما أكثر ما كتب وشرح وما أكثر من كتب وشرح .. وللمؤلف رأي مفاده أن ابن رشد ، مثله في ذلك مثل جميع الأطباء في القرون الوسطى ، لم يكن أصيلاً في أوصافه التشريحية وذلك يرجع إلى أن هؤلاء الأطباء كانوا محرومين من تشريح الجثث البشرية مما اضطروا معه إلى اللجوء إلى الحيوانات يشرحونها (كالخنازير والقردة) . إلا أن ذلك لم يقلل من بديع عملهم فتيلاً ، فما قام به ابن النفيس الدمشقي (١٢٨٨ م) من تعليق على تشريح ابن سينا ومن وصف لدورة الدم الصغرى سابقاً بذلك سرفيت بقرنين من الزمان لشاهد على ذلك أي شاهد . وقد اصطنع العرب التخدير (بالسكر) بالبنج والمخدرات (الحشيش وذلك إما بنقعه أو عصره في الفم باسفنجة) والتنويم واقتضوا أن تسبق ممارسة الطب امتحانات يجتازها الدارس فتخوله القيام بمهنة الطب وتستدعيها قدرة وحكماً .

بعد أن درسنا القدرة الفتانة لهذه الثقافة العربية في علومها وترجماتها وفي عمرانها وصناعاتها وكيف طغت العربية في كل ذلك على لغات المسلمين جميعاً وعرفنا أنها وإن كانت بادي الرأي تركيبية توفيقية فإنها سرعان ما غدت إبداعية أصيلة يحسن بنا أن نعرض كأوجز ما يكون العرض لرقي هذه الثقافة في أدبها وشعرها ذي الحيوية التي تأخذ بمجامع الألباب، وفي نقدها وما فيه من دقة وتحقق وتثبت وإسناد للأحاديث والأقوال،وهو هذا الأسلوب الذي امتد فشمل الأدب برمته وأفضى إلى تأليف أمات المعجمات بين القرنين الثامن والثاني عشر وأنجب أعظم الأدباء وأعرقهم إبـداعاً فابتكر هؤلاء ونوعوا في مختلف أنماط الفن وفي متنوع ضروب الأدب من شعر غنائي وملاحم ، مما كان معه للشعر

العربي هذا الأثر الكبير في الشعر العربي من حيث القافية والوزن والموسيقى الشعرية بل في ضروب الشعر كافة سواءأكان ذلك من حيث محتواها أم من حيث مبناها. والمؤلف يستشهد في ذلك كله بآراء كثير من الأدباء والمفكرين الاسبانيين .. ويقول إن العرب قد أجادوا، فضلاً عن ذلك، في الفن القصصي فكان ذلك مدعاة إلى نقل مؤلفاتهم القصصية إلى أوربا من طريق اسبانيا (ألف ليلة وليلة ، كليلة ودمنة وغيرهما ...) مبيناً أثر هذين الكتابين الكبير في الأدب الاسباني من حيث التقليد والاتباع (انظر في ذلك الديكاميرون . تريستان وايزولد بل الكوميديا الإلهية بخاصة لتجد أن ما جاء فيها من أفكار وحوادث وأوصاف لدليل على وثيق صلتها بالكتاب العربي ، ودراستا بلاسيوس الاسباني وشيرولي الايطالي لهذا الشبه الوثيق والأخذ القريب معروفتان ...) .

إن طرق تغلغل الفكر العربي ومعتقده إلى الغرب لم تكن مقتصرة على النصوص المكتوبة وحسب وإنما كان هناك الانتقال الشفهي ، ذلك بأن كثيراً من الأدباء الاسبانيين في القرنين الثالث عشر والرابع عشر كانوا يتقنون اللغة الأندلسية الدارجة .

وللمؤلف رأي في أمرين ذوي شأن هما أولاً يسر احتلال العرب لاسبانيا وسرعته وخضوع الاسبانيين التام والرضي لهم طوال هذه الفترة ، فيقول إن ذلك يرجع بخاصة إلى أن العرب قد منحوا الاسبانيين استقلالاً ذاتياً عريضاً وسيعاً وفرضوا عليهم من الضرائب قدراً أقل مما كانوا اعتادوا أن يدفعوه في منصرم أيامهم . والأمر الثاني يتصل ببعض ما ظهر للتعصب الديني والاضطهاد من مظاهر فيقول إنه إذا كان هناك شيء من ذلك في بعض من شؤون الحياة فإنما يحسن رجعه إلى الأحوال العارضة الشاذة التي كانت تمر بها البلاد إذ ذاك ... أما القاعدة السائدة في التعامل والاختلاط بين العرب المسلمين والاسبانيين المسيحيين فكانت التسامح الديني في كل وجوهه ومعانيه .

وبعد فهذا كتاب بذل فيه مؤلفه غاية الجهد وأفرغ قصارى الوسع ليجيء كتاباً منصفاً هادئاً متزناً في أحكامه وتعليقاته وغنياً ثراً في شواهده وبيناته التي تبرز ما كان للثقافة العربية الأندلسية من عظيم الأثر في الحضارة الغربية كلها ... فإذا كان لنا بعد هذا كله بعض التعليق عليه نقداً ومأخذاً لما كان منه من اقتضاب وإغفال لما نراه مهماً في تحديد معالم الشخصية العربية الاندلسية في فكرها وفلسفتها وعلومها وعمق صلتها الحضارية بالمشرق العربي فإنه لا يسعنا إلا أن نحمد لمؤلفه حسن صنيعه ونرجو لكتابه بعيد الانتشار وحسن القبول لدى الباحثين والقراء ونخص بذلك كل من يهمه الاطلاع على فضل العرب في علمهم وما خلفوه من رائع التراث أن يقلب صفحات هذا الكتاب دارساً ومتأملاً وموازناً .

راجع الكتاب عن الاسبانية

الدكتور حكمت حمصي

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب

المشاركون في العدد

– **عادل انبوبا** : يعمل في ميدان تاريخ الجبر والهندسة ، وقد درس مادة تاريخ العلوم العربية في الجامعة اللبنانية وفي الكلية الفرنسية للاقتصاد في بيروت .

– **ماري – تريز دبارنو** : مجازة في الرياضيات ومؤهلة لتدريسها جامعياً إلا أنها تعمل الآن على إنجاز رسالتها للدكتوراه والتي تعالج التاريخ المبكر للمثلثات .

– **فرنارد فولي** : استاذ مساعد في قسم التاريخ بجامعة بردو ، واهتمامه العام منصب على تطور إجراءات الصناعة ونمائها ، وهو يدرس في الوقت الحاضر تطور الآلات في عصر النهضة الأوربية .

– **لويس غارسيا – بالستر** : رئيس قسم الطب في جامعة غرناطة منذ عام ١٩٧١ ، ويدرس الآن الجالينوسية في القرون الوسطى وبخاصة في مدينة مونبليه خلال القرن الرابع عشر .

– **أوين جينجريش** : يجمع إلى عمله فيزيائياً فلكياً في مرصد سميشسونيان عمله مدرساً لتاريخ العلوم في جامعة هارفارد . وله منشورات كثيرة جداً في كلا الميدانين .

– **حكمت حمصي** : التحق مؤخراً بمعهد التراث العلمي العربي باحثاً ومترجماً ، وهو أستاذ محاضر في كلية الاقتصاد والتجارة والمعهد التجاري بجامعة حلب وقد نال ثلاث درجات دكتوراه : دكتوراه في الفلسفة من جامعة فرانكفورت / ألمانيا الاتحادية ، ودكتوراه دولة في العلوم السياسية (والحقوقية) من جامعة باريس (السربون – بانتيون) ودكتوراه دولة في الآداب والعلوم الإنسانية من جامعة باريس (السربون) .

– **طه كيالي** : طبيب وأستاذ تاريخ الطب بجامعة حلب ، وعضو معهد التراث العلمي العربي وأمين سر الجمعية السورية لتاريخ العلوم .

– **ادوارد س. كندي** : كان استاذاً في قسم الرياضيات في الجامعة الامريكية ببيروت قبل تقاعده ، وهو يقضي وقته الآن في نشر مجلة معهد التراث العلمي العربي ودراسة علم الفلك الاسلامي في القرون الوسطى .

– **ديفيد ا. كينج** : قد عين مؤخراً أستاذاً مساعداً في جامعة نيويورك حيث يدرس العربية وتاريخ العلوم ويواصل العمل دراسة وتحقيقاً للمصادر الغنية لتاريخ العلوم البحتة التي اكتشفها خلال إقامته الطويلة في القاهرة .

– **كيث پري** : على الرغم من أن عمله المهني ونشاطه الحالي يقعان في ميدان البحث الالكتروني (**Computer**) إلا أن علم الآثار والتكنولوجيا القديمة يستحوذان على اهتمامه أكبر الاستحواذ ، وقد قام مع الأستاذ فولي بدراسة عن تقنية صناعة الفأس الحجرية (الصوانية) .

– **رشدي راشد** : مدير أبحاث في المركز الوطني للأبحاث العلمية في باريس وهو يدرس تاريخ الجبر والهندسة وسينشر له معهد التراث العلمي العربي تحقيقه ودراسته النقدية لأعمال الخيام الرياضية .

– **عبدالحميد صبره** : أستاذ تاريخ العلوم العربية في جامعة هارفارد وقد عمل في ميدان أسس الرياضيات وتاريخ الهندسة ، ويعمل الآن على نشر مناظر ابن الهيثم .

– **خوليو سمسو** : أستاذ العربية في جامعة برشلونه ، إلا أن ميدان بحثه الرئيسي تاريخ علم الفلك العربي ، وتتضمن منشوراته دراسات عن « كتب الأنواء » والآلات الفلكية وعلم المثلثات القديم .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ — تقديم نسختين من كل بحث أو مقـال الى معهـد التراث العلمي العربـي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الاسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات الى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بـين ٣٠٠ — ٧٠٠ كلمة باللغـة الانكليزيـة إذا كان ذلك ممكناً وإلا باللغة العربية .

٢ — طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشـار اليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضا ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ — بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب — أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج — أما إذا أشير الى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة الى أرقام الصفحات.

أمثلـة :

أ — المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب — عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية. مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣.

ج — المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبـوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

مجلة تاريخ العلوم العربية

فهرس المجلد الثالث

العدد الأول ، ص 1-180 العدد الثاني ، ص 181-424

— ١٩٧٩ —

Index to Vol. 3

Journal for the History of Arabic Science

Pagination according to numbers

No. 1, 1-180 No. 2, 181-424

Sales and Distribution by the
Syrian Society for the History of Science

PUBLICATIONS OF THE INSTITUTE FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Al-Hassan, Ahmad Y., *Taqī al-Dīn and Arabic Mechanical Engineering, with the Sublime Methods of Spiritual Machines. An Arabic Manuscript of the 16th Century.* In Arabic. 165 pp. 1976. $ 8.00

Katayé, Salman, *Les Manuscrits Medicaux et Pharmaceutiques des Bibliothèques Publiques d'Alep.* In Arabic. 440 pp. 1976. $ 10.00

Shawqi, Jalal, S. A., *Mathematical Works of Bahā' al-Dīn al-ᶜĀmilī.* (953-1031/1547-1622). In Arabic. 207 pp. 1976. $ 8.00

Kennedy, E. S., & Imad Ghanem (Eds.), *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir an Arab Astronomer of the 14th Century.* In Arabic and English. 172 pp. 1976. $ 6.00

Kennedy, E. S., *The Exhaustive Treatise on Shadows by Abū al-Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī* In English. 281 pp, 221 pp. 1976
Vol. I Translation
Vol. II Commentary $ 25/*set*

ᶜĀdiyāt Ḥalab. An annual on archaeology, history of art and science. In Arabic and English. Vol. I (1975) pp. 368, Vol. II (1976) pp. 354, Vol. III 284 in Arabic, 56 pp. French and English summaries (1977) Each Vol. $ 6.00

Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science (ISHAS), held 5-12 April 1976, Aleppo.

Vol. I in Arabic. 970 pp. $ 25.00
Vol. II in other languages. 368 pp. By hand $ 13.00
Surface mail $ 15.00

Journal for the History of Arabic Science. An international journal.
Subscription: $ 10.00

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a summary in Arabic, if possible, about a third the length of the original. Otherwise let us have a summary in the language of the paper.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necaci Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

'	a	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh
ء	أ	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش

ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ᶜ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters *ā*, *ī*, *ū*.

The diphthong *aw* is used for أو and *ay* for أي.

NOTES ON CONTRIBUTORS

Adel Anbouba works on the history of algebra and geometry. He has taught the history of Arabic science at the Lebanese University and at the French Faculty of Economics in Beirut.

Marie-Thérèse Debarnot is an *agregée* in mathematics of the French government. She is currently completing a doctoral thesis on the early history of trigonometry.

Vernard Foley is an associate professor in the history department at Purdue University. His general interest is in the development of manufacturing processes. At present he is studying the evolution of machine tools in the European Renaissance.

Since 1971 **Luis Garcia-Ballester** has been head of the History of Medicine Department at the University of Granada. Currently he is studying medieval Galenism in 14th century Montpellier.

Owen Gingerich combines his work as an astrophysicist at the Smithsonian Observatory with a professorship in the history of science at Harvard University. His very numerous publications are in both fields.

Hikmat Homsi has recently joined the staff of the Institute for the History of Arabic Science. He holds three earned doctorates: a Ph. D. from Frankfurt a. M. in philosophy, and two Paris (Sorbonne) *doctorats d'état*, one in political science and law, the other in literature and the social sciences.

Taha I. Kayali, a medical doctor, is Professor of the History of Medicine at the University of Aleppo, Member of the Institute for the History of Arabic Science, and secretary of the Syrian History of Science Society.

E. S. Kennedy, having retired from the mathematics department of the American University of Beirut, divides his time between editing the *JHAS* and studying medieval Islamic astronomy.

David A. King has recently been appointed to an associate professorship at New York University. There he teaches Arabic and the history of science, and continues to exploit the rich sources for the history of the exact sciences discovered during his extended residence in Cairo.

Although **Keith Perry**'s professional training and current activity are in computer science, archaeology and ancient technology are his serious avocations. He and Professor Foley are collaborating in a study of stone axe manufacturing techniques.

Roshdi Rashed, director of research at the C.N.R.S. Institute for the History of Science at the University of Paris, studies the history of algebra and geometry. His critical edition of the mathematical works of Khayyam is being published by the Institute for the History of Arabic Science.

Abdelhamid I. Sabra, Professor of the History of Arabic Science at Harvard, has worked in the foundations of mathematics and the history of geometry. A current project is a critical edition of Ibn al-Haytham's optics.

Professor of Arabic at the University of Barcelona, **Julio Samso** has as a main research field the history of Arabic astronomy. His publications include studies of the *kutub al-anwa'*, astronomical instruments, and early trigonometry.

The two examples just given involve essentially theoretical issues. But the author also establishes that, for the most part, Arabic scientific explanations of natural phenomena were objective, and based upon observation and experiment, witness Alhazen's optics, Ibn Nafīs' description of the pulmonary circulation of the blood, and al-Kindī's mathematical formulation of the relation between stimulus and response which anticipated those of Weber and Fischer.

Contrary to general belief, Arabic scientific achievements were not confined to theoretical accomplishments. They extended also into technological fields, e.g. windmills, water lifting devices, and the production of gunpowder (by Ḥasan al-Rammāḥ in 1280).

In discussing the rapid and complete Arab takeover in Spain, the author regards as significant the lightening of the tax burden under the new regime, and the widespread local autonomy enjoyed by the populace. Sporadic manifestations of religious fanaticism and repression were rare exceptions to the general rule of tolerance.

Professor Vernet has spared no efforts to produce a balanced account of a field which he has cultivated for many years. There is always room for differences of opinion concerning individual topics, their relative emphasis, treatment, inclusion, or omission. None of these things detract from our congratulations to the author upon the publication of this book. We recommend it to all who are interested in the history of Arabic science and civilization.

HIKMAT HOMSI

Institute for the History of Arabic Science
University of Aleppo

demonstrate rather well the direct application of historical records to frontier problems of astrophysics. Thus it can serve as an educational tract for a wide range of astronomers, some of whom may otherwise have little sympathy for historical studies.

OWEN GINGERICH

Center for Astrophysics
Cambridge, Massachusetts, U.S.A.

Juan Vernet. *La cultura hispanoarabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Spain: Editorial Ariel (Ariel Historia), 1978. 395 pages.

This book is a serious and authoritative description of the glorious accomplishments of the Spanish Arabs, their originality and creative spirit. That is why it stresses the fact that Arabic culture transcended mere translation and imitation, demonstrating a genius for invention in all branches of knowledge. The author establishes this central thesis by means of adequate examples and numerous citations from the original sources, these being backed up by a rich and exhaustive bibliography. The book further reveals the deep influence exerted by the Hispano-Arabs upon Western culture and its scientific expansion during the Renaissance. This in turn shows how great is the debt owed by humanity to Arabic civilization, Spanish and Oriental. As the author says, a mere listing of the Arabic scientific texts edited at that time suffices to establish the validity of the above remarks.

The book commences with two chapters giving the general historical background. Chapter 3 is on the technique of translation. Chapters 4 through 9 present a detailed chronological exposition of Hispano-Arabic science from the tenth well beyond the thirteenth centuries. Each chapter is organised according to subjects, including, when relevant: philosophy, the occult sciences, mathematics, astronomy, astrology, physics, alchemy, technology, navigation, geology, botany, zoology, and medicine. The concluding two chapters describe Hispano-Arabic art and literature.

A short review cannot do justice to the wealth of detail devoted to all the topics listed above. For instance, the author describes the effect upon the European scholastics of speculations by the *mutakallimīn* and the Muslim philosophers concerning the nature of time and space, their divisibility or indivisibility. He asserts that Averroes' commentaries on Aristotle's *De coelo et mundo* and the *Physics* were the basis of one of the greatest reformations in human thought, the Copernican revolution. Translated into Latin and studied by the young Copernicus at the University of Cracow, the commentaries contained critiques of the geocentric system and advocated separating the study of theology from that of natural philosophy.

Book Reviews

F. Richard Stephenson and David H. Clark, *Applications of Early Astronomical Records*. Bristol: Adam Hilger, Ltd., 1978. ix + 114 pages. £ 9.50

The English astronomers Stephenson and Clark, whose *The Historical Supernovae* received wide critical acclaim, have again teamed up to write this brief monograph on early observations, their documentation, and their application to three contemporary astronomical problems.

The opening chapter gives an overview of the sources, but written on such a popular level that it could well have made an article for a general scientific journal. Their interesting series of illustrative examples is almost completely undocumented with respect to sources; they quote, for example, Clavius' eclipse observations from 1559 and 1567 (which now figure prominently in J. A. Eddy's argument that the sun has shrunk slightly since the sixteenth century), but without citing chapter, page, or even place and date of publication. Similarly, the Islamic examples from Ibn Hayyan and Ibn Yunus are scarcely identified, and there is no systematic treatment of the scope and nature of the Arabic sources. With respect to medieval material, the authors fail to specify to what extent the chronicles are actually published, nor do they mention Renaissance broadsides as documents of potential astronomical interest. The Chinese sources fare somewhat better because Stephenson has a remarkable self-taught command of Chinese. But even in this area, the astronomers in the People's Republic of China have now begun to probe the provincial chronicles (unmentioned here) with unexpected results including evidence for a new star in 1408 that may coincide with Cygnus X-1, the famous black hole candidate.

The following , longer part of the book discusses, often on a far more technical level, the specific applications to solar eclipses, to nova, and to solar activity. The eclipses are analyzed for values of the secular acceleration of the earth's rotation, but from the account as written it is difficult to know if the authors have included any previously unpublished results. Certainly a substantial part of the material on novae and supernovae is lifted from their previous book, although not without some confusion: their table 1.2 gives without comment an observation of the supernova of 1604 on October 20 whereas in *The Historical Supernovae* October 17 is given. Without pursuing the original source, it is impossible to know which is correct. The final chapter gives a very short review of the relation of sunspot and auroral records to the problem of understanding long-term solar activity.

Although this work is uneven and often frustratingly superficial, it does

NOTES AND CORRESPONDENCE

Dean A. S. Saidan reports that at the University of Jordan, Amman, Salah al-Din Hashim has successfully defended a master's thesis which is a study of al-Karkhī's *Kitāb al-Fakhrī*. The examining committee has recommended publication of the thesis.

Jan Hogendijk (Mathematical Institute, University of Utrecht, P. O. Box 80.010, 3580 TA, Utrecht, The Netherlands) is currently preparing a thesis on a treatise of the medieval Islamic scientist Ibn al-Haytham (965-1041 A. D.) on the theory of conic sections. It is the "Treatise by al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haytham on the Completion of the Book of Conics" *(Maqāla fī tamām kitāb al-makhrūṭāṭ)*.

In this treatise Ibn al-Haytham tries to give a restoration of the eighth book of the *Conics* of Apollonius of Perga, which book had already been lost in his time.

Only one manuscript of the work is known. This is in Manisa, Turkey (Genel 1706, see F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* (Leiden: Brill, 1974, vol. 5, p. 140). It has been published in facsimile, with an introduction in Turkish and German and a German translation of Ibn al-Haytham's preface by N. Terzioglu as: "Das achte Buch zu den 'Conica' des Apollonius von Perge. Rekonstruiert von Ibn al-Haysam" (Istanbul: Publication of the Mathematical Research Institute, 1974), no. 5.

The thesis is to contain an edition of the Arabic text, with English translation and commentary. There will also be an extensive introduction on the place of this treatise within Islamic mathematics.

à lui à Alep fin des années cinquante, et publiée dans les quatre langues: arabe, allemande, anglaise et française.

Il a été aussi un des assidus collaborateurs aux différents Congrès Mondiaux de l'Histoire des Sciences et ses conférences et articles ont été faits dans les trois langues: allemande, anglaise et française.

Sa culture multi-linguale a fait de lui une éminente personnalité parmi les arabisants et les orientalistes du monde entier, ainsi que parmi ceux qui s'interressent à l'Histoire et à la Philosophie des Sciences arabes et islamiques.

Éloge

MOHAMMAD YAHYA AL-HASCHMI



*Par Taha I. Kayali**

A LA FIN du mois d'Août 1979, le Prof. Dr. M. Y. al-Haschmi est décédé à l'âge de 75 ans, après un court séjours à l'hôpital universitaire, à la suite d'un accident vasculaire cérébral.

Prof. Dr. Al-Haschmi était un des rares syriens qui se sont donnés corps et âme à l'histoire et à la philosophie des sciences et tout particulièrement à l'histoire de l'héritage et du patrimoine arabo-islamique.

Né à Alep en 1904, il y resta jusqu'à la fin de ses études secondaires. Pendant les annés vingt et trente, il séjourna en Allemagne pour se consacrer à l'étude des sciences physico-chimiques et obtint le Doctorat en Chimie et en Philosophie de l'Université de Tübingen, après avoir présenté une étude approfondie sur le livre de al-Bairouni: le livre des Pierres. A son retour à sa ville natale, Alep, il y enseigna la chimie dans les écoles secondaires puis à l'Ecole des Ingénieurs jusqu'à l'âge de la retraite. Mais pendant toute cette longue période, il n'a cessé de travailler à l'histoire et à la philosophie des sciences arabes. Il a publié des centaines d'articles et des dizaines de livres. Parmi ces derniers, citons quelques uns des plus importants:

Un livre, *Jaʿfar al-Ṣādiq, Promoteur de l'Alchimie* (en arabe), 2e édition, Alep, 1950.

Un livre, *Die Quellen des Steinbuchs des Beruni*, Bonn, 1935.

Une périodique de la "Société de Recherche Scientifique", fondée grâce

* Faculté de Médecine, Université d'Alep.

may presume that shortly thereafter al-Zarqāllu moved from troubled Toledo to Cordova, and that he wrote a new treatise for al-Mu^{c}tamid to compensate for the fact that he had previously written one, or maybe even two, for al-Mu^{c}tamid's rival al-Ma'mūn.

Now that all of al-Zarqāllu's treatises on his *ṣafīḥa*, as well as a treatise by him on the planisphaeric astrolabe, are known to exist in the original Arabic, a closer investigation of his works on instruments would be worthwhile. In such an investigation it should be borne in mind that the available evidence does not indicate that the astronomers of Muslim Spain contributed much that was original, and the extent to which al-Zarqāllu might have been influenced by earlier Eastern Arabic sources must remain a matter of speculation. The early ninth-century Damascus astronomer Ḥabash is known to have written on the plate of horizons, to which the single *shakkāzīya* plate is closely related.[22] His treatise is lost, but another was written by the mid-tenth century scholar of Shiraz, al-Sijzī, and this has recently been located in a unique copy in Damascus.[23] It may eventually be possible to prove that the *shakkāzīya* grid is of Greek origin:[24] I find it curious that the European name for this plate was "meteoroscope".[25] Ptolemy used the terms astrolabe and meteoroscope, the first referring to both spherical and planisphaeric instruments, and the second, known only from the commentary of Pappus to Book V of the *Almagest*, referring to a related spherical instrument.[26]

22. The evidence for this is a remark by a later Maghribi astronomer al-Thaqafī, recorded by Morley in *Gunther*, I, p. 7, note 12. (For Morley's "Hanash" read "Ḥabash".)

23. MS Damascus Ẓāhirīya 9255, copied *ca.* 1500 AD. On al-Sijzī see the article in *DSB* by Y. Dold-Samplonius.

24. See *Samsó* 4, p. 2.

25. See for example, *North*.

26. See *Rome* and *Neugebauer*, II, p. 941.

Notes added in proof

1. The Aya Sofia manuscript of the treatise in 80 chapters mentioned in note 21 is in fact anonymous. However, another copy of what appears to be the same work, now arranged in 79 chapters and attributed to al-Zarqāllu, has come to light in MS Istanbul Nuruosmaniye 2926,6 (fols. 118r-150r, late copy in two different hands).

2. Prof. Franz Rosenthal of Yale University kindly suggested to me various minor corrections to my readings of difficult passages and I have incorporated these into the text of the article. In particular Prof. Rosenthal noted that in the extract from al-Baklamshī presented on p. 248 we should perhaps read *al-aṣṭurlāb al-mughnī... al-mustanbaṭ min al-zarkālīya wa-l-shakkāzīya*, which would mean "the universal astrolabe... derived from the *zarqāllīya* and the *shakkāzīya* (plates)". This not only makes better sense but also accords with the fact that one of al-Baklamshī's predecessors in Syria in the fourteenth century had compiled a treatise on a universal instrument which he labelled *al-aṣṭarlāb al-mughnī*. A translation of this treatise is contained in my forthcoming monograph on the instruments of Ibn al-Sarrāj (see note 20 above), which is to be published by the Benaki Museum.

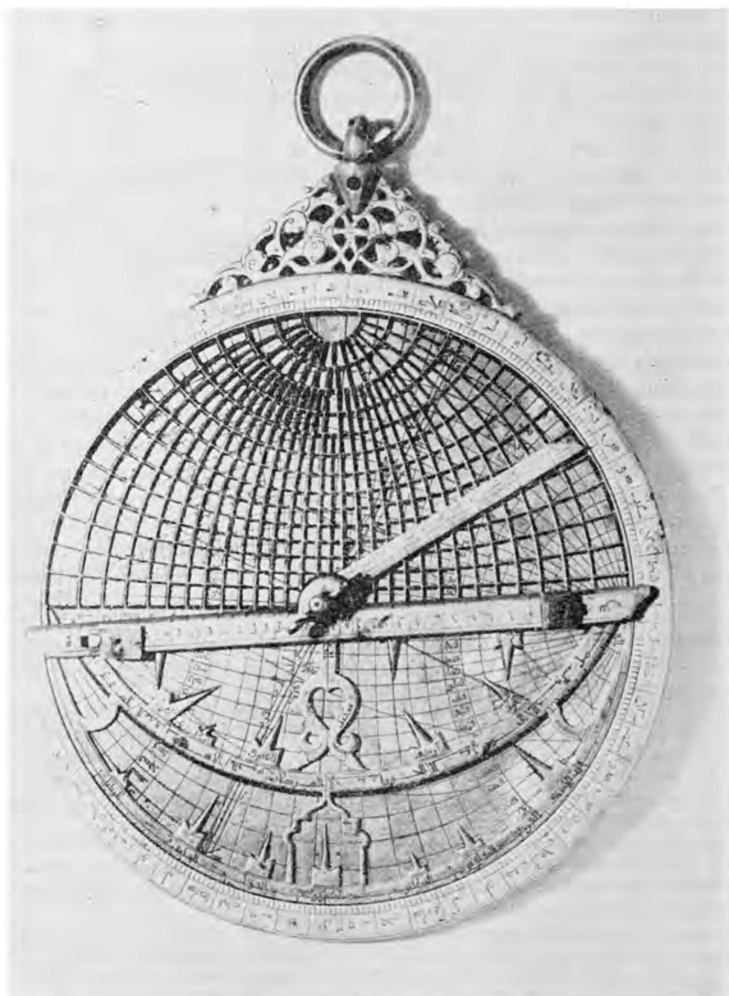


Plate 5: The universal astrolabe of Ibn al-Sarrāj preserved in the Benaki Museum in Athens. This instrument differs from that of ᶜAlī ibn Khalaf in that it contains a series of plates and a special trigonometric grid on the back; it is in fact an astrolabe which can be used universally in four different ways. (Courtesy Benaki Museum, Athens)

used in all of the known treatises on the instrument thereafter, except for those noted above. When the universal astrolabe was invented again in Aleppo in the early fourteenth century by the astronomer Ibn al-Sarrāj,[20] who says he hit upon the idea after contemplating the solution of the problem of determining the hour angle from a celestial altitude with a *shakkāzīya* plate, he called the instrument *al-Sarrājīya* after himself. Nevertheless, the idea behind his instrument, illustrated in Plate 5, goes back at least to a herbalist of eleventh-century Toledo.

According to the dates given in the Leiden manuscript al-Zarqāllu wrote his treatise on the *ṣafīḥa zarqāllīya* almost twenty-five years before Ibn Khalaf made his universal astrolabe for al-Ma'mūn. Our source states that Ibn Khalaf actually made an instrument for al-Ma'mūn, but his treatise on its use in the *Libros del Saber* is also dedicated to al-Ma'mūn. Now al-Zarqāllu wrote three separate treatises on his instrument, rather than two as is generally acknowledged. Those in 100 and 60 chapters are well known, and are both now available in the original Arabic; also, a unique copy of a treatise in 80 chapters by al-Zarqāllu, dedicated to a ruler whose name is not specifically mentioned, has recently been identified in Istanbul.[21] This treatise contains a star catalogue for the year 459 Hijra (= 1067) and thus postdates his treatise in 100 chapters, if this was indeed compiled about 440 Hijra. The treatise in 60 chapters is in some versions dedicated to the *amīr* al-Muᶜtamid ibn ᶜAbbād, who came to power in 461 Hijra (= 1069) when al-Ma'mūn was still in power in Toledo, and who finally wrested Cordova from al-Ma'mūn in 471 Hijra (= 1078). We

20. On Ibn al-Sarrāj see *Suter*, no. 508 (confused), and on his astrolabe see *Gunther*, I, pp. 284-285 and *Maddison-Turner*, no. 61. I have prepared a detailed analysis of this instrument using some medieval treatises on its use: see *King* 2 for a summary.

21. A unique copy of a treatise in 80 chapters dedicated to a ruler who is not named (probably the Caliph al-Ma'mūn of Toledo) is MS Istanbul Aya Sofia 2671,1 (fols. 1r-75r, 621H). This manuscript, listed in *Krause*, p. 482, has not been previously identified as a copy of a treatise distinct from the other two (see below). The same Istanbul manuscript contains (fols. 133v-151v, *cf. Krause*, p. 525, no. 15) a treatise on the planispheric astrolabe which can from internal evidence also be attributed to al-Zarqāllu. See the first note added in proof on p. 255.

The treatise in 100 chapters is extant in several manuscripts, including MSS Escorial 962 (*cf. Renaud*, p. 101), Istanbul Esat 3804,3 (fols. 123-146, 665H – listed as anonymous in *Krause*, p. 526), and Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 647 (61 fols., *ca.* 600H). It was translated into Castilian and included in the *Libros del Saber* (III, pp. 135-237).

Al-Zarqāllu's treatise in 61 chapters is extant in MS Cairo Dār al-Kutub *hay'a* 40 (54 fols., *ca.* 950H, anonymous). Two later copies of the same treatise (both entitled *al-Shakkāzīya* – *cf. King* 1, p. 219, note 1) arranged in 60 chapters are MSS Istanbul University Library A4800 and Cairo Taymūr *riyāḍa* 131,4. This treatise was translated into Hebrew and Latin (both published in *Millás* 3) and exerted considerable influence in Europe (*cf. Poulle*).

Also related to these is an anonymous treatise in 130 chapters extant in MS Leipzig Karl-Marx-Universitätsbibliothek 800 (*cf. Millás* 2, pp. 447-448). This was either incorporated into or taken from the *Kitāb Jāmiᶜ al-mabādi' wa'l-ghāyāt* of Abū ᶜAlī al-Marrākushī, a compendium on astronomical instruments compiled in Cairo in the late thirteenth century (*cf. Sédillot-fils*, especially p. 183-184).

we have mentioned before and who was known as al-Sḥ'wy" had made an instrument in 464 Hijra (= 1071-72) for al-Ma'mūn, *amīr* of Toledo, which he had called *al-asṭurlāb al-Ma'mūnī*, and which had a universal (set of) horizon(s). The orthography al-Sḥ'wy is easily conceived as a corruption of al-Shajjār, especially by an Egyptian who might have been influenced by a well-attested name like al-Sakhāwī. The Arabic text reads as follows:

ق ٨٨ و ... منهم من سكان طليطلة وجهاتها ابو الحسن على بن خلف بن اخير [!] الصيدلاني وابو اسحق ابرهيم بن يحيى النقاش المعروف بولد الزرقاد [!] ... ... وابرعهم في الهندسة الصندلاني [!] ...

ق ٩٠ ظ : ... ومنهم الفاضل النحرير المتقدم ذكره ابو اسحق ابرهيم الاندلسي الملقب بالزرقالي الذي استنبط الزرقاله [اقرأ : الزرقالة] وصنف في العمل بها مابة باب في حدود سنة اربعين واربع مابة ومنهم ابو الحسن على بن خلف بن اخير [!] المتقدم ذكره ويعرف بالسحاوى صنع الة للمامون ذي المحدى [؟] ابي الحسن يحيى بن ذي النون الامير بطليطلة من الاندلس بعد انقراض الدولة الاموية ولقبها بالاسطرلاب المامونى ذات الافق الشامل سنة اربع وستين واربع مابة هجرية ...

Compare the published text of Ṣāᶜid al-Andalusī:

ص ٧٥ ... فمنهم من سكان طليطلة وجهاتها ابو الحسن على بن خلف بن احمر وابو اسحق ابرهيم بن يحيى النقاش المعروف بولد الزرقيال ... ... وابرع هؤلاء في الهندسة على بن احمر الصيدلاني [انظر ص ١٢٤]

From these sources preserved in El Escorial, Hyderabad, and Leiden, we might perhaps conclude that *shakkāz* is a corruption of *shajjār*, "herbalist". The confusion of a Maghribi *j* for a *k* by a non-Maghribi copyist is conceivable, and the change from *r* to *z* in Arabic requires only a dot. The Hyderabad manuscript informs us that the astronomer al-Shajjār bore the name ᶜAlī. The Leiden manuscript informs us that al-Shajjār (written *al-Sḥ'wy*) was none other than ᶜAlī ibn Khalaf himself. Since the Escorial manuscript refers to this individual as Abu'l-Shajjār it might be that we should read Ibn al-Shajjār and consider the epithet al-Shajjār as referring to ᶜAlī's father Khalaf. ᶜAlī himself is referred to by Ṣāᶜid al-Andalusī as al-Ṣaydalānī, "the apothecary". On the other hand there is no reason why ᶜAlī ibn Khalaf could not have been both a herbalist and an apothecary.

The fact that some medieval authors, or at least copyists, were uneasy about the orthography of *al-shakkāz* is indicated by the existence of an anonymous treatise on the *ṣafīḥa shakkāzīya* entitled *al-Sakkājīya*,[17] and by the fact that in a treatise by an individual named Abu'l-Fatḥ ibn ᶜAbd al-Raḥmān al-Danūshirī, the *shakkāzī* quadrant is called *rub*ᶜ *al-shankāzīya*.[18] But even Abū ᶜAlī al-Marrākushī, an astronomer of Moroccan origin who worked in Cairo in the late thirteenth century, used the term *shakkāzīya*,[19] which was

17. Extant in MSS Cairo Dār al-Kutub Zakīya 706,1 (fols. 1v-8v, *ca.* 1100H) and Alexandria Municipal Library D 2052, 1 (fols. 1v-14r, *ca.* 1150H).

18. Extant in MS Tunis Ṣadiqiya Riḍwān 108 (not examined): *cf. Samsó* 1, p. 391, and 3, p. 183.

19. *Cf. Sédillot-fils*, p. 183. On Abū ᶜAlī al-Marrākushī see *Suter*, no. 363.

Estas son las figuras de la regla. et dell alhidada dell estrumento á que llaman la azafeha.

Esta es la regla a que llaman orizon enclinado que deue seer puesta sobre la faz de la Lamina.

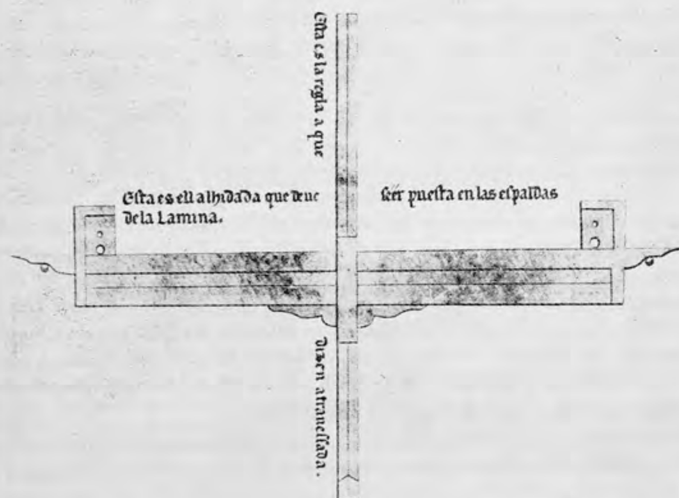


Plate 4: The alidade to be used with al-Zarqāllu's plate, illustrated in the *Libros des Saber*

(Courtesy Harvard University Library and Owen J. Gingerich)

The appellation *shajjār* is attested in classical Maghribi Arabic and means "botanist" in the modern sense of "herbalist."[12] For reasons which become apparent below, I think that Ibn al-Shajjār is more likely than the Abu'l-Shajjār which occurs in the text. Nevertheless, this text seems to imply that al-Zarqāllu wrote an early treatise on his plate, that Abū/Ibn'l-Shajjār added a rete to this plate, and that al-Zarqāllu was thereby prompted to write his treatise in 100 chapters.

A second source for our study is the unique copy of the *Zīj* of Ibn Isḥāq, an astronomer of thirteenth-century Tunis, recently rediscovered in MS Hyderabad Andra Pradesh State Central Library 298 (440 pp., copied *ca.* 800H).[13] This work is a valuable new source for the history of astronomy in the Maghrib. In a list of earlier observers Ibn Isḥāq lists two individuals ᶜAlī al-Shajjār and Ibn Wāfid as astronomers who made observations in Toledo in 477 Hijra (= 1084-85). From this information, we learn that Abū/Ibn al-Shajjār was named ᶜAlī and that he collaborated with Ibn Wāfid, who is well-known for his work on pharmacology and medicine.[14] However, Ibn Wāfid's date of death is generally accepted as 1075 A. D.

Our third new source is MS Leiden Universiteitsbibliotheek 468 (282 fols., copied *ca.* 750H), a unique incomplete copy of a treatise on timekeeping by an unidentified early-fourteenth-century Egyptian astronomer.[15] Here the author quotes a version of Sāᶜid al-Andalusī's *Ṭabaqāt al-umam*, and mentions (fol. 88r) Abu'l-Ḥasan ᶜAlī ibn Khalaf ibn K̲h̲yr (!) al-Ṣaydalānī (written without diacritical marks) along with al-Zarqāllu as a scholar of Toledo and as a distinguished geometer (here the name is simply al-Ṣaydalānī although actually the manuscript has al-Ṣandalānī). However, later in the text (fol. 90v), our author quotes a different work by Ṣāᶜid al-Andalusī entitled *Kitāb Ṭabaqāt al-ḥukamā'*,[16] and states that al-Zarqāllu wrote a treatise in 100 chapters on an instrument called the *zarqālliya* which he invented around 440 Hijra (=1048-49), and that Abu'l-Ḥasan ᶜAlī ibn Khalaf ibn Akhyr "whom

12. *Dozy*, I, p. 730.

13. On Ibn Isḥāq see *Suter*, no. 356.

14. On Ibn Wāfid (1008-1075) see the article in *DSB* by J. Vernet. He was not previously known to have conducted astronomical observations.

15. On this manuscript see *Voorhoeve*, p. 153. The work is based mainly on the treatise of Abū ᶜAlī al-Marrākushī (see note 19 below) and the thirteenth-century Egyptian *Muṣṭalaḥ Zīj*, but it also contains interesting historical information.

16. On the available works of al-Andalusī see the remarks of R. Blachère in *Ṣāᶜid al-Andalusī*, tr., pp. 12-15.

It is of interest that the Egyptian scholar Ibn al-Qifṭī (on whom see the article "Ibn al-Ḳifṭī" in EI_2 by A. Dietrich) used the *Ṭabaqāt al-umam* of Sāᶜid al-Andalusī, but Ibn al-Qifṭī's biographical dictionary is extant only in a recension in which ᶜAlī ibn Khalaf is not mentioned. A more careful investigation of the historical and bio-bibliographical material in the Leiden manuscript would be worthwhile, not least because the author adds to his quotes from Sāᶜid al-Andalusī's works some information on several Egyptian scientists from the thirteenth century whose names are new to the modern literature.

Plate 3: The rete of ʿAlī ibn Khalaf's universal astrolabe illustrated in MS Madrid Biblioteca Nacional L 97.

(Courtesy Biblioteca Nacional, Madrid)

no biographical information) extant in the unique copy MS Cairo Taymūr *riyāḍa* 159,1 (pp. 1-61, copied 1320H!), we read:

... وبعد فاني لما رايت الناس في الحديث والقديم قد وضعوا على الالات الاوقاتية رسائل كثيرة لا سيما على الاسطرلاب ولا وضع احد منهم على احد الصفيحتين رسالة اعنى صفيحة الشيخ ابي اسحاق ابراهيم الطليطلى شهر بالزرقالى رحمه الله والصفيحة المنسوبة للشكازى وهما مع ذلك احسن الالات لعمومهما في جميع العروض ...

... When I saw that people in former times and recently had prepared many treatises on instruments for timekeeping, especially on the astrolabe, but no one had prepared a treatise on either of the two *ṣafīḥas*, I mean the *ṣafīḥa* of Shaykh Abū Isḥāq Ibrāhīm of Toledo, known as al-Zarqāllu, may God have mercy upon him, and the *ṣafīḥa* attributed to al-Shakkāzī, and since these two instruments are nevertheless the best ones because of their universality...

If al-Tujībī thought so much of al-Shakkāzī's *ṣafīḥa* it is curious that he did not invoke God's mercy on al-Shakkāzī as well as on al-Zarqāllu. I suspect that al-Tujībī was not too sure about the identity of al-Shakkāzī. In the treatise on the single *shakkāzīya* quadrant by the early fourteenth-century Aleppo astronomer ᶜAlā' al-Dīn Ṭībughā al-Dawadār al-Baklamshī, extant in MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 774 (14 fols., copied 864H),[10] we find already some confusion between the personal name al-Shakkāzī and the instrument *al-shakkāzīya*: [See the note added in proof on p. 255]

اما بعد فقد تقدم وضع الاصطرلاب المغنى في الاعمال النجومية بكل العروض الافاقية المستبط من الزرقاله والشكازية..

... There has already been made a universal (*mughnī* = dispensing with plates for different latitudes) astrolabe for solving astronomical problems for all latitudes, invented by al-Zarqāllu and *al-shakkāzīya*..

I shall now present three new sources which seem to indicate that *al-shakkāzī(ya)* is a corruption of another word. We begin with MS Escorial ar. 962 (82 fols., copied *ca.* 700H?) of al-Zarqāllu's treatise in 100 chapters on the use of his *ṣafīḥa*. In the colophon of this particular copy of his treatise (fols. 81v-82r)[11] we read the following onte:

... كمل كتاب الشيخ الاجل العلامة ابي اسحاق المعروف بالزرقاله في الصفيحة العامة لعروض البلدان والافاق وهي التي صنعها اخرا بعد معارضة ابي الشجار له في الاولى باخرا عملها وصنع فيها شبكة فادى ذلك الى عمل هذه وصلى الله على سيدنا محمد ...

which seems to mean (free translation):

The book of ... al-Zarqāllu of the plate which is universal for all latitudes and horizons is finished. This is the plate which he constructed finally (?) after Abu'l-Shajjār had made another plate similar to al-Zarqāllu's first plate but on which he had constructed a rete. This led to al-Zarqāllu's making the instrument described in this treatise.May God bless and save our Lord Muhammad,

10. On al-Baklamshī see *Brockelmann*, II, p. 135, and SII, p. 167. Ḥājjī Khalīfa states that al-Baklamshī invented the *Shakkāzīya* quadrant (see *Samsó-Catalá*, pp. 7 and 11), by which is meant that he was (perhaps) the first to consider the solution of problems of spherical astronomy approximately using a quadrant of *shakkāzīya* curves and a thread attached at the centre. The treatise attributed to Ibn Ṭībughā preserved in MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 64,4, fols. 63v-73v, copied 803H, which is considered in *Samsó-Catalá*, may be by ᶜAlī ibn Ṭībughā, a *muwaqqit* of Aleppo who was perhaps the son of al-Baklamshī. Another copy of the treatise by Ṭībughā al-Baklamshī himself is MS Princeton Mach 4912 = Yehuda 373, fols. 149v-157v, copied 1060H.

11. *Cf. Renaud*, p. 501.

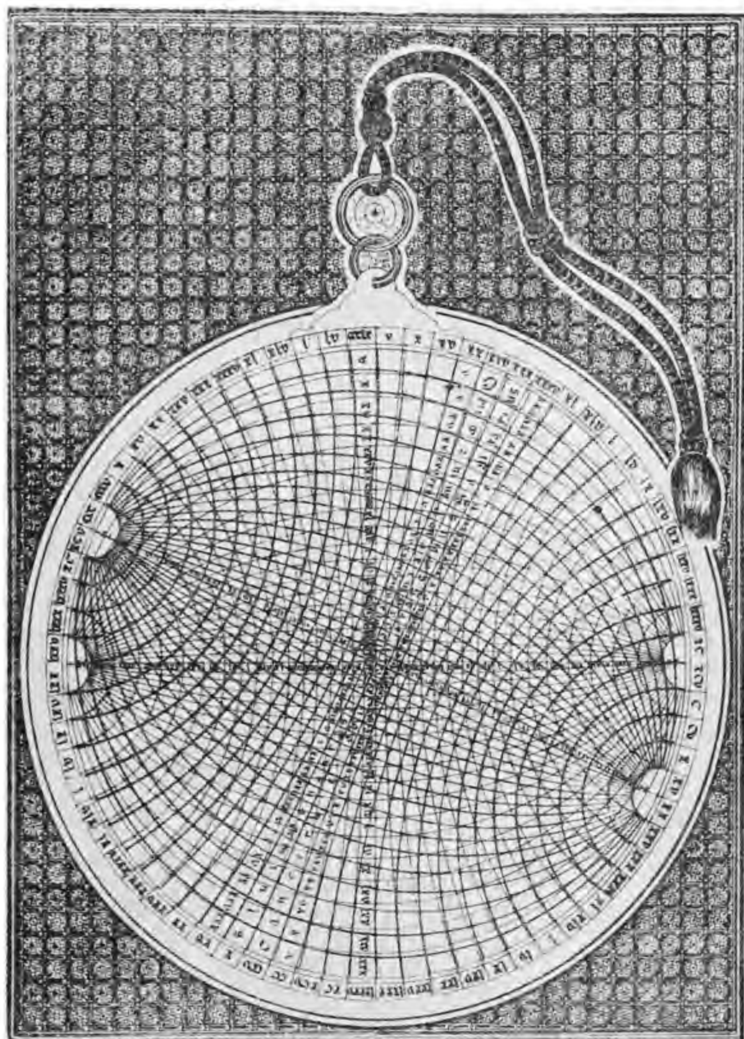


Plate 2: A *zarqālliya* plate illustrated in the *Libros del Saber*.

(Courtesy Harvard University Library and Owen J. Gingerich)

is mentioned along with al-Zarqāllu in the eleventh-century biographical work entitled *Ṭabaqāt al-umam* by Ṣāᶜid al-Andalusī (born Almeria, 480/1029, *fl.* Toledo, died 456/1064).[5] His astrolabe, which is known only from the description in the thirteenth-century *Libros del Saber*, bears a rete, shown in Plate 3, part of which is a semicircle of *shakkāzīya* curves. This rotates over a *shakkāzīya* plate, and with such a device, problems of spherical astronomy, which are essentially problems of conversion of coordinates on the celestial sphere, can be solved with facility for any latitude. Al-Zarqāllu proposed an alidade fitted with a perpendicular rule, shown in Plate 4, to replace the rete of Ibn Khalaf's astrolabe, and both devices can be used toward the same end, namely, the solution of problems of spherical astronomy for all latitudes. Since Ibn Khalaf's rete for his universal astrolabe also included a projection of the ecliptic and the fixed stars, his instrument is superior to al-Zarqāllu's plate and alidade.[6]

In later Islamic astronomy Ibn Khalaf's astrolabe was apparently not known outside Andalusia, but both the *ṣafīḥa shakkāzīya*, with one set of *shakkāzīya* markings, and the *ṣafīḥa zarqāllīya*, with two sets, were popular, and there are several later treatises in Arabic, Persian, and Turkish, on the use of one or the other.[7] In some recent publications Profs. J. Samsó Moya and M. A. Catalá have drawn attention to a *shakkāzīya* quadrant, and I have discussed a double *shakkāzīya* quadrant. All of our studies were based on fourteenth- and fifteenth-century Syrian and Egyptian sources.[8] In none of these treatises on the universal astrolabe or quadrant currently known to me is there an indication of the origin of the mysterious word *shakkāzīya*.

Prof. Samsó has collected various references to the epithet *shakkāz*, "bleacher of hides", and to a quarter in medieval Toledo where such people worked.[9] One could infer that the originator of the single plate bearing this grid was called al-Shakkāz, so that his plate was called *al-ṣafīḥa al-Shakkāzīya* and the subsequently-developed quadrant was called *al-rubᶜ al-Shakkāzī* or *rubᶜ al-Shakkāzīya*, both of which are attested. This derivation must be considered as a serious possibility. To support Prof. Samsó's thesis I can cite one medieval text which implies that the term *shakkāzī* relates to the name of the individual who invented the grid. In a treatise on the use of the *shakkāzīya* grid by an astronomer named ᶜAbd Allāh ibn Muḥammad al-Tujībī (on whom we have

the recent literature is in *Maddison-Turner* (preprint), pp. 123-125. Likewise, ᶜAlī ibn Khalaf himself is omitted from *Suter* and *Brockelmann*.

5. *Cf. Ṣāᶜid al-Andalusī*, ed., p. 75, and trans., pp. 138-139. See also note 16 below.

6. *Cf.* J. Vernet in his article "al-Zarqālī" in *DSB*, where it is suggested that al-Zarqāllu's plate is an instrument superior to that of ᶜAlī ibn Khalaf.

7. A survey of Islamic writings on universal astrolabes and quadrants is in preparation.

8. *Cf. Samsó* 1, 2, and 3; *Samsó-Catalá*; and *King* 1.

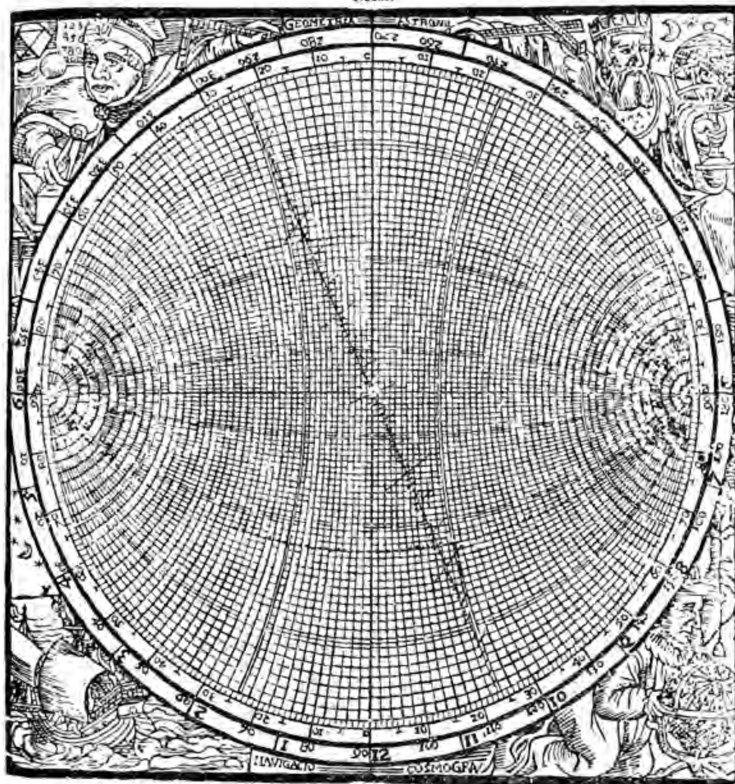
9. *Samsó* 3, p. 187.

MARGARITA MATHEMATICA.

Aſtronomis nobiliſſimum, Geometris iucundiſſimum, Nauigantibus preſtan- tiſsimum, Coſmographis commodiſsimum, Philoſophis, Medicis, & aliquid ſublime affectantibus gratiſsimum, Tyronibuſq; facillimum.

The handle is heare to be ſet on.

Meridies.
Noone.



Media nox.
North.

Per *Ioannem Blagrauum* Readingenſem, conditum, editum, & Sculptum.

1584.

Plate 1: A *shakkāzīya* plate illustrated in the treatise of John Blagrave of Reading published in 1584 and dealing with a universal astrolabe of the kind invented by ʿAlī ibn Khalaf.
(Courtesy D. Webster, Adler Planetarium, Chicago)

On the Early History of the Universal Astrolabe in Islamic Astronomy, and the Origin of the Term "Shakkazīya" in Medieval Scientific Arabic

DAVID A. KING*

FOR SOME YEARS I have been interested in the origin of the name of a medieval Islamic astronomical instrument, the *ṣafīḥa shakkāzīya*.[1] My interest was first aroused by a remark of Prof. Willy Hartner, who, in his valuable study of the astrolabe stated: "another early variety of Al-Zarqālī's astrolabe is the *ṣafīḥa shakkāziyya* (or *shakāriyya*), about which we do not yet possess any accurate information."[2]

The term *shakkāzīya* relates to a grid as shown in Plate 1. The *ṣafīḥa* of al-Zarqāllu (*fl.* Toledo and Cordova, died *ca.* 1090)[3] consists of two such grids superimposed on a single plate at an angle equal to the obliquity of the ecliptic: see Plate 2. Al-Zarqāllu is known to have proposed such a double *shakkāzīya* grid with a special alidade, and this is generally accepted as a simplification of the universal astrolabe of the contemporary Toledo scholar Abu'l-Ḥasan ʿAlī ibn Khalaf ibn Aḥmar (?) al-Ṣaydalānī (= the apothecary).[4] Ibn Khalaf

* Department of Near Eastern Languages and Literature, New York University, Washington Square, New York, N. Y. 10003, U.S.A.

1. The research on the history of Islamic science that was conducted at the American Research Center in Egypt from 1972 to 1979 was financed mainly by the Smithsonian Institution and the National Science Foundation, Washington, D.C., and also by the American Philosophical Society (1972-74) and the Ford Foundation (1976-79). This support is gratefully acknowledged.

It is a pleasure to express my gratitude to the directors of the Municipal Library in Alexandria; the Egyptian National Library in Cairo; the Ẓāhirīya Library in Damascus; the Biblioteca de El Escorial; the Andra Pradesh State Central Library in Hyderabad; the Süleymaniye Library in Istanbul; Istanbul University Library; and the Universiteitsbibliotheek in Leiden for the privilege of working in their manuscript collections. Microfilms of the Madrid manuscript of the *Libros del Saber* and the published text were kindly provided by the Biblioteca Nacional, Madrid, and Harvard University Library (courtesy of Prof. Owen J. Gingerich), respectively. The photograph of Ibn al-Sarrāj's astrolabe was kindly provided by the Benaki Museum, Athens. My thanks go also to Mr. and Mrs. Roderick Webster of the Adler Planetarium, Chicago, for their generosity in providing me with photographs of medieval instruments and, in particular, with the photograph of Blagrave's "*shakkāzīya*" plate.

2. *Hartner*, p. 317 (reprinted from EI_2, I, p. 727). (Italicized abbreviations are references to the bibliography).

3. On al-Zarqāllu see the article "al-Zarqālī" in *DSB* by J. Vernet and the references there cited, especially the various studies of J. Millás Vallicrosa.

4. ʿAlī ibn Khalaf's treatise is in *Libros del Saber*, III, pp. 1-132, and has been discussed in *Millás* 1, 2, and 3. On the identity of the author see especially *Millás* 2, pp. 443-446 and 3, pp. xxx-xxxvi, and also *Vera*, pp. 93-95. ʿAlī ibn Khalaf's instrument is generally overlooked in modern studies of the astrolabe: thus, for example, it is not mentioned at all in *Michel*, and the only account of it in

Libro de las Cruzes at a time when Muslim Spain had reached its golden century, not only in astronomy but in most other branches of culture as well. Undoubtedly he improved the book, explained obscure passages which were ambiguous or too condensed, and introduced quotations of authors inaccessible to Andalusian astrologers of the past, such as Ptolemy,[108] Hermes,[109] and Abū Maᶜshar.[110]

108. Ptolemy's *Tetrabiblos* is quoted in the *Libro de las Cruzes*, p. 161, but this chapter (LIX), as we have seen, seems to be an Alphonsine addition; there is a reference to the *Karpos* (*Kitāb al-thamara*) in MS Escorial 916 f. 189r.

109. MS Escorial 916 f. 192v and 193r. These two quotations do not appear in the Alphonsine text. The latter (and probably the former too) corresponds to Hermes' *Kitāb al-ᶜarḍ fī'l-asᶜār*.

110. *Libro de las Cruzes*, p. 9, where Abū Maᶜshar's *Kitāb al-qirānāt* is quoted.

dered (Saturn, Jupiter, Mars, and the Sun) are represented graphically in the characteristic horoscopes of the *Libro de las Cruzes*.[104] A comparison between this Arabic text and the much more developed Castilian translation (576 "figuras")[105] suggests the possibility that, in some cases, the former might represent the pre-ᶜUbayd Allāh version of the work.

A summary of what I have said so far should emphasize the fact that an analysis of this book might establish clearly which were the astrological techniques used by ancient astrologers of Northern Africa and Spain who did not use the subtleties of Hellenistic and Oriental astrology. I have already said that the most primitive group of predictions seems to correspond to a set of chapters in which a presage is based on the position of Saturn and Jupiter in the different triplicities. Thus, according to what we know of al-Ḍabbī's *urjūza*, there was no need — for that kind of prediction — to establish the ascendant or the astrological houses. When this need appears, in chapters which bear witness to a more developed technique, I have the suspicion that the identification between zodiacal signs and houses is reminiscent of a stage in which the beginning of the ascendant and that of the other houses was made to coincide with the beginnings of the zodiacal signs. The position of the planets is never fixed with the least degree of precision, and when this kind of requirement appears in the book, it is probably because we are dealing with an Alphonsine addition.[106] To cast a horoscope according to the rules fixed by the *Libro de las Cruzes* we only need to know in which sign we can find Saturn, Jupiter. Mars, the Moon, and sometimes the ascending or descending nodes. All this makes one wonder whether late Visigothic and early Muslim Spain knew planetary tables — similar to those known through Greek and Demotic texts of the Roman imperial period — which allowed one to determine at a glance the sign in which a planet was located at a given moment.[107] On the other hand a critical remark by ᶜUbayd Allāh on astrologers who calculated conjunctions according to the mean positions of the planets reminds one of the rules given by Vettius Valens for that purpose. It is a fact that astronomical tables were used in the first half of the 9th century by astrologers such as Ibn al-Shamir but we do not know which they were and if astronomical knowledge in that early period in al-Andalus was sufficient to apply them correctly. This seems to be the kind of situation ᶜUbayd Allāh had to face when he rewrote the

104. As described in *Libro de las Cruzes*, pp. 6-7 and in MS Escorial 916 f. 190v. The horoscope is represented by means of three straight lines which intersect at the same point, thus forming three crosses. Odd numbered houses (I, III, V, VII, IX, XI) correspond to the ends of the lines (called *awtād*, "estacas"), while even houses (II, IV, VI, VIII, X, XII) are represented in the angles between the lines (*zawāyā*, "angulos").

105. *Libro de las Cruzes*, pp.12-18.

106. Cf. for example *Libro de las Cruzes*, pp.160-161 and Sánchez Pérez's analysis of this passage in *Isis*, 14 (1930), 124-127.

107. Neugebauer, *HAMA*, vol. II, p. 785 ff.

generation et de corruption, *que fazen las coniunctiones por los meyos cursos non mas, et non paran mientes a al.* Et los fechos de las planetas non pareçen si non segunde sus equationes et segunde sos logares endreçados con todas sus equationes, et con todas sus diuersidades, et guardando el mouemento tàrdio, que es el mouemento de la ochava espera el que por el su mouemento se camyan todos los otros mouimentos, que muchos de los que compusieron las tablas oluidaron este mouimento, et nol guardaron, et fizieron las coniunctiones grossament, *et muchos dellos que las fazen por los meyos cursos no mas.* Et assi como son de guardar estas cosas sobredichas en las coniunctiones de las planetas, assi son de aguardar en las coniunctiones et en las oppositiones de las luminarias; ca si assi no fueren endreçadas, non se ueriguaran los sus fechos et erraran los iudizios et las significationes que dellas sallen.[99]

The previous quotation establishes that astrological predictions should be based on true planetary positions and should also consider the precession of equinoxes.[100] It also includes a reference to astrologers who established these positions according to the mean motions of the planets, and this makes me wonder whether these astrologers were al-Ḍabbī and his contemporaries who, in order to calculate planetary positions in their horoscopes, may have used rules similar to those of Vettius Valens by which means mean positions of the outer planets could be obtained.[101]

Finally, another quotation of the Alphonsine text may be of some use to establish ʿUbayd Allāh's role in his edition of the *Libro de las Cruzes*:

Et bien auemos hata aqui esplanado et departido esta razon desta yente, maguer que ellos la digan muy bref et muy encerrada. Et desto se pueden entender todos sus dichos deste libro, ca ellos los dizen muy bref que non y fazen si non las figuras de las cruzes non mas.[102]

This passage is clear to the reader of the book who can easily observe that the majority of the chapters contain a general rule (with the corresponding astrological forecast) and a development of it which, following apparently the principles of an *ars combinatoria*, establishes all possible cases to which the preceding rule can be applied. These developments occupy a considerable number of pages in the book as they amount — in the present state of the Alphonsine version — to 3505 combinations (called "constellationes" or "figuras" in the Castillian translation), if I am not mistaken. An idea about the primitive version of the text can be obtained by studying the Arabic text of Chapter VI of the *Libro de las Cruzes*,[103] in which the general rule is followed by only a short number of twenty examples in which the four "planets" consi-

99. *Libro de las Cruzes*, p. 10.

100. Obscure references to the precession of the equinoxes appear in Chapter XI (p.68) of the *Libro de las Cruzes*, the author of which seems to be ʿUbayd Allāh, although there are observations by "el transladador" (i.e. Yehudah b. Mosheh). The passage in question is not clear and precession seems often to be confused with allusions to *combustion (quemazon, iḥtirāq)* used here in its standard meaning (see above, n. 75).

101. O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (hereafter HAMA), (Berlin-Heidelberg-New York, 1975), pp. 793 ff.

102. *Libro de las Cruzes*, p. 12.

103. MS Escorial 916 f. 191r.

characteristic of the system of the crosses is, according to ᶜUbayd Allāh himself, that it considers planetary positions at a given moment, and does not refer to a previous date which could be, in the case of world astrology, the *radix* date of the great primitive conjunction or, in the case of a nativity horoscope, the date and hour of the subject's birth.[94] The system is sound, although ᶜUbayd Allāh considers that predictions based on it should be confirmed by the use of "eastern" methods.[95] It also seems that one of the modifications introduced by ᶜUbayd Allāh in the primitive version of the book was a systematic elucidation of ambiguous presages.[96] The Alphonsine text establishes clearly, in the majority of cases, the king, people, or country affected by a given forecast,[97] and this — according to ᶜUbayd Allāh — did not appear in the first recension of the book. Another important passage of ᶜUbayd Allāh's prologue may give us a hint as to the methods used by the first Andalusian astrologers to calculate planetary positions before Eastern astronomical tables were introduced in Spain.[98] Thus, when he has commented on the conjunctions of 397/1006-07 and 459/1066-67, he adds:

Et estas coniunctiones sobredichas fueron fechas et endreçadas segund las equationes uerdaderas, endreçando todos los mouementos de los cielos et endreçando todas las maneras de las equationes et de los mouementos, que *estas coniunctiones non fueron fechas segund fazen los que non saben uerificamento de los fechos et de los poderes de las estrellas*, de que manera pareçen en el mundo de

94. *Libro de las Cruzes*, p. 5: "Et yo [= Oueydalla] falle este libro que fabla de las cruzes desta manera simple ment por si en las costellationes de las cruzes apartada ment, non tomando rayzes de coniunction ninguna, nin de reuolution, si non por si apartada ment". This is often corrected by ᶜUbayd Allāh in his revision of the text as, in order to establish clearly who is the king or country affected by a given presage, he frequently refers to the nativity horoscope of the king or the horoscope of his accession to the throne; see notes 96 and 97 below.

95. *Libro de las Cruzes*, p.5: "Mas estas costellationes de que en este libro fablamos, et son de lo que obrauan las yentes que nombramos antes destas ["estas" means Eastern astrologers] son mucho apoderadas significationes, por que son puestas sobre grandes rayzes et fuertes cymientos. Et el qui estas constellationes pusiere en logar de rayzes et de cymientos en los accidentes del mundo, et de pos desto se aiudare de las sotilezas et de los departimientos que son manifiestos en los libros destos otros sabios, puede llegar a lo que quiere".

96. *Libro de las Cruzes*, p.6: "Et yo [= Oueydalla] pare mientes en los indiçios desta yente que iudgaban con estas figuras, et ui que en unas constellationes dizian que significauan destruction de rey, et en otras constellationes dizian que significauan destruction de los aduersarios del rey. Et ui que haçia desto grande dubda, que manifiesta cosa es que qual rey quier que sea en qual quier partidad e la tierra, que a otro rey por aduersario en otra partida de la tierra. Et si el iudicio fuesse tomado generalment, caeremos en grande dubda. Et por esto estudie en sus dichos et entendi dellos razones por sallir desta dubda; et quiero lo esplanar en este logar et mostrar la carrera de come se deuen tomar estos iudizios et estas significationes segunde les perteneçe, et de que manera se deuen poner en las constellationes de los compeçamentos".

97. In some cases (cf. for example *Libro de las Cruzes*, Chapter X, pp. 50-55) ᶜUbayd Allāh seems to have omitted this kind of precision, but the Alphonsine text introduces an explanatory note which is often ascribed to "el transladador", that is to Yehudah b. Mosheh (see p. 53).

98. It seems that some kind of astronomical tables were known in al-Andalus in the first half of the 9th century, as they were used by Ibn al-Shamīr and by Yaḥyā al-Ghazāl, cf. Vernet, "La maldición de Perfecto", p. 418.

in the Castilian, version if we accept that the beginning of the houses corresponds to the beginning of zodiacal signs. Thus, according to the *dodekatopos*,[87] which is used in the *Libro de las Cruzes*:[88]

Bayt al-ḥayā(t) ("house of life, "casa de la vida") = Ascendant = Gemini

Bayt al-ikhwa ("house of brothers", "casa de los hermanos") = III = Leo

Bayt al-maraḍ ("house of illness", "casa de la enfermedat") = VI = Scorpio

Bayt al-sa^cāda ("house of happiness", "casa de los amigos") = XI = Aries

All this comes quite well into line with the chapter on astrological geography which, being probably an Alphonsine addition to the *Libro de las Cruzes*, establishes that the "sign of Spain" (i. e. its ascendant) is Gemini, according to Spanish and Egyptian astrologers, as well as Hermes.[89]

Therefore the author of the revision was probably an Andalusian astrologer of the second half of the 11th century or the first half of the 12th. This confirms the plausibility of Millas' identification of "Oueydalla el sabio". In this sense it is interesting to remark that Oueydalla's classification of peoples in Chapter II of the *Libro de las Cruzes*[90] presents a number of similarities with the similar classification established by Ṣā^cid in his *Ṭabaqāt al-umam*,[91] which leads me to think that the latter work was one of Oueydalla's sources for that chapter. This would agree very well with ^cUbayd Allāh al-Istijī, who sent to Ṣā^cid, from Cuenca, his work on "the projection of rays" *(maṭāriḥ al-shu^cā^cāt)*.[92] He might have received in exchange the latter's *Ṭabaqāt al-umam*.

What did ^cUbayd Allah do to the primitive version of the *Libro de las Cruzes*? The Alphonsine translation calls him "el esplanador", who found the original text, explained it, and rewrote it in its present shape.[93] The main

87. Bouché-Leclercq, *L'Astrologie Grecque*, p.280.

88. *Libro de las Cruzes*, p. 7.

90. *Libro de las Cruzes*, pp. 161-162. Cf. José A. Sánchez Pérez, "El Libro de las Cruzes", *Isis*, 14 (1930), 77-132, who established (pp. 124-125) the Alphonsine character of this chapter.

90. *Libro de las Cruzes*, pp. 6-9.

91. Ṣā^cid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère, pp. 31-41.

92. *Risāla fī-l-tafsīrāt wa-maṭāriḥ al-shu^cā^cāt*, MS Escorial 939 (f. 9v-16v). The *incipit* establishes that the work is dedicated to an unidentified *wazīr* and *qāḍī* Abū'l-Qāsim. Cf. H. P. J. Rénaud, *Catalogue*, vol. II, fasc. 3, pp. 54-57; Vernet, "Tradicion e innovacion", p. 746.

93. *Libro de las Cruzes*, p. 1: "Onde este nostro sennor sobredicho [i.e. King Alphonse] (...) fallo el Libro de las Cruzes que fizieron los sabios antigos, que *esplano* Oueydalla el sabio...". Id. pp.167-168: "Dixo el *esplanador* deste libro: Aqui es la fin de lo que fallamos deste Libro de las Cruzes, et todo lo *esplanamos* et lo departiemos segund el nostro entendemento lo meior que pudiemos".

es lo que nombran estos sabios deste libro quemazon de las planetas.[76]	من صورة الاحتراق على رأي هؤلاء وهي ان تكون كلها في مثلثة واحدة فتلك علامة القحط[75]

3. *A new edition of the Arabic text towards the end of the* 11*th century*. The Alphonsine translation considers that the author of the book is a certain "Oueydalla et sabio"[77] whom Millas[78] identified as Abū Marwān ᶜUbayd Allāh b. Khalaf al-Istijī who lived in the time of *qāḍī* Ṣāᶜid of Toledo (1029-1070) and corresponded with him.[79] Vernet has confirmed this identification.[80] The chronological limits of the work and of its author are, on one side, the conjunction of 459/1066-67 which is mentioned in the Alphonsine text,[81] and, on the other, 1259, the date of the Alphonsine translation made by Yehudah b. Mosheh ha-Kohen and Johan Daspa.[82] A careful reading of the book establishes clearly its Maghrebine, and probably Andalusian, character and this can be confirmed if we compare two passages of the Arabic and Castilian versions:

Et propriament quando esta quemazon fuere en el signo de Gemini.[84]	واذا رأيت المقاتل في بيت الحياة وهو برج الجوزاء لاهل الاندلس[83]

and again:

Et quando fuere Saturno en Scorpio et el Sol en Leon, et Jupiter en Aries, et la Ca beça en Gemini [...].[86]	واذا رأيت المقاتل في بيت المرض وهو العقرب وكانت الشمس في بيت الاخوة وهو الاسد والمشتري في بيت السعادة وهو الكبش والتنين في بيت الحياة وهو التوءمان[85]

The explicit reference to al-Andalus in the first Arabic quotation is confirmed by the distribution of the houses which appear in the Arabic, but not

75. MS Escorial 916, f. 193r and v.

76. *Libro de las Cruzes*, p.165. Chapter XI (p.68) contains a definition of *quemadas* which resembles the standard one, (a planet is *quemada* when it is placed in the same sign as the Sun), but this chapter seems an addition by the 11th c. editor ᶜUbayd Allāh. See also below, n. 100.

77. *Libro de las Cruzes*, pp. 1 and 5.

78. José M. Millás Vallicrosa, "Sobre el autor del ‹Libro de las Cruces›", *Al-Andalus*, 5 (1940), 230-234; see also *Isis*, 19 (1933), 530.

79. Ṣāᶜid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère, pp. 153-154. See also p. 139, where he appears as ᶜAbd Allāh instead of ᶜUbayd Allāh.

80. Vernet, "Tradición e innovación", pp. 745-746.

81. *Libro de las Cruzes*, p.10.

82. *Libro de las Cruzes*, p.168. On Yehudah b. Mosheh cf. A. R. Nykl, "Libro Conplido en los Juizios de las Estrellas", *Speculum*, 29 (1954), 85-99; G. Hilty, "El libro conplido en los iudizios de las estrellas", *Al-Andalus*, 20 (1955), 1-74.

83. MS Escorial 916, f. 193v.

84. *Libro de las Cruzes*, p. 166.

85. MS Escorial 916, f. 194v.

86. *Libro de las Cruzes*, p. 167.

bered for a long time in Northern Africa.[70] The aspects considered are the usual ones in Hellenistic astrology (conjunction, opposition, quartile, and trine) — which had not been forgotten by the Isidorian tradition[71] — but a new one seems to have been added, the "quemazon" (*iḥtirāq* "combustion") which is defined both in the Arabic and Castilian texts:

Et los quemantes dizen ellos por las planetas quando fueren darramadas o quando fueren aiuntadas; et que sean todas o las mas dellas en los signos erechos, que son los signos igneos et los aereos; que sean todas o las mas dellas en los signos iazentes, que son los signos aqueos et los terreos, ca quando las planetas todas o las mas dellas fueren en una partida destas, quier sean aiuntadas, quier darramadas, a esta tal constellation dizen ellos quemantes.[73]

والمحترقة هي الكواكب التي تكون اما مجتمعة او مفترقة اما في البروج القايمة التي هي النارية او الهوايية او تكون كلها او اكثرها في البروج الساقطة وهي الترابية والمايية فاذا مالت كلها او اكثرها الى جهة ما مجتمعة كانت او مفترقة فانهما تسمى محترقة اما في القايمة او الساقطة[72]

It seems evident from the previous quotation that *iḥtirāq* does not have here its normal astrological meaning:[74] there is combustion when all the planets considered, or the majority of them, are either in the fiery or airy triplicities or in the watery or earthly triplicities. Another passage, however, gives a more restrictive meaning of "quemazon" (the four "higher planets" are together in the same sign or scattered in the same triplicity):

Et es quando todas las quatro planetas sobredichas [Saturn, Jupiter, Mars and the Sun] fueren en una triplicitat; et esto

فمتى احرقت هذه [يعني زحل والبرجيس والمريخ والشمس] بحسب ما فسرته في صدر الكتاب

p. 754) has established the position of the planets, according to al-Khwārizmī's *Zīj*, for the dates 2-V-979 and 31-V-978 at 1 p.m.; these are the dates on which al-Manṣūr b. Abī ʿĀmir commenced two of his expeditions. In the first of these two horoscopes the moon has a longitude of 61;2° (the beginning of Gemini; it is easy to suppose a small error that would place the moon in Taurus), and in the second its longitude is 312;43° (Aquarius).

70. Al-Sakūnī, *ʿUyūn*, p. 165, and "Laḥn", pp.178-179 tells an anecdote involving ʿUmar b. al-Khaṭṭāb who, being ready to depart for a *ghazwa*, is told by an astrologer, "*Ya amīr al-mu'minīn, aṣbir ḥatta yaṭlaʿ lanā-l-qamar*".

71. The manuscripts of Isidore's *Etymologies* which belong to the "Spanish family" (according to Lindsay's terminology) contain an interpolation on "astrological geometry" which is indubitably Spanish, and was written before the Muslim invasion. Its drawings represent graphically conjunction, sextile, trine, quartile, and opposition. Cf. Jacques Fontaine, *Isidore de Séville et la culture classique dans l'Espagne Wisigothique* (Paris, 1959), vol. I, pp. 393-407.

72. MS Escorial 916, f. 190v.

73. *Libro de las Cruzes*, p. 11.

74. Cf. al-Bīrūnī's definition in *The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology*, translation by R. Ramsay Wright (London, 1934), p. 296: "If the superior planets and the inferior ones in the middle of the retrograde course exceed the minutes [16′] of *taṣmīm* all are said to be '*muḥtariq*', combust, until their distance from the sun is 6°".

the primitive version of this text was a sort of *Kitāb al-amṭār wa-l-asʿār* ("Book on Rains and Prices"), the title given by the Moroccan astrologer of the 15th century al-Baqqār to his anthology of the Arabic *Libro de las Cruzes*.[63] Nevertheless we should bear in mind that al-Baqqār himself, when writing on al-Ḍabbī's *urjūza*, says:

نظم رجزاً في الاحكام على احداث الجو واحوال الملوك على طريقة الاحكام القديمة الجارية في المغرب اعني احكام الصلوب في زمن الحكم رضي الله عنه[64]

He composed an *urjūza* in order to predict *atmospheric conditions and vicissitudes of kings* according to the ancient judiciary system often used in the Maghrib, that is the system of the crosses, in the time of al-Ḥakam [I], may God be pleased with him.

Therefore it is possible that the oldest version of the book also dealt with the problems of political astrology which form the bulk of the Alphonsine version; it may have contained much more than the group of chapters which I consider the more primitive ones, perhaps because these have kept their old structure fairly well.

A few remarks should be added concerning the more sophisticated astrological techniques used in the rest of the chapters which I have not considered so far. Horoscopes are established according to the position of the "planetas altas" *(al-kawākib al-ʿulwiyya*, the "higher planets")[65] or the "planetas pesadas" *(al-darārī' al-thiqāl*, the "heavy planets")[66] which are the outer planets (Saturn, Jupiter, Mars) and the Sun. Consideration is sometimes also given to the ascending and descending nodes as well as Mercury[67] and the Moon. The latter "planet" is also used to establish the exact moment at which a given event is going to take place, and it plays an important role in the choice of the auspicious time for starting a military expedition.[68] The rules established by *El Libro de las Cruzes* may have been applied by the court astrologers of al-Manṣūr b. Abī ʿĀmir,[69] and they also may have been remem-

63. MS Escorial 916, f. 187v. The beginning of the Arabic text discovered by R. Muñoz is similar: *Bāb al-asʿār wa-l-amṭār ʿalā ra'y ahl al-ṣulūb* (MS Escorial 918, f. 12v). The concern for this kind of topic acquires a full sense in 8th century Spain; my friend Miquel Barceló has pointed out to me that long periods of dryness were common in the 8th century in the Iberian Peninsula. Cf. Miquel Barcelo, "Les plagues de llagost a la Carpetània, 578-649..", in *Estudis d'història agrària* 1 (1978), 67-84 (see specially p. 68).

64. MS Escorial 916, f. 195r.

65. MS Escorial 916, f. 190v; *Libro de las Cruzes*, p. 5.

66. MS Escorial 916, f. 13r; MS Escorial 916, f. 193r and v; *Libro de las Cruzes*, p. 145.

67. Cf., for example, *Libro de las Cruzes*, pp. 146 and 149 (predictions based on the colour adopted by Mercury).

68. *Libro de las Cruzes*, pp. 145-146.

69. *Libro de las Cruzes*, p.145 says that the moon should be in Taurus, Leo, Scorpio, or Aquarius when a military expedition starts moving to fight an enemy. Vernet ("Tradición e innovación",

is again used in Chapter 63[51] where the "planets"[52] considered are Saturn and the ascending node, and in part of Chapter 64 where the author studies the consequences of a solar or lunar eclipse in the triplicities of water or earth.[53]

So far the author of *El Libro de las Cruzes* has only taken into consideration zodiacal signs and triplicities, but not astrological houses and aspects which are generally used in the rest of the book and which imply a higher degree of sophistication in the technique of forecasting. We can also find a number of chapters in which both systems are combined and other planets, besides Jupiter and Saturn, are considered; such is the case with Chapters 25,[54] 26,[55] 45,[56] and 65[57] (triplicities and aspects), part of Chapter 39[58] (signs and domicilia), Chapter 28[59] and part of Chapter 31[60] (houses and triplicities). Finally it seems interesting to comment that, in another set of chapters,[61] houses seem to be identified with zodiacal signs in such a way that we might suppose that one of the simplifications introduced by *El Libro de las Cruzes* – when compared to Hellenistic and Oriental astrology – would be to consider that the beginnings of houses coincide necessarily with the beginnings of zodiacal signs.[62]

It seems to me that if we try to establish the chronology of this book, the first group of chapters considered (57, 60-4) seems to be the more primitive one, and some signs of this primitivism can perhaps be observed in other chapters in which zodiacal signs, instead of houses or combined with them, are still used. If we observe that the totality of the oldest material, as well as all the chapters the Arabic text of which remains, deal with meteorological (rain, drought) and economic (prices) predictions, we might be tempted to say that

51. *Libro de las Cruzes*, p.164; MS Escorial 916, f. 192v.

52. We can find in the *Libro de las Cruzes* an echo of the ancient belief in the planetary character of the lunar nodes. See for example, p. 68, where the author considers it necessary to remark that the ascending node does not have an apparent diameter like the other planets ("Mas la Cabeça non a lumbre porque non a diametro"). In an obscure passage on the same page we also find a reference to the retrograde movements of the lunar nodes. On the planetary character of the lunar nodes, see W. Hartner. "Le problème de la planète Kaïd", *Oriens-Occidens* (Hildesheim, 1968), 268-286, and "The Pseudoplanetary Nodes of the Moon's Orbit in Hindu and Islamic Iconographies", ibid. pp. 349-404.

53. *Libro de las Cruzes*, pp. 164-165; MS Escorial 916, f. 193r.

54. *Libro de las Cruzes*, pp. 97-117.

55. *Libro de las Cruzes*, pp. 117-118.

56. *Libro de las Cruzes*, pp. 149-151.

57. *Libro de las Cruzes*, pp. 165-167; MS Escorial 916, f. 194r and v.

58. *Libro de las Cruzes* pp. 145-146.

59. *Libro de las Cruzes* pp. 118-119.

60. *Libro de las Cruzes* pp. 122-123.

61. Cf. *Libro de las Cruzes*, Chapter 15 (pp. 76-80); 23 (pp.92-95), 24 (pp. 95-97); 33 (pp. 125-126); 34 (pp. 126-127); 35 (pp. 127-128); 36 (pp. 128-144), 48 (pp. 152-153).

62. On the division of the houses in Greek astrology cf. A. Bouché-Leclercq, *L'Astrologie Grecque* (Bruxelles, 1963 = Paris, 1899), pp. 276-288, 170-178. The identification between the beginnings of the houses and those of the zodiacal signs was also known by Arab astrologers: cf. E. S. Kennedy and D. Pingree, *The Astrological History of Māshā'allāh* (Cambridge, Mass., 1971), p. 92.

tes *en los cuerpos del mundo de generation et corruption*, et auian significationes *por sosacar los tempos en que compeçauan aquellos accidentes*, et quanto durauan, *et los tempos en que finauan*; *et sosacauan los tempos de las malas occasiones, et los tempos de las fortunas* et de los buenos accidentes. Et esto todo departyan lo por grandes sotylezas et de muchas carreras desta scientia *de cuemo dan las planetas las fuerzas unas a otras, et de cuemo las reciben unas e otras*, et como reciben unas a otras, et de las otras cosas et de las otras carreras que se tyenen con estas, et de los estados de las planetas, *et de sus accidentes segund que todo esto es departido en los libros de los sabios orientales, et los de Babilonia, et de los egiptios*, et de los persios et de los griegos, que todos estos sonsacauan los iudizios et las significationes desta scientia de todas estas carreras sobredichas.[46]

من دقايق هذا العلم وتصرف احواله في الاستدلال على جميع الموجودات في عالم الكون والفساد ومعرفة السادي لها والانتهاءات واوقات السعادات وضدها على التحرير وكيف يرفع التدبير بعضها الى بعض ويقبل بعضها بعضاً مع ما يضاف الى ذلك من جميع احواله الموصوفة في كتب المشرقيين والبابليين والمصريين واهل الهند[46]

It seems clear that there is a close correspondence between the Arabic and Castilian texts, although the latter seems more an amplification than a translation of the former. My purpose, in the rest of this paper, will be to try to establish the main lines of the history of this *Libro de las Cruzes*, which has the enormous interest of being the first astrological work to be used in al-Andalus. I think one should distinguish three main stages in the development of this work:

1. *Latin original entirely unknown.*

2. *First Arabic version of the whole or part of the present text which should be dated towards the end of the* 8th *century*. We have a good example of this stage in 39 verses taken from the final part of an *urjūza* written by the astrologer ʿAbd al-Waḥīd b. Isḥāq al-Ḍabbī — whom I have already mentioned — in the time of al-Ḥakam I.[47] This fragment is a versification of Chapter 57 of the Alphonsine translation, and we also have an Arabic prose version of the same chapter.[48] Chapter 57 is narrowly related to Chapters 60 and 61 (the Arabic text of MS Escorial 916 amalgamates elements taken from both),[49] and also to Chapter 62.[50] All these chapters deal with the forecast of rain and drought, and their consequences: prices, agriculture, vegetation, illness, etc. The technique used for forecasting is extremely simple and it fits well a very primitive astrological system: only the position of Saturn and Jupiter in the four triplicities (air, water, earth, and fire) is considered, and the aforementioned chapters develop the possibilities of the system and study the presence of these two planets in the same or different triplicity. The same technique

45. MS Escorial 916 f. 190r and v.

46. *Libro de las Cruzes*, p.5. The underlined passages translate the Arabic text.

47. MS Escorial 916, f.195r and v, 196r.

48. *Libro de los Cruzes*, pp.159-160; MS Escorial 916, f.191v-192r.

49. *Libro de las Cruzes*, pp. 162-163; MS Escorial 916, f.192v; MS Escorial 918 f. 12v - 13r.

50. *Libro de las Cruzes*, pp.163-164; MS Escorial 918, f. 13r; MS Escorial 916 f. 192r - 192v.

like to mention that *jadwal* might refer to magic squares instead of astronomical tables,[37] and that I know nothing about the meaning of *al-Kimma.*

The conclusions I have been able to draw from the new evidence furnished by Ibn ᶜAbd Rabbihi are, therefore, rather scanty. The main literary sources to study the diffusion of astronomical and astrological literature are, still, Ibn Juljul for the 10th century and Ṣāᶜid for the 11th. In this way we can be sure that both authors bear witness to the knowledge, in Spain, of Abū Maᶜshar's *Kitāb al-Ulūf*,[38] and that Ṣāᶜid also knew Shādhān's *Mudhākarāt*,[39] and probably Vettius Valens' *Anthology*.[40] But these were not the first astrological works to be read and used in Muslim Spain. In a recent paper, Juan Vernet has described an Arabic manuscript from El Escorial which contains a collection of excerpts of the Arabic original of the Alphonsine *Libro de las Cruzes*.[41] Rafael Munoz has also found three new chapters of the same work in another manuscript of the same library.[42] On the other hand, Vernet has proved that the aforementioned Arabic text is based on the translation of a Latin astrological work which was known in Al-Andalus towards the end of the 8th or beginning of the 9th century,[43] therefore being one more item in the long series of contacts between Isidorian-Latin and Arabic culture in Muslim Spain. One must remember that astrology was very much alive in the time of Isidore of Seville.[44] It may be interesting to compare the Arabic and Castilian texts of a short passage taken from the first chapter of the work where the author clearly establishes that the system he uses to forecast future events is the one employed by ancient astrologers of Northern Africa and Spain who did not use the subtleties of Hellenistic and Oriental astrology:

et estos son los iudiçios generales et antigos, *et son los iudizios que usauan los de las partidas de occidente del tempo antigo, et los de tierra de Affrica, et los de Barbaria et una partida de los romanos de Espanna*; todos estos solian iudgar por estas costellationes generales.

Mas los persios et los griegos auian muchas sotilezas en esta scientia, et en departír las razones della, *et en sosacar las sus significationes*, et de que guysa llegan et parecen sus fechos et sus acciden-

اعلم ان هذه الطريقة في الاحكام
هي طريقة اهل المغرب في
الزمان القديم اعني اهل افريقية
والبرابر وطايفة من العجم
بالاندلس اذ لم يكن عندها ما
كان عند الفرس واليونانيين

37. H. P. J. Rénaud, "L origine du mot 'almanach'", *Isis*, 37 (1947), 45.

38. Ibn Juljul, *Ṭabaqāt*, ed. F. Sayyid, pp. 2,5-6,9; Ṣāᶜid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère, p. 53. On the knowledge of the *Kitāb al-Ulūf* in the West, cf. David Pingree; *The Thousands of Abū Maᶜshar* (London, 1968), and Charles S. F. Burnett, "The Legend of the Three Hermes and Abū Maᶜshar's *Kitāb al-Ulūf* in the Latin Middle Ages", *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, 39 (1976), 231-234.

39. Ṣāᶜid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère, pp. 81, 111.

40. Ṣāᶜid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère, p. 87. In any case Vettius Valens *Anthology* was well known in the Maghrib in the 11th c.; it is often quoted by Ibn Abī-l-Rijāl in his *Kitāb al-bāri' fī aḥkām al-nujūm*,: cf. C. Nallino, *ᶜIlm al-Falak. Ta'rīkhu-hu ᶜinda-l-ᶜarab fī-l-qurūn al-wusṭā* (Rome, 1911), p. 195.

41. J. Vernet, "Tradición e innovación" (cf. n. 6), pp. 745-747.

42. R. Muñoz has discovered the Arabic text of Chapters 60, 61, and 62 of the *Libro de las Cruzes* in ms. Escorial 918 f. 12v-13r. I would like to thank him here, for I am using his unpublished edition and tranlation of this text.

43. Vernet, "Tradición e innovacion", p. 747.

44. J. Fontaine, "Isidore de Seville et l'astrologie", *Révue des Etudes Latines*, 31 (1953), 271-300.

Where are the *Zij*, the *Qānūn*, the *Arkand* and the *Kimma*
And where the false *Sindhind* and the *Jadwal*? is there in them
Anything but a lie against God — let Him be exalted — Who resurrects the dead?[28]

With these verses we must face the problem of the circulation of certain astrological and astronomical works in Muslim Spain in the first half of the 10th century. There is no problem, of course, concerning the *Sindhind*,[29] but it is doubtful whether the *Arkand*[30] was really known in al-Andalus at this time if we bear in mind that, one century later, a serious astronomer such as Ṣā^cid of Toledo (1029-1070) seems to speak about it only on a secondhand basis.[31] *Zij*, *Qānūn*, and *Jadwal* are difficult terms to interpret exactly; the three of them might be synonymous and have the general meaning of astronomical table, or refer to more specific significations. One might also consider whether, following Destombes' opinion, *zij* is the table itself whilst *qānūn* is the set of instructions which indicate how to use the *zij*, having thus the same meaning as the Latin *canones*.[32] On the other hand it could be convenient to remember that both Ibn Juljul and Ṣā^cid use the term *Qānūn* when speaking about Ptolemy's *Tables*[33] whilst Ṣā^cid also designates with the same word the *Tables* of Theon of Alexandria;[34] therefore it is possible to conjecture that *qānūn* might refer to a set of Hellenistic tables, whilst *zij* might be the term used to designate tables of Indian, Persian, or Arab descent. It seems impossible to be more accurate, although we should think that the only set of tables whose knowledge is documented in al-Andalus in the 10th century is, apart from the *Sindhind*, al-Battānī's *Zij al-Ṣābi'*,[35] the original title of which was, probably, that indicated by Ibn al-Nadīm and Ibn al-Qifṭī, *Kitāb al-zij* or just *al-Zij*.[36] To end these remarks on Ibn ^cAbd Rabbihi's verses, I would

28. Ibn Marzuq, *Musnad*, tr. Viguera p.364. I have been able to quote the Arabic text thanks to M. J. Viguera's generosity; she has provided me with photocopies of the proofs of her edition of the *Musnad* which is now being printed in Algiers; it is Miss Viguera herself who has suggested an improvement of her translation which I use here in my version of these three verses.

29. It was introduced in al-Andalus in the 9th c. either by ^cAbbās b. Firnās (see Elías Terés, "^cAbbās b. Firnās", *Al-Andalus*, 25 (1960), 239-249) or by ^cAbbās b. Nāsiḥ (cf. E. Terés, "^cAbbās b. Nāsiḥ poeta y qāḍī de Algeciras", *Etudes d'Orientalisme dédiées à la mémoire de Lévi-Provençal* (Paris, 1962), vol. I, pp. 339-358). Its history in Spain from the 10th c. onwards is fairly well known.

30. Brahmagupta's *Khandakhādyaka*, see David Pingree, "Brahmagupta", *Dictionary of Scientific Biography* (New York, 1970), vol. II, pp. 416-418; cf. also E. S. Kennedy, *The Exhaustive Treatise on Shadows by Abu'l-Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī* (Aleppo, 1976), vol. I, pp. 181, 200; vol. II, p. 27.

31. Ṣā^cid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère, p. 47.

32. See M. Destombes review of Kennedy's *Survey of Islamic Astronomical Tables* in *Isis*, 50 (1959), 273.

33. Ibn Juljul, *Ṭabaqāt al-aṭibbā' wa-l-ḥukamā'*, ed. Fu'ād Sayyid (Cairo, 1955), pp. 35-36; Ṣā^cid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère, pp. 72-73.

34. Ṣā^cid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère p. 86.

35. Cf. J. Vernet's review of Ch. Pellat, *Le Calendrier de Cordoue* in *Oriens*, 17 (1964), 284-286.

36. W. Hartner, "Al-Battānī", *Dictionary of Scientific Biography*, (hereafter *DSB*) (New York, 1970), vol. I, p. 508.

He was satirized by one of them, Yaḥyā al-Ghazāl (ca.773-864).[19] In the 10th century the poet Ibn ᶜAbd Rabbihi is the author of a certain number of poems attacking astrological beliefs which show that, often at that time, an anti-astrological attitude was associated with an unscientific one. For example, when he addresses a certain number of reproaches to the astronomer Abū ᶜUbayda Muslim b. Aḥmad al-Balansī he not only censures his belief in the influence of the planets on the earth, but he also seems to attack the sphericity of the universe and that of the earth, the fact that the latter can be considered as a point in the middle of space, and that the summer in the southern hemisphere corresponds to the winter in the northern one and vice versa.[20] The same kind of arguments will be used in the 13th century by the religious polemicist al-Sakūnī[21] who, in two of his works, *ᶜUyūn al-munāẓarāt*[22] and *Laḥn al-ᶜawāmm fīmā yataᶜallaq bi-ᶜilm al-kalām*[23] considers contrary to the Muslim creed predictions based on planetary conjunctions,[24] on nativities,[25] and even the humble meteorological predictions based on the system of the *anwā'*[26] which he regards as astrological. Nothing, of course, can be argued from the point of view of strict orthodoxy, but it seems rather surprising to find al-Sakūnī saying, on the basis of *Qur'ān* 13,3 (*Madda al-arḍ*, "He extended the Earth") that the earth is flat.[27]

Confusion between astrology and astronomy is also evident in the following verses of Ibn ᶜAbd Rabbihi where he regards as astrological works what seems mainly to be a list of astronomical tables:

أين الزيج والقانون ٭ والاركند والكمة
وأين السندهند البطل ٭ والجدول هل ثمة
سوى الافك على الله تعا ٭ لى منشر الرمة

19. On al-Ghazāl astrologer, cf. Juan Vernet, "La maldicion de Perfecto", *Prismata. Naturwissenschaftsgeschichtliche Studien. Festschrift für Willy Hartner* (Wiesbaden, 1977), 417-418.

20. Ṣāᶜid al-Andalusī, *Kitāb Ṭabakāt al-Umam* (*Livre des Catégories des Nations*), French translation by Régis Blachère, (Paris, 1935), pp. 123-124. At least three of these topics are extensively treated in the first book of Ptolemy's *Almagest*: spherical motion of the heavens (I,2), the earth has a spherical form (I,3), and the earth is like a point in relation to celestial space (I,5). It seems that the *Almagest* was known to Maslama al-Majrīṭī: cf. Ṣāᶜid, *Ṭabakāt*, tr. Blachère p. 129.

21. Abū ᶜAlī ᶜUmar b. Muḥammad al-Sakūnī, an author of Andalusian descent who lived in Tunis in the second half of the 13th century. See notes 22 and 23.

23. Abū ᶜAlī ᶜUmar al-Sakūnī, *Laḥn al-ᶜawāmm fīmā yataᶜallaq bi ᶜilm al-kalām*, ed. Saᶜd Ghurāb in

22. Abū ᶜAlī ᶜUmar al-Sakūnī, *ᶜUyūn al-munāẓa rāt*. ed. Saᶜd Ghurāb, (Tunis, 1976).

Ḥawliyyāt al-Jāmiᶜa al-Tūnisiyya, 12 (1975), 109-255. Cf. on this book J. D. Latham, "The content of the Laḥn al-ᶜawāmm (ms. 2229, al-Maktaba al-ᶜabdaliyya al-tūnisiyya, Tunis) of Abu ᶜAlī ᶜUmar Muḥammad b. Khalīl al-Sakūnī al-Ishbīlī". *I Congreso de Estudios Arabes e Islāmicos* (Madrid, 1964), 293-307.

24. Sakūnī, *Laḥn*, p. 177.

25. Sakūnī, *Laḥn*, p. 177; *ᶜUyūn*, pp. 222-223.

26. Sakūnī, *Laḥn*, pp. 178,179,182-184.

27. Sakūnī. *ᶜUyūn*, pp. 300-301 (cf. also 247-248, and *Laḥn* p. 183).

change of triplicity because it started in Leo (a sign of fire) and continued in Virgo (a sign of earth).[11] This last fact leads the historian Ibn ᶜIdhārī[12] to remind us that the sign of Virgo was the lord *(ṣāḥiba)* of Cordova and that the old sages of the city had placed a statue or some other kind of image *(ṣūra)* representing this zodiacal sign on top of the southern door of the city, called *Bāb al-Qanṭara* (door of the bridge).[13] We have several astrological interpretations of this conjunction and they all agree in considering it as the warning sign of the end of the Caliphate and the beginning of the *fitna*; one of them is ascribed to the great astronomer Maslama al-Majrīṭī[14] who foretold a change of dynasty, ruin, slaughter and famine; another interpretation can be read in the Alphonsine *Libro de las Cruzes* which states that this celestial warning implied the end of the leadership of the Arabs in Spain and the moment at which their role started to be played by Western people, Berbers and Christians.[15] In any case the evidence furnished by historians shows in this case the existence of a number of astrologers in Cordova who discuss the event and its consequences.[16] In the same way another anecdote told by Ibn ᶜAbd Rabbihi (860-940) describes the meeting of a group of astrologers who cast the horoscope and make calculations which predict — unsuccessfully — that there will be no rain for a month's time.[17]

The important role played by astrologers in the court of the Banū Umayya in Cordova attracted the envy of both pious *fuqahā'* and court poets, who feared their influence in high official circles. Thus the *faqīh* Yaḥyā b. Yaḥyā (d.849)[18] often attacked the poet-astrologers who surrounded ᶜAbd al-Raḥmān II

11. On this conjunction see Juan Vernet, "Astrología y política en la Córdoba del siglo X", *Revista del Instituto de Estudios Islamicos en Madrid*, 15 (1970), 91-100 (cf. especially p.93); *La cultura hispano-arabe en Oriente y Occidente* (Barcelona, 1978), p. 37.

12. Ibn ᶜIdhārī al-Marrākushī, *Al-Bayān al-Mughrib*, ed. E. Lévi-Provençal, (Paris, 1930), vol. III, 1, pp. 14-15.

13. On this door see Manuel Ocaña Jiménez, "Las puertas de la medina de Córdoba", *Al-Andalus*, 3 (1935), 143-151 (cf. specially p.144); Leopoldo Torres Balbas, *Ciudades hispano-musulmanas* (Madrid, n.d.), vol. 2, p. 651; E. Lévi-Provençal, *Espana Musulmana hasta la caida del Califato de Cordoba (711-1031 de J.C.). Instituciones y vida social e intelectual*, in "Historia de España", ed. by R. Menéndez Pidal, (Madrid, 1957), vol. V, p. 236. It seems that the aforementioned statue represented an ancient goddess who may have been identified by the Muslim population with the Virgin Mary.

14. Quoted by Ibn ᶜIdhārī (see above n. 12). On Maslama cf. J. Vernet and A. Catalá "Las obras matemáticas de Maslama de Madrid", *Al-Andalus*, 30 (1965), 15-45. Another interpretation of this conjunction in Ibn al-Khaṭīb, *Kitāb aᶜmāl al-aᶜlām*, ed. E. Lévi-Provencal, (Rabat, 1934), pp. 148-149; on this text see the works by J. Vernet quoted in n. 11.

15. Alfonso el Sabio, *Libro de las Cruzes*, ed. Lloyd A. Kasten and Lawrence B. Kiddle, (Madrid-Madison, 1961), pp. 9-10.

16. Ibn ᶜIdhārī (see above n. 12) is positive about this: *Wa kathura kalām al-munajjimīn fīhi wa andharū bi-ashyā' ᶜaẓīma kāna al-nās ᶜan-hā fī ghafla.*

17. Ibn Marzūq, *El Musnad: hechos memorables de Abū-l-Ḥasan, sultan de los benimerines.* Estudio, traducción, anotación, indices anotados por María J. Viguera, (Madrid, 1977), pp. 365-366.

18. Lévi-Provençal, *Espana Musulmana hasta la caida del Califato*, vol. IV, p. 175.

not trust his answer because it will concern occult things which only God knows *(idh kāna min ghayb Allāh alladhī ista'thara bihi)*.[5] Nevertheless when al-Ḍabbī tells the amir that his reign will be lucky but that it will only last about eight years — quite a successful guess — Hishām accepts his prediction and consecrates the rest of his life to God's worship and good deeds because he has had a warning, undoubtedly coming from God, in al-Ḍabbī's words *(al-nadhīr kallamanī bi lisānika)*. Another anecdote, studied by Terés,[6] reflects again the atmosphere of court astrology and it has the interest of having been found, much later, in the East. The amir, ᶜAbd al-Raḥmān II (822-852), talks to his poet-astrologer Ibn al-Shamir in one of the rooms of his palace and asks him through which of its doors he will go out. The astrologer casts the horoscope and writes down his conclusions inside an envelope which he seals afterwards. Then ᶜAbd al-Raḥmān orders a new door to be opened in the western wall of the room and he goes out through it; in his report Ibn al-Shamir had written exactly what the amir was going to do. Much later Niẓāmī ᶜArūḍī Samarqandī tells the same story, but the characters involved are al-Bīrūnī and Maḥmūd of Ghazna.[7]

Celestial phenomena and catastrophical events attracted quite often the attention of both historians and astrologers who, thus, seem to play a prominent role in society not restricted, as in the examples previously considered, to the court. Thus, if an historian such as Ibn Ḥayyān is interested in a total lunar eclipse which took place on Monday, 14th Dhū-l-ḥijja 362 (15th September 973)[8] or by the apparition of a great and very bright star moving towards the north on Wednesday, 21 Ramaḍān 362 (25 July 973),[9] one may easily imagine the concern of professional astrologers with a conjunction of Saturn and Jupiter[10] which took place in 397/1006-07 and which implied a

5. This is a classical argument against astrology. The Moroccan astrologer of the 15th century Abū ᶜAbd Allāh al-Baqqār, who compiled an anthology of the *Libro de las Cruzes* which is preserved in manuscript 916 of the Library of El Escorial, refutes the argument. He says that astrology does not pretend to have a knowledge of occult things *(al-ghayb)* because *ᶜilm al-ghayb* is the knowledge of the future without any clues, causes, or reasons, thus being reserved to God. See the aforementioned Escorial manuscript, f. 188r. On al-Baqqār and his anthology see Juan Vernet, "Tradicion e innovacion en la ciencia medieval", *Oriente e Occidente nel Medioevo: Filosofia e Scienze*. Accademia Nazionale dei Lincei (Roma, 1971), pp. 741-757.

6. Elias Terés, "Ibn al-Samir, poeta-astrologo en la corte de ᶜAbd al-Raḥmān II", *Al-Andalus*, 24 (1959), 449-463.

7. Niẓāmī ᶜArūḍī Samarqandī, *Chahār Maqāla*. Arabic translation by ᶜAbd al-Wahhab ᶜAzzām and Yaḥyā al-Khashshāb; notes by Muḥammad b. ᶜAbd al-Wahhāb al-Qazwīnī (Cairo, 1949), pp. 64-65.

8. Ibn Ḥayyān, *Al-Muqtabis fī akhbār balad al-Andalus*. ed. ᶜAbd al-Raḥmān ᶜAli al-Ḥajjī (Beirut, 1965), p. 138; see the Spanish translation by Emilio García Gómez, *El Califato de Cordoba en el "Muqtabis" de Ibn Ḥayyān. Anales Palatinos del Califa de Cordoba al-Ḥakam II, por ᶜĪsā ibn Aḥmad al-Rāzī* (Madrid, 1967), p. 172.

9. Ibn Ḥayyān, *Muqtabis*, ed. al-Ḥajjī, p. 118; translation by García Gómez, p. 151.

10. Ibn ᶜIdhārī pretends that it was a conjunction of the seven planets. See note 12.

The Early Development of Astrology in al-Andalus

JULIO SAMSO*

AL-MAQQARĪ QUOTES A LONG SERIES of remarks by Ibn Saᶜīd al-Maghribī (1213-1286) on the development of the different branches of knowledge in Muslim Spain. Among them we find the following:

> All sciences are well considered and studied in al-Andalus, except philosophy and astrology *(tanjīm)*, but these two sciences deeply interest aristocrats who do not show towards them the same fear plebeians seem to feel. For whenever people say about a man, "So and so reads philosophy", or "he works in astrology", he will be considered a heretic *(zindīq)*, his spirit will be chained, and if he makes a mistake he will be stoned to death or burnt before news about him reaches the sultan, or it will be perhaps the sultan himself who orders him to be killed so as to gain the favour of the mob. Quite often their kings are the ones who ordain the burning of books concerning these subjects when they find them and this is the way al-Manṣūr b. Abī ᶜĀmir [976-981][1] tried to get near to the hearts of his subjects when he started to promote himself although in secret he still cultivated these sciences, according to al-Ḥijārī, but God knows best.[2]

Ibn Saᶜīd's words summarize clearly what we could pompously call "the place of astrology in Andalusian society until the end of the Caliphate" (1031), thus covering the period I am mainly concerned with in this paper. The importance of professional astrologers among the governing classes seems a well established fact. The Umayyad sovereigns had an official astrologer appointed to their court since the times of al-Ḥakam I (796-822).[3] An anecdote, also preserved by al-Maqqarī,[4] shows the credit enjoyed by the astrologer al-Ḍabbī with such an orthodox amir as Hishām I (788-796), who summoned him to his court immediately after his accession to the throne. Al-Ḍabbī came to Cordova from Algeciras and the dialogue between these two characters is quite interesting because it shows Hishām's efforts to make his religious beliefs consistent with his curiosity to know al-Ḍabbī's prediction of the future of his reign; he, of course, asserts that, in spite of his questions to the astrologer, he does

* Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Letras, Bellaterra, Barcelona, Spain. This paper is mainly a development of works published by my master, Juan Vernet (University of Barcelona). He has provided the bulk of the materials used here, as well as generous advice and corrections. I would also like to thank my friend Miss Elena Montealegre, who corrected the English version of this paper.

1. This is a reference to the partial burning of the library of al-Ḥakam II by al-Manṣūr b. Abī ᶜĀmir.

2. Al-Maqqarī, *Nafḥ al-ṭīb*, ed. R. Dozy (Leiden, 1855-1861), vol. I, p. 136; ed. Muḥammad Muḥyī al-Dīn ᶜAbd al-Ḥamīd (Cairo, 1367/1949), vol. I, pp. 205-206.

3. E. Lévi-Provençal, *Espana Musulmana hasta la caida del Califato de Cordoba* (711-1031 de J.C.). In *Historia de Espana*, ed. by Ramon Menéndez Pidal, vol. IV (Madrid, 1957), p. 93.

4. Maqqarī, *Nafḥ*, ed. Dozy, vol. I, p. 216; ed. ᶜAbd al-Ḥamīd, vol. I, p. 314.

than a_s, his multiplying of both sides of expression (2) by $w \cot h$, and his consolidating of **1** and **2** to avoid having to square a trinominal.

It is not difficult to show that when $a = 90°$ the algorism of Section 2.3 reduces to that of 2.1. Quite possibly Kāshī first posed for himself the problem with the meridian wall. Having solved it, he may then have set and solved the general case by using essentially the same technique.

Bibliography

1. *Al-Battānī sive Albatenii Opus Astronomicum*, edited and translated by C. A. Nallino, 3 vols. (Milan, 1899-1907).

2. Brahmagupta, *The Khaṇḍakhādyaka*, translated by Probodh Chandra Sengupta, (University of Calcutta, 1934).

3. The article on al-Kāshī in the *Dictionary of Scientific Biography* (New York: Charles Scribner's Sons, 1970-76).

From the substitution just made, $\alpha = a - a_s$, whence (1) becomes

$$(4) \qquad d = w \cot h \sin \alpha.$$

Make use of this in the first term on the right-hand side of (3) to write

$$w \cot h \cos \alpha = d \cot a + w \tan \varphi \csc a - (\sin \omega \csc a)(w \csc h).$$

Now invoke the definitions of the boldface symbols of Section 2.3 above to obtain

$$(5) \qquad w \cot h \cos \alpha = \mathbf{1} + \mathbf{2} - \mathbf{3}\, x = \mathbf{4} - \mathbf{3}x,$$

together with

$$(4) \qquad w \cot h \sin \alpha = d.$$

Square both sides of (5) and (4) and add the results, obtaining

$$w^2 \cot^2 h = (\mathbf{4} - \mathbf{3})^2 + d^2.$$

Replacing $\cot^2 h$ in the above by $\mathrm{Csc}^2\, h - 1$, and recalling that $w \csc h = x$, we obtain

$$x^2 - w^2 = \mathbf{4}^2 - 2 \cdot \mathbf{3} \cdot \mathbf{4}\, x + \mathbf{3}^2 x^2 + d^2,$$

or

$$(1 - \mathbf{3}^2)\, x^2 + 2 \cdot \mathbf{3} \cdot \mathbf{4}\, x = \mathbf{4}^2 + w^2 + d^2,$$

or

$$x^2 + 2\, \frac{\mathbf{3} \cdot \mathbf{4}}{\mathbf{5}}\, x = \frac{\mathbf{4}^2 + w^2 + d^2}{\mathbf{5}}$$

or

$$x^2 + 2 \cdot \mathbf{6}\, x = \mathbf{7}.$$

The positive root of this quadratic is

$$x = w \csc h = \mathrm{Csc}_w\, h = \sqrt{\mathbf{6}^2 + \mathbf{7}} - \mathbf{6},$$

as Kāshī claims.

5. *Remarks*

Since in our demonstration the boldface symbols appear in precisely the order in which Kāshī constructs them in the text, it is reasonably certain that the procedure eventually worked out by us follows essentially the course he took a half millenium before. The expression (1) can be thought of as

$$d = f_1(h, a_s),$$

and (2) as

$$a_s = f_2(h),$$

the second to be used to eliminate the a_s from the first in order to produce a relation solvable for h. This indeed can be done, but the algebraic and trigonometric manipulations entailed are very involved.

Kāshī's astuteness is evidenced by his decision to work with $a - a_s$ rather

plane. The horizontal projection of S to S′ gives the solar altitude, h. The four lines drawn heavily on the figure make up two pairs of corresponding lines (altitude and base) of the similar triangles DBT and AST. Hence

$$\text{Sin } h \,/\, \text{Sin } \omega = w \,/\, (w \tan \varphi - d),$$

which is equivalent to Kāshī's rule at 187v:19.

4. *Validity of the General Algorism*

We seek a relation giving $\text{Csc}_w\ h = w \csc h = x$, say, in terms of d, w, a, φ, and δ (or ω). Figure 2 shows a typical situation with the wall and its shadow projected on the horizon plane. Clearly

$$d = w \cot h \sin (a - a_s). \tag{1}$$

An expression giving a_s as a function of h and the parameters named above is

$$\sin a_s = \frac{1}{\cos h}\left(\sin h \tan \varphi - \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \right). \tag{2}$$

This was regularly applied by the Islamic astronomers, for example in the zīj of al-Battānī ([1], vol. 3, pp. 33, 34). It is given by Kāshī, using, of course the medieval functions, at f. 169v:5-15. The formula is probably of Indian origin (cf. [2], p. 181).

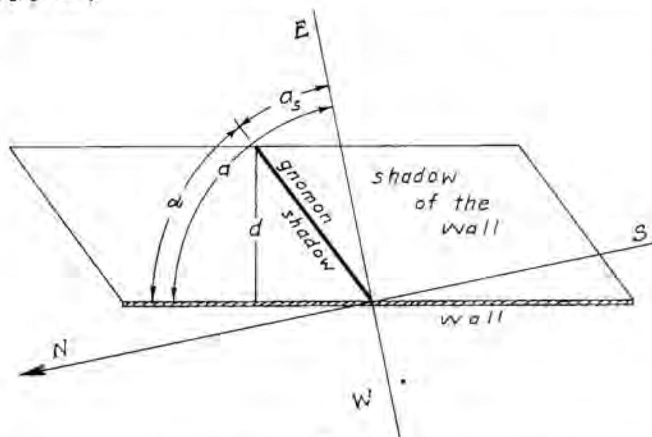


Fig. 2

Multiply both sides of it by $w \cot h$ and replace a_s by $a - \alpha$ to obtain

$$w \cot h (\sin a \cos \alpha - \cos a \sin \alpha) = w \tan \varphi - w \csc h \sin \omega,$$

or

$$w \cot h \cos \alpha = w \cot h \sin \alpha \cot a + w \tan \varphi \csc a - \text{w} \csc h \sin \omega \csc a. \tag{3}$$

(188r:12) $(4^2 + w^2 + d^2) \,/\, 5 = 7$

Finally,

(188r:19) $\sqrt{6^2 + 7} - 6 = \mathrm{Csc}_w\, h.$

[Here again, the lack of negative numbers forces Kāshī to give variants for the procedure].

3. *Validity of the East-West Wall Rule*

The general procedure breaks down when $a = 0$, for then **1** $= d \cot a$ does not exist. Neither does **2**, for it has $\mathrm{Sin}\ a = 0$ in the denominator. The same goes for **3**, and the succeeding steps make use of **1**, **2**, and **3**.

Hence Kāshī uses a different approach, the legitimacy of which is demonstrated by use of the analemma of Figure 1. This shows the situation as projected on the meridian plane. The planes of the wall, the celestial equator, and the sun's day circle are all perpendicular to it, hence their projections are the straight lines shown. Let BT be the projection of those rays of the sun which strike the top of the wall. Then, since the sun is always on its day circle, its intersection (S) with BT produced is the projection of the sun on the meridian

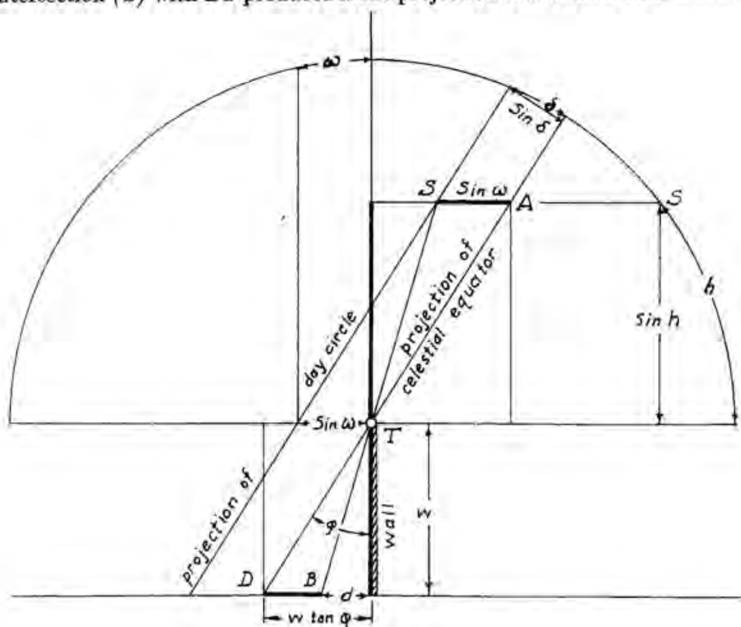


Fig. 1

سمت دیوار برانیم وازان طالع بردن آریم قسم چهارم اگر سطح دیوار در سطح هیچکدام از دوائر نصف النهار و اول سموت وارتفاع کوکب منیر نبود ودرین قسم جیب تمام سمت دیوار در جیب علامت ضرب کنیم وحاصل در جیب سمت قسمت کنیم خارج قسمت را محفوظ اول خوانیم وجیب عرض بلد را در قامت دیوار ضرب کنیم وجیب تمام عرض بلد را در جیب سمت ضرب کنیم وحاصل ضرب اول را بر حاصل جیب دوم مخط قسمت کنیم خارج قسمت را محفوظ دوم خوانیم وجیب تمام عرض بلد در جیب سمت مخط ضرب کنیم وجیب بعد از معدل النهار بر حاصل ضرب قسمت کنیم خارج قسمت محفوظ سوم بود واگر محدد زاویه تقاطع خط نصف النهار وسطح دیوار بجانب قطب خفی بود تفاضل میان محفوظ اول ودوم بگیریم واگر بجانب قطب ظاهر بود هردو را جمع کنیم حاصل را محفوظ چهارم خوانیم مربع محفوظ سوم را از واحد نقصان کنیم اگر نتوان کرد الا واحدی از آن نقصان کنیم باقی را محفوظ پنجم خوانیم محفوظ سوم را در محفوظ چهارم ضرب کنیم وحاصل را بر محفوظ پنجم قسمت کنیم خارج قسمت محفوظ ششم خوانیم محفوظ چهارم را مربع کنیم و مجنب [illegible] را از قامت دیوار [illegible] علامت مربع کنیم و [illegible] مربع را جمع کنیم و بر محفوظ پنجم قسمت کنیم خارج قسمت را محفوظ هفتم خوانیم واگر محدد زاویه مذکور بجانب قطب ظاهر بود وکوکب از معدل النهار در جانب قطب خفی یا عکس و فضل محفوظ اول را بر محفوظ دوم یا هردو در جانب قطب خفی باشد و فضل محفوظ دوم را بود محفوظ هفتم را بر مربع محفوظ ششم افزاییم وجذر حاصل بگیریم و محفوظ ششم را بر آن افزاییم حاصل قطر ظل بود واگر محدد زاویه و کوکب هردو در جانب قطب ظاهر باشد یا هردو در جهت قطب خفی بود و فضل محفوظ اول یا باشد و محفوظ سوم کمتر از واحد بود مربع محفوظ ششم را بر محفوظ هفتم افزاییم وجذر حاصل بگیریم و محفوظ ششم را از آن نقصان کنیم باقی قطر ظل بود واگر محفوظ سوم از واحد زیاده بود محفوظ هفتم را از مربع محفوظ ششم نقصان کنیم وجذر باقی را بر محفوظ ششم افزاییم یا از آن نقصان کنیم حاصل یا باقی قطر ظل بود واگر محفوظ سوم واحد بود بی زیادت و نقصان محفوظ هفتم را بر ضعف محفوظ ششم قسمت کنیم خارج قسمت قطر ظل بود پس

India Office MS 430 (Ethé 2232), f. 188r

دایره

و قسم اول آنکه سمت سطح دیوار ربع دور بود یعنی سطح دیوار در سطح نصف النهار باشد درین صورت جیب عرض بلد در قامت دیوار ضرب کنیم و حاصل را بر جیب تمام عرض بلد قسمت کنیم خارج قسمت را محفوظ اول خوانیم و جیب تعدیل النهار را بر جیب تمام عرض بلد قسمت کنیم خارج قسمت را محفوظ دوم خوانیم و تفاضل میان مربع محفوظ دوم و واحد بگیریم و آنرا محفوظ سوم خوانیم محفوظ اول را در محفوظ دوم ضرب کنیم و حاصل را بر محفوظ سوم قسمت کنیم خارج قسمت را محفوظ چهارم خوانیم مربع محفوظ اول و مربع هریک از قامت دیوار عمود علامت جمع کنیم حاصل را بر محفوظ سوم قسمت کنیم خارج قسمت محفوظ پنجم بود پس اگر بعد از معدل النهار در جهت قطب خفی بود و محفوظ چهارم را مربع کنیم و محفوظ پنجم را بران افزاییم و جذر مجموع را بگیریم و بر محفوظ چهارم افزاییم حاصل قطر ظل بود و اگر بعد از معدل النهار در جهت قطب ظاهر بود و محفوظ دوم از واحد کمتر بود مربع محفوظ چهارم بر محفوظ پنجم افزاییم و جذر مجموع بگیریم و محفوظ چهارم را ازان نقصان کنیم باقی قطر ظل بود و اگر محفوظ دوم زیادت از واحد بود محفوظ پنجم را از مربع محفوظ چهارم نقصان کنیم و جذر باقی را از محفوظ چهارم افزاییم یا ازان نقصان کنیم حاصل قطر ظل بود و قامت دیوار را بران منحط قسمت کنیم تا جیب ارتفاع حاصل شود و در ارتفاع خط استوا مربع قامت دیوار با مربع عمود علامت جمع کنیم و جذر مبلغ بگیریم و قامت دیوار در جیب تمام بعد از معدل النهار ضرب کنیم و حاصل را بران جذر قسمت کنیم خارج قسمت جیب ارتفاع بود و اگر عمود علامت بر جذر مذکور منحط قسمت کنیم خارج قسمت جیب فضل دایر بود قسم دوم آنکه سطح دیوار در سطح اول سموت بود جیب عرض بلد در قامت دیوار ضرب کنیم و حاصل بر جیب تمام عرض بلد قسمت کنیم خارج قسمت را محفوظ اول خوانیم پس جیب سعت مشرق کوکب متیر بر تفاضل میان محفوظ اول [illegible] و عمود علامت قسمت کنیم خارج قسمت را در قامت دیوار ضرب کنیم حاصل جیب ارتفاع بود و در ارتفاع خط استوا قامت دیوار در جیب بعد از معدل النهار ضرب کنیم و حاصل بر جیب عمود علامت قسمت کنیم خارج قسمت جیب ارتفاع بود قسم سوم آنکه سطح دیوار در سطح دایره ارتفاع کوکب متیر بود در ان حال سایه هیچ نبود

India Office MS 430 (Ethé 2232), f. 187v

Al-Kāshī's Impractical Method of Determining the Solar Altitude

E. S. Kennedy* and M.-Th. Debarnot**

1. *Introduction*

The main fame of the Iranian scientist Jamshīd Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī (fl. 1400) rests upon his achievements in computational mathematics. (See [3] in the bibliography at the end of the paper). The problem here described may add slightly to his mathematical stature, but it involves the algebraic manipulation of trigonometric relations, not computation as such.

Kāshī's Persian astronomical handbook, the *Zīj-i Khāqānī*, is composed of six treatises. Of these, the last two are completely astrological, the fifth being given over to observational techniques for determining the horoscope at a given time and locality. For this, the commonest method is to observe the altitude of a celestial body, and then to run through a set of calculations.

But Kāshī proposes alternatively to measure the width of the shadow cast by a wall, and from this to *calculate* the sun's altitude at the time. The method is ludicrously impractical, since, in addition to the local latitude and the solar declination, the azimuth of the wall is required for the calculation. And to determine it is much more difficult than to observe the solar altitude directly and be done with it. Clearly he was intrigued by the mathematical problem presented.

In Sections 2.1, 2.2, and 2.3 below we give his rules for (1) an east-west wall, (2) a north-south wall, and (3) the general case, respectively. These are taken from two pages of the text (ff. 187v, 188r), reproduced in facsimile on pages 220 and 221, by kind permission of the Director, India Office Library and Records. They are from the India Office copy of the zīj, MS 430 (Ethé 2232). To identify passages from the text we give in parentheses the folio and line number separated by a colon.

Kāshī was justifiably proud of his solution. In general, he gives proofs for all his rules. For this, however, he says (196v:17-22) he has written the demonstration in a separate study. Let the reader of the zīj try for himself in order to appreciate its difficulty, for once a demonstration is made known it seems easy.

The missing proof is probably not extant, and we were thrown upon our

* Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

** Pensionnaire à l'Institut Français d'Etudes Arabes de Damas, resident at the Institute for the History of Arabic Science.

able Chinese origin and a rather more certain Islamic transmission to the west. The *Liber Igneum* manuscript shows clear traces of Arab origins and influence. Islam had the paper and the favorable climate which together appear to be important in the reliable performance of primitive gunpowder. Partington has concluded that saltpeter was probably an Arab discovery. Details regarding fuse construction are found in Arabic sources rather than in Bacon. There is pictorial evidence which suggests an association between Arab peoples and the early use of guns in Europe. And finally, it is only in Ḥasan al-Rammāḥ that clear textual linkages with the Chinese chemical tradition are found. These include the organization of the formulas into ratios which assume ten units of saltpeter as the fundamental number, and the use of clearly Chinese terminology.[76] Thus there is substantial evidence to indicate that the role of Arab chemistry in bringing the knowledge of gunpowder to Western Europe was a fundamental one.

76. Partington, *Greek Fire*, pp. 202-3.

APPENDIX. Tabulated Experimental Results

FIRECRACKER TESTS

Types of Reactions	*Powder Formulas Tested*			
	9:1:3	6:1:2	20:7:3	7:5:5
I Explosion.	1,2,3,4,5, 6,7,8,9,10	1,2,3,4,5, 6,7,8,9,10	5,6,8,9, 10	
II Rocket effect.			1,2,3,4,7	
III Smoky combustion.				8,9,10
IV No combustion.				1,2,3,4,5,6,7

The Arabic numerals denote individual tests, ten of each being done for each powder formula. Explosions were characterized by sound, by rending of the firecracker case, and by its physical displacement. Rocket effects were characterized by the emission of a column of fire through the fuse hole of the firecracker case. Part of the time the case was moved by the resulting reaction forces from its original partial burial in sand. Smoky combustions emitted no fire, but only a jet of smoke, indicating a rate of burning fast enough to produce pressures inside the case which were significantly greater than those of the atmosphere, but insufficiently great to eject portions of the charge while they were still aflame. In all three of the tests in this category, the 7:5:5 powder was wet-mixed, a procedure not developed until after Bacon's time.

SIMULATED FIREARM TESTS

Types of Reactions	*Powder Formulas Tested*			
	9:1:3	6:1:2	20:7:3	7:5:5
I Wad displaced in barrel	1,3,4,5, 7,8,9			
II Smoke or flame from vent hole	2,6,10			
III No combustion		1,2,3,4,5 6,7,8,9,10	1,2,3,4,5 6,7,8,9,10	1,2,3,4,5 6,7,8,9,10

The Arabic numbers denote individual tests, ten of each being done for each powder formula. In three of the Class I reactions the wad was blown from the end of the barrel with a mild popping sound. In the remaining four trials it was simply pushed up the barrel a few millimeters, sometimes being charred on one side where the powder gases had rushed past it. In Class II reactions all the gases evolved by the charge escaped through the barrel vent, the wad being unmoved. In Class III results the powder failed to ignite.

uncommon commodity in Europe, hardly the sort of material to use in the making of childrens' toys. Parchment was even more costly.[73] Hence it appears once more that Bacon's powder texts may be a not altogether complete report of developments occurring elsewhere. In sharp contrast, paper had been in use in Islam since at least the mid 8th century and was by now quite cheap there.[74] If in fact primitive explosive powders burned better in paper than in metals, this strengthens the likelihood that their discovery was more probably made by Arab than by European chemists.

If the container material is indeed a crucial factor, then the failure of the authors to test the Bacon powder in parchment becomes more serious than might otherwise be the case. Since we could not find any authentic parchment for testing, this aspect of the matter remains to be done, and the outcome might affect our conclusions.

If the factor of atmospheric conditions, particularly humidity, was the problem in the mortar tests, a pro-Arab conclusion again follows. Even in the Middle Ages there was a clear climatic difference between the fogs and rains of northern and western Europe, and the sumnier, drier lands held by Islam.[75] This appears to have been especially true in the thirteenth century.

In summary there appear to be many reasons why Bacon's role in the history of explosive chemistry should be de-emphasized. It cannot be shown that his writing antedates the *Liber Igneum* recipes, and there are substantial reasons for doubting that this is go. Bacon wrote his powder formula in code, and this code was not deciphered until the early twentieth century. Even now there is room for doubting the solution, as one of his passages still resists deciphering. He stated that the use of explosive powder in childrens' toys was already widely known in other lands. He does not provide instructions for the purification of potassium nitrate that are as complete as those of the Arab tradition, even if a favorable construction is placed on the cryptic chapter where these directions occur. There is no evidence, as there is with the best *Liber Igneum* recipes, that contemporaries knew and used his ratios, at least as Hime and Newbold have decoded these. And finally, in experimental tests, the Bacon-Hime powder has proven a failure. Even if a new and more functional formula could be gotten from Bacon's code, the other objections would remain.

Thus it seems unfortunate that Hime and Partington undervalued the best of the *Liber Igneum* recipes, and praised instead the researches of their countryman. There remain many unsolved questions regarding the origin and early history of gunpowder, but the balance now seems to incline in favor of a prob-

73. *Ibid.*, pp. 35-6.

74. *Ibid.*, p. 34.

75. H. H. Lamb, *Climate Present Past and Future* London: (Methuen and Co., 1944), II, pp. 424-473, especially pp. 428n and 439; C. E. P. Brooks, *Climate Through the Ages* (New York: Dover Publications, 1970), Part III, Chapters XVIII-XX, especially pp. 305-6, 319-23, 330, 337, and 339.

Is there something about an environment made of paper which is more conducive to explosive burning of these mixtures than one made of metal? Is the placement of the air space the critical factor? Is there some hidden or unknown meaning, involving an air space or the powder ramming procedure, to the small diameter breech chambers shown on many of the earliest surviving pictures of cannon and small arms?[70] Or could atmospheric factors have made the difference, all the mortar tests being run on the same day.

In evaluating this last factor, the main support for such an interpretation comes from the superior performance of the 20:7:3 powder, which with 10 percent charcoal had the lowest ratio of this ingredient by far of the four powders, the others containing from 22.5 to 30 percent. And yet in this case the sun drying of the powder proceeded as it had done in the firecracker tests, so that there must be some further explanatory factor. The failure of the *Liber Igneum* powders to maintain in the mortar tests their clear firecracker superiority over the 7:5:5 Bacon-Hime powder points in the same direction. And finally sample charges of *Liber Igneum* powder which did not ignite in the mortar exploded satisfactorily when repacked into a paper cracker. (These explosions were not counted in the enumeration given above).

Thus, while the authors have not been able to identify the variable which caused the failure of most of the mortar tests, these at least help to justify the delay shown in the history of explosives between the realization that certain powder mixtures would explode, and the use of these mixtures in guns.[71] Further work is obviously required. As the mortar tests stand, however, they can yield one further insight of possible importance.

It is notable that all the non-Chinese thirteenth century powder manuscripts speak of the use of explosives in paper or parchment containers. Uncontroverted evidence for the existence of guns, on the other hand, does not appear until the fourteenth century. Since our experiments reveal some sort of factor which prevented our powder mixtures from performing as well in metal pressure vessels as in paper ones, it becomes important to note that in the thirteenth century paper was a relatively scarce commodity in Christendom. Its manufacture in Europe did not begin until the mid-thirteenth century, and it did not become commonplace until rags began to be used in its manufacture in the succeeding century.[72] Hence in Bacon's time paper was an expensive and

70. As for instance in Konrad Kyeser aus Eichstätt, *Bellefortis*, dating from about 1404, or the Hussitenkrieg Handschrift of about 1430. For a discussion of these and other early military manuscripts see Bertrand Gille, *Engineers of the Renaissance* (Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 1966).

71. Chinese, Mongolian, or Islamic uses of gunpowder appear to date from the twelfth century or even earlier. The first datable illustration of a gun comes from the Walter Milemete manuscript of about 1326. An Arabic manuscript of the fifteenth century, which may derive from an early thirteenth century original shows a gun with a ball being thrown from its mouth, but the dating is disputed. See Partington, *Greek Fire*, pp. 204-6, and fig. 10.

72. Blum, *Origin of Paper*, pp. 22-33.

than does the firecracker. Accordingly, this was done. Model mortars were constructed of steel pipe, closed at the breech by a threaded cap, the pipes being 150 millimeters long and 19 millimeters in internal diameter. The caps were drilled with ignition holes of 3.2 millimeters diameter, the smallest which would function reliably with our mixtures. Ignition was done by wooden matches, red hot iron, and with fuses made as described above. Thus these mortars were very similar in size and shape to the earliest surviving hand cannon.

To load the mortars a charge of powder of about 1.25 grams was used for all formulas. It was not weighed each time, but determined by stricken measure. This charge was rammed well into the base of the breech cap in obedience to the traditional instructions regarding the best handling of serpentine powder, reinforced by Williams' more recent experience.[68] Meantime the barrel of the mortar was prepared by ramming a wad of crumpled newspaper down its length until the wad reached to within about 15 millimeters of the threaded end. This meant that when the cap was screwed onto the barrel an air space of slightly greater than this height was left between the wad and the powder charge. Notice that this arrangement varied somewhat from that of the firecracker configuration, for in the latter the fuse was able to burn in an air space before reaching the powder, whereas in the mortar the flame had to burn through the powder before reaching the airspace. This consideration may account for some of the variation between the two series of tests, but it seems unwise to make it the sole explanatory factor. For anyone interested in duplicating our experiments and extending the results, we would suggest closing the breech of the barrel with a plug containing a small diameter chamber loaded in some way as to preserve an air space around the fuse even after the charge has been rammed. Perhaps this would give better results than we obtained.

The mortar tests were run in parallel to the firecracker tests, ten shots with each of the same powder formulas being tried. Only the powder made according to the Newbold formula gave any successes, and these were not uniform. In seven of its ignitions the powder either burned with enough speed to expel the wad with a mild popping sound, or at least jetted flame and fire past the wad with sufficient force to move it from its original place or burn a portion of it. In the remaining three trials, the gas and flame simply jetted out the vent hole, nothing else being accomplished.

In none of the three remaining series of tests were the authors able to make the powders perform at all reliably. In most cases they resisted repeated attempts to light them.[69] Why this should be remains something of a mystery.

68. See note 64 above.

69. If the ignition was attempted by trickling loose powder down into the vent hole, this loose powder would burn and then the reaction would stop, leaving the main charge intact. If ignition was done by thrusting a red hot wire into the vent hole, nothing at all would happen. Fuses would burn down to the main charge and then go out.

residue on the inside. This provided additional evidence that the *Liber Igneum* powders had burned much more rapidly and thoroughly than the Bacon-Hime mixture. Hence Hime's belief that the explosions described in *Liber Igneum* were due to the slow buildup of pressure inside the case fails for this reason also.

Open air burning of the *Liber Igneum* powders further confirmed this view. The best instances of these tests displayed burning times of less than three seconds, and the longest burns needed less than five seconds. The flames were of a lighter red, verging on white. In a good ignition the individual sparks would coalesce into a single central column of fire. The burning would be continuous, rather than sputtering, and would often be accompanied with a hissing or rushing sound. The smoke volume was lower, the remaining residue less, and of a lighter gray color. Generally ignition was accomplished easily with a wooden match, smouldering fuse, or red-hot iron.

The powder having a ratio 20:7:3 displayed characteristics intermediate between those of *Liber Igneum* and Bacon-Hime. This is gratifying, because as was stated above it was based on Newbold's interpretation of Bacon's anagram, and was chosen, in spite of the flaws in Newbold's approach, admitted both by himself and his editor, because of its closeness to modern powder ratios. With a 66 percent saltpeter content it contained nearly as much as nineteenth century Russian blasting powder, and 6 percent more than Austrian mining powder of the same era.[66] But obviously it has too much sulfur and too little charcoal. In half the tests it did not explode but merely burned rapidly, usually emitting a jet of fire like a rocket.[67] In one instance the bottom of the case was opened by the charge, but whether this was done by gas pressure or merely by the cutting of the flame jet could not be determined by examining the case.

It follows straightforwardly from these tests that the Bacon-Hime powder does not appear to measure up to the claims which have often been made for it. But since Hime may not have interpreted Bacon's anagram correctly, an element of doubt remains as to whether it was Bacon or Hime who appears to have unjustly occupied a place of importance in the history of chemistry. Since Newbold's interpretation of Bacon's formula also appears to function less well than the *Liber Igneum* mixtures, the authors are inclined to assume that the Arabic tradition of powder transmission is the much more probable one. But since some future student may devise a more functional interpretation of Bacon's cypher, it seemed well to attempt to find other ways in which to compare the English and Arabic accounts of gunpowder origin.

Obviously one way of doing this is to try the ancient powder recipes in a testing arrangement which more closely duplicates the situation of a firearm

66. Partington, *Greek Fire*, p. 326-7.

67. Fire was emitted in three of the five non-explosions, and jets of smoke only in the remaining two instances.

Several further observations indicate that the Bacon-Hime powder contained an excess of charcoal and a deficiency of potassium nitrate. In comparison with *Liber Igneum* powder it produced more smoke, of a darker and denser quality, and left more sooty residue behind when the burning ceased. It absorbed moisture much more readily. When stored under conditions of high humidity together with *Liber Igneum* powders and then dried in the sun in glass containers with lids placed loosely atop, the Bacon-Hime powder would cover the inside of its jar with a white condensation which completely fogged the side of the jars, rendering the powder within invisible. The *Liber Igneum* powder would emit only enough water to condense here and there into droplets on the glass. Obviously the high percentage of charcoal in the Bacon-Hime powder had made it much more hygroscopic.

This being the case, it is worth noting that the tests were conducted under temperature and weather conditions which were held as nearly constant from one powder batch to another as was practicable. Temperatures during the tests ranged from 70 to 89 degrees Fahrenheit, and humidity from 68 to 80 percent.[65] After days of rain or very high humidity, the powder ingredients were oven dried separately at 107 degrees Celsius for half an hour before mixing. Mixed powder stored overnight or longer was spread out in the sun for half an hour.

Again referring to the table, it can be seen that the two *Liber Igneum* powders both performed satisfactorily in the firecracker tests. In no case out of the twenty tests (ten of each formula) did the result fall short of explosion. One of the crackers charged with 6:1:2 powder required relighting a second time, and one of the 9:1:3 crackers required two relightings. These failures, however, may have been due to the fuses. In contrast, some of the 7:5:5 crackers were re-fused as many as five times without successful ignition.

The explosive reaction was registered in various ways. Sometimes the wooden plug was blown from the case. At other times the case end was blown off, or a hole was torn in one side of the tube. The plugs were blown as high as six meters, in the authors' estimation, and case fragments were thrown as far as eight meters from the ignition site. The noise of the explosion might best be described as a pop, a boom, or a roar, rather than a sharp, violent crack. In comparison with modern firecrackers, containing only 100 milligrams of powder the *Liber Igneum* crackers were much less noisy. Thus, while their powder is much more functional than that of the Bacon-Hime formula, it is by no means of modern strength.

In comparing the salvaged casings left behind after the *Liber Igneum* explosions with those left after the wet-mixed Bacon-Hime burns, it was noticed that the *Liber Igneum* cases were much less charred and much less coated with

65. Testing was done in West Lafayette, Indiana, during June, July, and August of 1978.

cylinders bent into a zig-zag shape.[62] Called English Crackers, or grasshoppers in England, these folded crackers are used as toys by children, reminding one that in Bacon's time this was already true in "diverse parts of the world". Lit at one end, they give a separate explosion each time the flame burns through a bend in the tube. When fired on the ground they leap up at each blast, hence the name grasshoppers. Their oldest description in writing goes back to the 1630s.[63] These bent or folded crackers hence perhaps offer another instance of western European indebtedness to the *Liber Igneum* tradition.

In charging the crackers the authors settled on a uniform charge of 1.3 grams. As Bacon specified that an air space should be left inside the case, (which was about the size of man's thumb, and to be filled half full), an air space about 12 millimeters long was left inside the case between the base of the wooden plug and the top of the charge. The charge was rammed well down into the tied-off end of the case in obedience to the traditional instructions regarding the handling of uncorned powder.[64] Thus part of the pressure contributing to the expulsion of the fuse came from the heating of the air in this space.

As can be seen from the first of the two tables appended to this paper, the powder prepared according to the formula which Hime published as the solution to Bacon's anagram fell far short of his claims made for it. Out of ten attempts, using the firecracker arrangement just described, seven did not ignite at all. In the case of the three charges which did burn to some degree, these were all three specially prepared charges, wet-mixed in an attempt to give the Hime-Bacon ratio an even greater chance to prove itself than the conditions of the experiments had heretofore done. Even this wet-mixed powder did not explode. It burned in a slow, sluggish, incomplete fashion. There was no spurt of fire from the fuse hole, but only smoke. Thus this mixture fell short even of performing at the level of a rocket.

Open air burning tests of this same mixture confirm its poor proportions. After repeated failures in the cracker configuration, using fresh lengths of fuse inserted into the case, the powder was poured out on a board and attempts were made to light it using various means, including wooden matches, red hot iron wires, smouldering lengths of fuse, and a propane torch. Often repeated efforts would be required, even with the torch. Once lit the powder would burn slowly, requiring from seven to as long as nineteen seconds for the flame to completely traverse the pile. The flames of the burning were of a dull red or orange color. Many separate sparks could be observed, indicating the ignition of single particles only, whose burning lasted long enough to identify them as individual flames as they were carried upward through the air.

62. Davis, *Chemistry of Powder*, pp. 74, 111.
63. According to Davis, *Chemistry*, pp. 40 and 55, they appear in Hanzelet Lorraine, *La Pyrotechnie* (Pont à Musson, 1630); and John Bate, *The Mysteries of Nature and Art* (London, 1635).
64. Hime, *Gunpowder*, p. 181; Williams, "Some Firing Tests".

Perhaps the best way to appreciate all of this is to obtain some parchment and some common paper and experiment with its behaviour. At any rate, it can be seen that the relevant texts harbor difficulties that lie in the path of Hime's interpretation.

All that Bacon says about his parchment cases is that they are about the size of a thumb, and made of a small piece of the substance.[58] But unless an exhorbitant number of wrappings of this stronger material are used, any parchment piece which can be coiled into a thumb-sized roll must necessarily be small in comparison to, say, a folio-sized sheet. The point of Bacon's remark is simply to marvel that something as small as a thumb can emit a sound that compares with the roar of an immense thundercloud. He is not giving precise materials specifications. And finally, Bacon notes that if the case of the cracker could be made "of solid material" *(de solidus corporibus)*[59] the violence of the explosion would be much greater. From this it would seem to follow that his powder was at least as dependent upon close confinement for its successful explosion as that described in *Liber Igneum*. Hence these texts will hardly bear the weight of the interpretation that Guttmann, Hime, and Partington have put upon them.

In closing out this topic, one must note that the *Mirabilis Mundi* text specifies a case made of paper *(tunica de papyro)*.[60] Thus, if this work is indeed the product of Albertus Magnus or one of his pupils, the use here of the same material as in *Liber Igneum* helps further to lead the European powder tradition into a relation of dependence upon prior Arab experiments.

Aside from the material of the case, Bacon does not specify its form. But since it was like a thumb, it must have been a cylinder. In *Liber Igneum*, however, it is stated that the rocket case may have "bends at will" *(plicaturas ad libitum)* (Guttmann's translation), but that the cracker case may have "only some bends" *(quam plurimas plicaturas)*.[61] The meaning of this is not altogether clear. Guttman has chosen to translate *plicaturas* as indicating folds or bends. It might alternatively be translated as wraps or coils, and in this connection the passage could indicate that the cracker cases should be thicker than the rocket tubes. It is not quite clear why a rocket tube would benefit from being folded upon itself, unless this were to be done to the head of the case, so as to produce one or more aerial explosions after the tube had reached its full altitude. How this might be done, and how *plicaturas* of the bending or folding sort might be applied to firecrackers, is explained by the existence in France and England of an old firecracker tradition using powder-filled

58. Hime, *Gunpowder*, p. 159; Partington, *Greek Fire*, p. 77.
59. Partington, *Greek Fire*, p. 78.
60. *Ibid.*, p. 86.
61. Guttmann, *Manufacture*, p. 8.

The authors found that with powder which did burn explosively, the fuse was generally expelled from the hole at the time of the explosion, and often beforehand. What seems to occur is that the gases generated by the burning of the fuse composition create enough pressure in the case to blow out the fuse, even before the main charge has been well lit. The explosion then occurs even with a vent open to the atmosphere. With good powder the explosion will rend the case. With powder not so good the rapid burning may take the form of a rocket effect, with a jet of fire being sprayed from the fuse hole. With bad powder, the fuse will burn down inside the case, often expelling itself through its own gas pressure, but at that point the process stops. The powder fails to ignite.

And indeed Hime's discussion of the difference between the firecracker cases of Bacon and of *Liber Igneum* fails to consider that they were made of different materials. In *Liber Igneum* both the rocket and firecracker cases were made of "papyro", or paper,[52] named after the papyrus from which it was first made. In *Opus Majus* and *Opus Tertium*, Bacon's terms for the case material are "pergameno", and "pergameni",[53] which translate as *parchment*. The name derives from the town of Pergamum, famous in antiquity for its library, where the use of parchment as a writing material was first developed.[54]

The *Liber Igneum* texts do indeed specify that rocket and firecracker cases should be made "short and stout" *(brevis et grossa)*,[55] but this may be only to contrast their external dimensions with the rocket cases, which are to be made "thin and long" *(gracilis et longa)*,[56] presumably to give them better aerodynamic qualities and to prolong the burning of the powder column. Even if the "stoutness" refers to the thickness of the sidewalls of the case, rather than to the ratio between its height and diameter, the use of paper rather than parchment may account for this difference. Before the middle of the thirteenth century, paper was generally made of vegetable fibers of a non-cotton sort. It was rejected by law for such important uses as documents because it was neither as strong nor as durable as parchment.[57] If many layers of paper were necessary to make an adequate cracker case, then binding the ends would indeed require strong wire, as the authors' experience with case manufacture of newsprint showed. Even with thin paper the crimping involves much effort.

52. Partington, *Greek Fire*, p. 54. The older term had been transferred to the newer material, but by the Middle Ages, at least in the lands dominated by Islam, papyrus had been displaced by paper. See Andre Blum, *On The Origin of Paper*, trans. by Harry M. Lydenberg (N.Y.: R. R. Bowker Co., 1934).

53. Partington, *Greek Fire*, pp. 77-8 .

54. Dard Hunter, *Papermaking, The History and Technique of an Ancient Craft* (New York: Alfred A. Knopf, 1943), pp. 14-18.

55. Partington, *Greek Fire*, p. 49.

56. *Ibid.*

57. Blum, *Origin of Paper*, pp. 16, 19-23, 34.

ture explosion or ignition. After a series of initial tests of mixing times of varying lengths it was decided to standardize on twenty minutes of hand mixing. This was done throughout the tests reported below for all the formulas tested. Unless otherwise noted, all powder was dry mixed.

To prepare the firecracker casings common newsprint was torn into strips, wrapped a certain number of times around a 19 millimeter mandrel, and taped longitudially along the free edge with a single piece of masking tape to prevent its unwrapping. The tube thus formed was then slid off one end of the mandrel for a distance sufficient to permit crimping the paper together and tying it shut by wrapping it tightly with 90 kilogram test dacron string. This gave a paper tube closed at one end. To close the other after the powder charge had been inserted, wooden plugs with holes drilled for the fuses and lathe turned for a slip fit into the cases, with a groove around the outside, were used. After these plugs were in place, further windings of string compressed the paper case into the plug groove, thus closing the remaining end of the case.

The cases were initially made in two thicknesses, one having eight full thicknesses of newsprint and the other seventeen. This was done in an effort to test Hime's belief that it was the strength of the case only which permitted *Liber Igneum* powder to make an explosive noise. After initial testing it was found that Hime's opinion did not fit the facts, and the remainder of the tests were conducted with a standard case of 17 thicknesses of newspaper. This approach, in common with the procedures described above, gave the Bacon-Hime powder advantages which historically it may not have enjoyed, thus increasing the rigor of any negative test results.

It was the behaviour of the fuses which provided the authors with the first experimental evidence of Hime's error. After several unsuccessful attempts at fuse manufacture the authors settled upon one made from three pieces of common parcel string twisted separately and then laid up into a miniature rope. This was then thoroughly smeared with a paste made by wetting modern commercially made black gunpowder with water. When dried this burned satisfactorily. Its finished diameter was such that it would just slide through a hole 2.2 millimeters in diameter.

With the fuses thus merely slid into place in the cases the authors fell short of obtaining the gas-tight seal that Hime thought necessary for the *Liber Igneum* powders to burn well. *Liber Igneum* recipe 13 does indeed specify that fuses should be made smaller at the ends than in the middle, and that the fuse hole should be a small one.[51] However, the text does not specify that the fuses should be inserted until they seal the hole, and the tapering of the ends may only have been to facilitate their initial insertion. At any rate, since Bacon is silent on the matter of fuses, here again the *Liber Igneum* text gives more evidence of actual experience.

51. Guttmann, *Manufacture*, p. 8.

al-Rammāḥ's ratios are close to those of Newbold, so that the results of testing the latter can be partly applied to the former.

To prepare the powders modern ingredients were used. This gave all the old ratios the benefit of the doubt, but Bacon's more than *Liber Igneum*, since the saltpeter purification process described in Bacon is inferior to that of the Arabic tradition.[44] Also, since the percentage of potassium nitrate in Bacon's formula is smaller by about a third than the *Liber Igneum* recipes, it seems obvious that his recipe will suffer from a shortage of oxidizer to a much greater degree than its rivals. Thus, providing Bacon's formula with modern ingredients will differentially confer an advantage upon his formula, and make the experiment a stronger test in the event of his powder performing badly. It is in any case impossible to duplicate exactly the purity levels of medieval ingredients.

The oldest surviving works which compare the strengths of powder containing varying proportions of potassium nitrate, assign the higher performance levels to the formulas containing more of this ingredient, either implicitly or explicitly. Francesco di Giorgio Martini, for instance, writing in about 1465, listed powder formulas appropriate for guns of different sizes.[45] The formula for bombards and mortars shooting stones of 200 pounds or more contained only fifty percent saltpeter. The percentages increased steadily as the gun size decreased, reaching 74 percent in small arms. Since the guns of the time were known to be weaker in the larger than in the smaller sizes,[46] it must follow that the formulas lower in saltpeter had lower performance levels. The same conclusion can be drawn straightforwardly from the formula lists given in Tartaglia, who wrote before 1537;[47] from the *Stridhs-konsth* of Peder Mansson, written before 1534;[48] and from German and French sources of the 1540's and later.[49]

From these data and our experiments, we suggest that very early powder formulas approximating to 1:1:1 could only be used in applications where the charges were large enough to permit temperatures, pressures, and thus burning rates, to rise greatly after ignition, but before the powder was consumed.

For mixing the ingredients the *Liber Igneum* text suggested braying them together on a marble slab.[50] The authors found a ceramic mortar and pestle to be sufficiently authentic, and much more convenient to use than a flat surface. Ingredients were weighed to the nearest half gram, and mixed in very small batches under suitably controlled conditions to minimize the danger of prema-

44. See note 17 above.
45. Partington, *Greek Fire*, p. 163.
46. Tartaglia, *Three Colloquies*, pp. 78-9, and p. 15 of Lucar's appendix.
47. *Ibid.*, pp. 72-4.
48. Partington, *Greek Fire*, p. 163.
49. *Ibid.*, p. 325.
50. *Ibid.*, p. 49.

misfire once in every four shots or more. These misfires took the form of non-explosive burning, wherein the release of gases would be so slow that much of the energy of the charge would vent itself through the touch hole of the gun into the air, rather than ejecting the ball. Occasionally under these conditions the ball simply rolled to the muzzle of the gun and dropped to the ground immediately below. When the dry mixed powder did explode it was capable of throwing a ball at velocities ranging from 190 to 270 meters per second. Generally it failed to penetrate simulated armor at roughly 9 meters distance. Wet mixing the powder increased the muzzle velocities by about 30 meters per second, and the rate of misfires dropped to less than one in ten. The simulated armor was now penetrated about half the time.

These tests were all run using iron tubes to simulate the barrel of an early gun. As noted above, neither Bacon nor the earliest Arab traditions discuss powder explosions in this context. Rather they specify that to make a noise like thunder and a flash like lightning, one should construct a small paper or parchment cylinder, about the size of one's thumb, bound at the ends with iron wire and half charged with powder. What they describe is thus an ancestor of the modern firecracker.

It was decided to conduct a series of experiments using powders whose ratios were the same as Hime's interpretation of Bacon's anagram (7:5:5), the two best recipes in *Liber Igneum* (6:1:2, and 9:1:3), and an amended interpretation of Bacon's cipher by Newbold (20:7:3).[43] The latter appears to have attracted little attention among subsequent students of gunpowder history, doubtless in part because its author admitted that he had reached his conclusions by an arbitrary process, and his posthumous editor moreover detected errors in his cryptographic process. The closeness of the Newbold ratio to modern powder, however, offered an opportunity to see what dry-mixed powder of a more optimal potassium nitrate percentage than that tested by Williams would offer in the way of performance. The *Liber Igneum* recipes were tested in preference to those of Ḥasan al-Rammāḥ for three reasons. First the *Liber Igneum* text claims that the powder will explode, which Hasan does not. Second, the *Liber Igneum* texts are more important in European history. Third, since Ḥasan al-Rammāḥ's potassium nitrate ratios are closer to modern values, testing the inferior *Liber Igneum* ratios poses a more crucial test for the importance of the Arab chemical tradition. As it happens, Ḥasan

43. William Romaine Newbold, *The Cipher of Roger Bacon* (Philadelphia: The University of Pennsylvania Press, 1928); see also Robert S. Brumbaugh, editor, *The Most Mysterious Manuscript: The Voynich "Roger Bacon" Cipher Manuscript* (Carbondale, Ill.: Southern Illinois University Press, 1978), especially page 35. Davis, *Chemistry of Powder*, p. 38, translated Bacon's text so as to yield a formula of 6:5:5. Davis believed that it "probably" would not make very good gunpowder, so he does not appear to have tested any. The authors did not make any powder using this formula as the Hime-Bacon numbers appeared sure to give more favorable results, and thus to offer a more crucial comparison between Bacon and the Arab formulas.

addition Partington's view that the man shown in *Bellifortis* firing a rocket is dressed in Arab costume.[37] He is additionally of the opinion that the man firing the cannon in the Milimete manuscript, the oldest surviving clearly dated picture of a cannon in existence, is shown with a darker complexion than an Englishman would likely have possessed.[38] The early Spanish artillery treatise of Diego Ufano seems to follow *Liber Igneum* phrasing in one instance.[39] And finally, one of the manuscripts of Francesco di Georgio Martini, who flourished ca. 1450, contains an Italian translation of *Liber Igneum*.[40]

From the above it now appears that the rival claimants to the introduction of gunpowder into Europe, Bacon and the Arabic alchemical tradition, now appear to have origins in roughly the same time period. Fortunately, the considerable composition difference between their formulas offers a way of resolving some of the resulting uncertainty. Upon examining the literature the authors were unable to find any previous instance of an experimental test of Bacon's formula. Two experiments came close, and both tended to reinforce the doubtfulness of Bacon's claims.

Tage Lassen experimented in the 1930's with a mixture of 35:35:30, and found that even when a very large powder charge, almost equal in weight to the ball, was used in a duplicate of a 14th century hand cannon, the ball was thrown less than 20 meters.[41] Lassen did not specify whether this powder exploded, with a sharp cracking or booming sound; or whether it simply burned rapidly, with a rushing or hissing sound. Lassen reported that in damp weather this mixture would not ignite, doubtless because of the hygroscopicity of the charcoal.

In 1974 Williams published the results of test firing a similar fourteenth century handgun design with a mixture of 6:1:2, or the Albertus Magnus *Liber Igneum* mixture number 13.[42] Lassen had simply dry mixed his ingredients, since wet mixing, with subsequent drying of the paste and then crumbling it into "corns" or "grains" does not appear to have been known before the late fourteenth or early fifteenth centuries. Williams tested his mixture first by dry-mixing only, and then by additionally moistening and corning it.

The dry-mixed powder, presumably the version which would have been known in the thirteenth century, did not perform at modern levels. Unless carefully rammed, it would tend to settle out into its ingredients, and then

37. Partington, *Greek Fire*, pp. 147-8; Eichstätt, *Bellifortis*, folio 102 Recto.

38. Partington, *Greek Fire*, pp. 98-9; Dudley Pope, *Guns* (London: Spring Books, 1965), page 9, the top illustration.

39. Partington, *Greek Fire*, p. 167.

40. *Ibid.*, p. 163.

41. Tage Lassen, "Hand Cannon to Flintlock", *The Gun Digest*, 10 (1956), pp. 33-40, especially p. 36.

42. Alan Williams, "Some Firing Tests With Simulated Fifteenth-Century Handguns", *The Journal of the Arms and Armour Society*, 8 (1974), pp. 114-120, and Plates XLIX-l.

contains about 41.2 percent saltpeter, and about 29.4 percent of both sulfur and charcoal.

The early Arab mixtures, in contrast with Bacon's, are much closer to the modern ratios. Ḥasan al-Rammāḥ's recipes, for instance, are organized around the ratio of ten parts saltpeter to one or two parts sulfur and two to three parts charcoal.[31] Thus Ḥasan's potassium nitrate percentages range from about 66 to 72 percent, well within the range of variation encountered in gunpowder as late as the nineteenth century.[32] The case is similar for the best recipes in *Liber Igneum*. As noted above, Numbers 13 and 33 specify the ratios 6:1:2 and 9:1:3 respectively. The saltpeter percentages here are 66 and 68, in that order. These data appear to be difficult to reconcile with Hime's contention that the strength of the firecracker cases in *Liber Igneum* is the only factor which enables these powders to explode.

Before closing off the discussion of problems in earlier interpretations, it seems appropriate to point out the positive contributions made by Hime, Partington, and Guttmann to the understanding of the role of *Liber Igneum*. Their work makes it clear that the attribution of the manuscript to Mark the Greek should not obscure the traces of Arab origin in the earlier part of the piece.[33] The employment of Arabic terms and the reference to eastern Mediterranean *kharīf* rains, both point in this direction. Thus it appears that a Greek or Byzantine role in the history of the text is limited to its transmission.

Moreover, the historical role of *Liber Igneum* in the diffusion of gunpowder technology in Europe is both considerable and clearly demonstrable, in sharp contrast to the uncertain status of Bacon's formula before Hime deciphered it. As noted above, Albertus Magnus appears to have known a recipe before 1280 which is frequently identical in its wording with *Liber Igneum* recipe number 13. The first important powder discussion in German, Konrad Kyeser von Eichstätt's *Bellifortis*, written before 1404, contains the *Liber Igneum* text.[34] The Munich manuscript CLM 197, from the second quarter of the fifteenth century, also contains it,[35] as do most of the manuscripts in the extremely important German fifteenth century *Feuerwerksbuch* tradition.[36] As was mentioned above, the oldest English powder manuscript after Bacon, that of Robert Arderne, seems to be condensed from *Liber Igneum*. It is in

31. *Ibid.*, pp. 202-3.

32. *Ibid.*, pp. 324-7.

33. As, Hime, *Gunpowder*, pp. 70-86; Partington, *Greek Fire*, pp. 57-61; Guttmann, *Manufacture*, p. 9.

34. Konrad Kyeser aus Eichstätt, *Bellifortis*, trans. and ed. by Götz Quarg (Dusseldorf, Verein des deutscher Ingenieure, 1967), pp. 57-77 (folios 91b-103a).

35. Partington, *Greek Fire*, pp. 144-5.

36. *Ibid.*, 152; Wilhelm Hassenstein, ed., *Das Feuerwerksbuch von* 1420 (Munich: Verlag der Deutschen Technik, GMBH, n.d.), pp. 85, 87.

in many parts of the world.[25] If this is the case, then what possible reason could Bacon have for writing about gunpowder in code? And what becomes of his claim to its invention if within two decades at most of his coded revelation children were commonly playing with such mixtures? And does not Bacon's reference to children of "the world", rather than to, say England or Christendom, hint that gunpowder may have come to Europeans from some other civilization?

The simplest way of solving this problem seems to be the assumption that Bacon wrote in code because he was worried about incurring the suspicion and the wrath of a Church increasingly suspicious about his interest in scientific experiment.[26] It is well known that his interest in Arabic science made him suspect, and he might well have chosen to conceal the source of his information for this reason. In this view, then, Bacon was a persecuted transmitter of chemical information rather than an innovator.

But perhaps allowance should be made also for the possibilities that Bacon's writings have been corruptly transmitted to posterity, or that his codes have not been correctly solved. A point to notice in this connection is that the earliest manuscript of *De Secretis* is fragmentary and does not contain the powder formula anagram. The oldest complete manuscript is from the fifteenth century, or well after gunpowder had become common.[27]

A major difficulty with the Bacon-Hime formula is its very low proportion of potassium nitrate in comparison with the bulk of the surviving early powder formulas. It is true that a few early German formulas give low percentages of saltpeter, and some of the formulas which Tartaglia specifies as "most ancient" drop down as low as 1:1:1.[28] This stinting on the vital oxidizer for the mixture could doubtless be justified on the grounds of the high relative cost of saltpeter. Hime's researches testify amply to this.[29] But the imbalance of the mixture from a modern perspective raises the question of just how well Bacon's powder really worked. As Partington has pointed out, even clearly incorrect and unworkable recipes were often transmitted alongside proper ones, perhaps in the hope that further investigation would uncover their "secrets".[30] Modern black powder generally contains around 75 percent saltpeter, 10 percent sulfur, and 15 percent charcoal. The Bacon-Hime mixture

25. *Ibid.*, pp. 77-8.

26. *Ibid.*, p. 76, provides notes to the other participants in a discussion of this point. A good biography of Bacon is Stewart C. Easton, *Roger Bacon* (New York: Columbia University Press, 1952). For his interest in Arab science see pp. 22, 70-71, 230.

27. *Ibid.*, p. 69.

28. Niccolo Tartaglia, *Three Bookes of Colloquies, Concerning the Arte of Shooting in Great and Small Pieces of Artillerie*, translated by Cyprian Lucar (London: J. Harrison, 1588), p. 72.

29. *Gunpowder*, pp. 184-6.

30. *Greek Fire*, pp. 58, 150-51.

nitrate. For Partington this "first clear account of the process" dates from around 1280.

Ḥasan al-Rammāḥ shares with *Liber Igneum* the credit for introducing the idea of the fuse and information on how to install it successfully in a firecracker case.[18] As will be seen below this is a point of some importance, given the behaviour of early gunpowder. Bacon is silent on the topic.

An additional problem in Hime's analysis is his complete neglect of *Liber Igneum* recipe 33. He considers recipes 12 and 13, but dismisses them as capable of producing a rocket effect only.[19] It is true that the recipes speak of the manufacture of "flying fire", but recipe 13 gives in addition directions for making a casing in which the powder will explode.[20] Recipe 33 speaks also of the making of "flying fire," but its potassium nitrate content, at 68%, is even higher than that of recipe 13, which contains 66%.[21] As will be seen below, these percentages appear to be crucial. Partington gives a translation of recipe 33, but then passes on without further substantial comment.[22]

A remaining difficulty in Hime's presentation has to do with the cryptic original form of Bacon's explosive powder formula. Given as an anagram, it was apparently not deciphered until Hime published on it in 1904.[23] This late date immediately raises the question of whether anyone else between Bacon's time and the beginning of the twentieth century had been made privy to Bacon's "secret". If they had not, then how did the knowledge of powder manufacture diffuse through late medieval Europe?

The only other early English powder formula, that of a Doctor Arderne, living in Newark until about 1377, is not the same as that of Bacon-Hime. It specifies as ratios 6:1:2. This is the same as recipe 13 from *Liber Igneum*, and indeed Arderne follows that source word for word in places, both here and in other places in his writings.[24] After Arderne there seem to be no other peculiarly English powder recipes until the time of Peter Whitehorne, who wrote in 1562.

Indeed, the whole question of secrecy in Bacon's work appears to have been seen from the wrong vantage. His use of code has helped give credence to the belief that he was one of the very first persons to know explosive powder. But the cryptic descriptions in his works were written at the earliest in the 1250s, and possibly as late as 1265-8. Thus it is important to notice that in *Opus Majus* and *Opus Tertium*, written 1266-68, he describes gunpowder in clear and straightforward Latin as being used in children's toys which are known and used

18. *Ibid.*, p. 203; Guttmann, *Manufacture*, p. 8. Both Hime and Partington omit this last reference.
19. *Gunpowder*, pp. 86-7.
20. Guttmann, *Manufacture*, p. 8.
21. Hime, *Gunpowder*, p. 67.
22. Partington, *Greek Fire*, p. 54.
23. *Gunpowder*, pp. 157-8.
24. Partington, *Greek Fire*, pp. 323-4.

Partington departs from Hime's approach at this point, however. Whereas Hime had characterized Bacon as the discoverer of gunpowder, Partington felt that this was uncertain. Bacon certainly knew of its explosive properties and other effects, but Partington expressed some doubt that he had ever worked with it personally.[11] The question of whether Bacon had received knowledge of explosive powder from an earlier source, such as *Liber Igneum*, Partington dismissed as being incapable of a definite answer.[12] Even with this uncertainty, however, Partington felt that Bacon, together with Albertus Magnus, were "two of the greatest scientists of the Middle Ages."[13]

All these interpretations harbor difficulties. The tradition deriving gunpowder from Berthold Schwarz is late, and in general now seems unlikely. Hime's dismissal of the saltpeter-containing recipes in *Liber Igneum* as too late to precede Bacon's gunpowder formulation is a precarious conclusion. For Partington provides evidence that saltpeter was known to the Arabs as early as 1225, when Bacon was only about ten years old.[14] Again, the manuscript *De Mirabilis Mundi*, usually attributed to Albertus Magnus, Bacon's teacher, contains a recipe for explosive powder that appears to have been condensed from recipe 13 in *Liber Igneum*, and is in places word for word identical with it.[15] In the places where condensation has occurred, the *Mirabilis Mundi* text is markedly less clear than that of *Liber Igneum*. Not all agree that the text was a genuine work of Albertus, but Partington found reasons for believing in its probable authenticity. He felt that if it was not by Albertus himself, then it was the work of a pupil. And since Albertus died only about four years before Bacon, the *De Mirabilis Mundi* text thus poses a serious challenge to Bacon's priority. Partington believed that if it was not an original work of Albertus or a pupil, it might have been copied by a pupil from a collection of Arab chemical recipes.

Again, Hime credits Bacon as being the first to describe clearly an effective process for refining potassium nitrate.[16] His view, however, as Partington points out, rests upon an arbitrary reconstruction of the cryptic Chapters IX and X in *De Secretis*, and is thus open to doubt. Partington makes a much stronger case for Ḥasan al-Rammāḥ, who died in 1294 or 1295 while still in his thirties.[17] Al-Rammāḥ not only describes this same purification process in adequate detail, but adds the use of wood ashes for precipitating calcium and magnesium salts out of the solution prior to the crystallization of the potassium

11. *Greek Fire*, p. 78.
12. *Ibid.*
13. *Ibid.*, p. 64.
14. *Ibid.*, pp. 32, 287-8.
15. Guttmann, *Manufacture*, pp. 9-10.
16. *Gunpowder*, pp. 16-28, especially pp. 25-8; and pp. 142-55.
17. *Greek Fire*, p. 201.

Hime's chief contribution to the history of gunpowder has been to support Roger Bacon's claim to the invention of the substance.[5] He considered the claim of *Liber Igneum*, but at length dismissed it for several reasons.[6] First, some of the recipes in the text could be dated from as late as 1300, or after Bacon's death sometime between 1284 and 1292, and certainly later than his writings on explosive powder, *De secretis*, *Epistolas fratris*, *Opus Magus*, and *Opus Tertium*. Second, Hime considered the powder recipes in *Liber Igneum* to be incapable of yielding a satisfactory explosive. (In this opinion, Guttmann concurs.)[7] Third, he believed that Bacon's writings contained the most satisfactory instructions of the period for refining potassium nitrate, the chief component of gunpowder. These were in code, which he claimed to have deciphered. And fourth, Hime believed that he had also solved the anagram in Bacon's *De Secretis* in which the gunpowder formula was given. Hime believed that Bacon's formula consisted of seven parts potassium nitrate, or saltpeter; five parts sulfur; and five parts charcoal. Two studies disputing Hime's conclusions are known to the authors, and will be briefly considered below.[8] For those who accept Hime's conclusions, and these appear to be in the majority, this Bacon-Hime 7:5:5 formula thus becomes the earliest published indication that an explosive powder had become known. Here as below, these numbers will denote the proportions of potassium nitrate, sulfur, and charcoal, in that order.

Partington's work, the most recent attempt to survey the whole subject, partly follows Hime's views. The claims of Berthold Schwarz are dismissed entirely.[9] *Liber Igneum* is considered, but Partington follows Hime in believing that its powders are not true explosives.[10] The *Liber Igneum* powders merely burn fast enough to cause gas pressures to build up inside the paper casing of the firecrackers described in recipes 13 and 33, the noise being produced by the rupture of the case. Hime had believed that the *Liber Igneum* firecracker cases were very strongly made, tightly bound with iron wire at the ends, and capable of containing a rather slow gas pressure buildup until finally the case gave way. The strength of the case was essential, in Hime's view, for it gave the very weak mixtures of *Liber Igneum* enough time to produce a pressure differential capable of yielding an audible shock wave, an explosion, which they could not do if burned in the open air or in an easily breached pressure vessel. By contrast Hime believed that Bacon's firecracker cases were thin and easily blown open, so that only the excellence of the powder mixture was responsible for the explosion noise in this instance.

5. *Gunpowder*, Ch. VIII.
6. *Ibid.*, pp. 57-89. See especially pp. 87-9.
7. *Manufacture*, 9.
8. See note 43 below.
9. *Greek Fire*, Ch. III, especially p. 96.
10. *Ibid.*, pp. 60-61. Compare Hime, *Gunpowder*, pp. 86-9.

In Defense of *LIBER IGNEUM*: Arab Alchemy, Roger Bacon, and the Introduction of Gunpowder into the West

VERNARD FOLEY* & KEITH PERRY**

THE EARLY HISTORY OF EXPLOSIVES has been illuminated by a series of works of deep scholarship. Those of Partington, Hime, and Guttmann appear to be of particular use in connection with the present topic.[1] But the effect of long-standing national traditions appears occasionally to persist in some of these volumes, to the detriment, it will be argued below, of a fully balanced approach to the subject.

German writers on the origin of gunpowder have tended to emphasize the role of Berthold Schwarz, a Dane, German, or Greek, whose conjectured dates range from the 13th to the 15th century.[2] Partington and Hime have rejected this tradition as legendary. The most balanced German origin account of the theme appears to be that of Guttmann, who makes Schwarz out to be the first to apply explosive powder to the firing of projectiles.[3] By this light others may have invented an explosive powder, but Schwarz was the first to see that it could be used in a gun. In the remainder of his historical analysis, Guttmann traces the origin of explosive powder back through Arab alchemy, most particularly through the manuscript known as *Liber Igneum*, or the "Book of Fires" of Mark the Greek.[4] In this work and in Roger Bacon's discussion of explosive powder recipes, the substances produced are used either in rockets or in firecrackers.

* Department of History, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, U.S.A.

** Harris Corporation, Melbourne, Florida 32901, U.S.A.

1. J. R. Partington, *A History of Greek Fire and Gunpowder* (Cambridge: W. Heffer and Sons, 1960); Henry W. L. Hime, *Gunpowder and Ammunition, Their Origin and Progress* (London: Longmans, Green and Co., 1904); Oscar Guttmann, *The Manufacture of Explosives* (New York: MacMillan and Co., 1895), two volumes; and *Monumenta Pulveris Pyrii* (London: Artists Press, 1906), by the same. These works contain transcriptions of manuscripts otherwise difficult to obtain, and will be used for the Bacon and *Liber Igneum* citations below unless otherwise noted. It is frequently necessary to cite more than one of these sources, as merely partial transcriptions often occur. See also S. J. von Romocki, *Geschichte der Explosivstoffe* (Berlin: Robert Oppenheim, 1895), 2vols.; Tenney L. Davis, *The Chemistry of Powder and Explosives* (New York: John Wiley and Sons, 1943); and M. Berthelot, *La Chimie au Moyen Age* (Osnabrück: Otto Zeller, 1893), Volume 1.

2. Guttmann, *Manufacture*, pp. 11-17; Romocki, *Geschichte*, pp. 106-113.

3. Guttmann, *Manufacture*, pp. 16-17.

4. *Ibid.*, pp. 7-9, 17.

During the 16th century, despite the aforementioned Arabic edition of the *Canon* of Avicenna published in Rome in 1593, the Arabic language disappeared definitively from Western Europe as a vehicle of medical science. We have testimony to the fact that Arabic was kept alive in scientific circles among the Jews (Italy), Moriscos (Spain) and Christians (Italy and Spain fundamentally). It was in use round the middle of the century as a tool which could *still* be of utility. It was used, for example, by Bartolomeo Eustachi (c.1500-1510 to 1574), who studied in Rome and worked there in the *Sapienza* from 1548.[62] Vesalius himself[63] kept it for the *nomina* of the *Tabulae Anatomicae* (1538), and we have already noted the circumstances surrounding the work of the Spaniard Miguel Jeronimo Ledesma. But by now Arabic was no longer in use as a means of handing on information (we have no record of manuscripts being copied or regularly printed in this period), nor as a language for innovation in any of the branches of medical literature then current. The increasing oppression of the minorities which used Arabic as their language in Spain was of decisive importance in aborting any chance they may have had of offering a new way forward for 15th and 16th century medicine, based on the Arabic medical sources themselves, or using Arabic as a medium of expression. Michael Servetus (1509-53), as early as 1537, could not escape the anti-Arab sentiment pervading the Spanish community. Some of his statements in favour of the new Galenism almost took on the warlike aspect of a crusade against the Arabs, whose definitive subjugation in his homeland dated from just a few years before he was born.[64]

62. See note 11.

63. C. Singer and C. Rabin, *A Prelude to Modern Science; Being a Discussion of the History, Sources and Circumstances of the "Tabulae Anatomicae Sex" of Vesalius* (Cambridge Univ. P., 1946).

64. "Compelled by wonder of the thing itself, we are forced to profess that the birth and rebirth of Galen were granted as a kind of divine gift for the assistance of various mortal needs... In our happy age, he, once shamefully misunderstood is reborn and re-establishes himself to shine in his former lustre, so that like one returning home he has delivered the citadel which had been held by the forces of the Arabs, and he has cleansed those things which had been bespattered by the sordid corruptions of the barbarians". *Syruporum universa ratio, ad Galeni censuram diligenter expolita* (Paris,1537), in *Michael Servetus: A translation of his Geographical, Medical and Astrological Writings...* by C. D. O'Malley, (Philadelphia: Amer. Phil. Soc., 1953), p. 60 (O'Malley's trans.). Cf. Temkin, *op.cit.*, pp. 126-127.

ture in Spain: that it should have been forgotten by the members of the Muslim community itself, who lost touch with their own heritage. The result was that, for a combination of historical and sociological reasons, the sizeable minority which spoke Arabic in 16th century Spain could offer no new way forward from the Arabic medical sources for the medical science of the day. Nor could it use Arabic as a language for the creation or transmission of medical knowledge.

5) Arabic medical literature was sought out and collected by the Humanists, but with a very different point of view and purpose in mind. It is very clear that by the second half of the 16th century the medical treatise in Arabic had become for the Humanist scientist and aristocrat of the Christian persuasion a valuable object in itself; it was sought after and treasured because it was "old". They formed part of a historical process which could be clearly followed via the manuscripts. They contained all that was valuable in the past. Hence the very passion for collecting Arabic medical manuscripts on the part of the Humanists in this period of the 16th century, revealed the death-pangs of the Arabic medical tradition which no longer served any useful purpose for the Christian medical and scientific circles of the second half of the 16th century. The Arabic manuscript is locked away in the great libraries. It never finds its way into print, and hence has no circulation. Take the example of the formation during the 16th century of the nucleus of the Arabic medical collection in the great library of the Escorial,[58] founded by Philip II. The Humanist Paez de Castro, one of those who planned the great library, bequeathed to it in 1572 sixty-seven Arabic manuscripts of which forty-six were of a medical nature.[59] In 1576, 265 Arabic manuscripts found their way into the Escorial, and of these 179 were on medicine. They belonged to the library of the aristocrat Diego Hurtado de Mendoza, who confessed that he obtained most of them during his stay in Granada.[60] When around 1580 the Humanist Arias Montano gave his opinion on the Arabic manuscripts in the Escorial, of which the greater part (67%) were of a medical nature, he told King Philip II: "Your Majesty should keep a great number of manuscripts in the Arabic language, *although nowadays this is not used or understood among men of science*, because if the books of old had not been stored away in the libraries of Princes... they would not have surfaced again in our day, stimulating men of science to understand them".[61]

a propósito de un manuscrito del British Museum (Sloane, 2489)", *Asclepio* (Madrid), 23 (1971), 267.

58. *Cf.* B. Justel, *La Real Biblioteca de El Escorial y sus manuscritos árabes* (Madrid: Instituto Hispano-Arabe de Cultura, 1978), and the references there cited.

59. *Ibidem*, pp. 213-214.

60. *Ibidem*, pp. 151-152.

61. Reproduced by Justel, *op. cit.*, p. 154. (The italics are mine).

the *Qānūn* of ibn Sīnā, together with others of his works of a philosophical character, have been printed in Rome in 1593? Apart from this one piece of information, I have no supporting data which would enable me to answer the question with anything like the required exactness.

4) The possible fourth reason has already been considered from another standpoint: the fact that Arabic was never incorporated into the programme of the Medical Humanists in their effort to reconstruct Ancient Medicine, even though some of them looked upon the best in Arab medicine as part of their own heritage. Emphasis has been placed on the attempt of Medical Humanism to *break* with medieval medicine, but the real situation was more complex. There was also a current of opinion which sought to accept and *link up with* Arab medicine. The *Canon* of Avicenna formed part of this tradition, which the Humanists tried to take as their base, and at the same time improve on. Hence their efforts at fresh translations from Arabic to Latin. That is, the language of the Western universities took over, hand in hand with a Humanistic Galenism, which now looked more to Hippocrates and would have little to do with the Arab authors, not even when these had been directly translated from Arabic into Latin. The members of this generation of Spanish Humanist doctors from the second half of the 16th century were not only ignorant of Arabic, but even around 1570-90 had bitter conflicts with Morisco healers, who continued practising medicine not only among the descendants of the Muslim population, but even among the "Old Christians" themselves.[55] Apart from social reasons for the conflict with members of the increasingly depressed Morisco minority (expelled from Spain, let us recall, in 1609), there were also scientific reasons: the Morisco folk-healers – apart from a very few exceptions (e.g. the case of Alonso del Castillo which we have seen) – had lost touch with their own Arabic medical sources, and hence their art was of a completely empirical kind. Also, as the 16th century wore on, increasing difficulties were put in the way of those who wished to study in the Faculties of Medicine.[56] These Faculties did their teaching in Latin, and there were those like Alcalá and Valencia which between 1565 and 1575 dropped Avicenna from the syllabus.[57] This was one of the tragic features of the fate of Arabic medical litera-

(recension) of the *Elements* of Euclid ascribed to al-Ṭūsī was printed in Rome in 1594. The dates of these two last books have been taken from A. Demeersemann, "Une étape de la culture et de la psychologie islamiques: les données de la controverse autour du problème de l'Imprimerie". *Ibla* (Tunis), 17 (1954), 43. Demeersemann did not know that the Roman edition was of the spurious *Taḥrīr*. *Cf.* J. Murdoch, Euclid: Transmission of the Elements, in *Dictionary of Sci. Biogr.*, C. C. Gillispie, ed., (New York: C. Scribner's. vol. IV, 1971), pp. 440 and 453-54.

55. *Cf.* L. García Ballester, "The Minority of Morisco Physicians in the Spain of the 16th Century and their Conflicts in a Dominant Christian Society", *Sudhoffs Archiv*, 60 (1976), 209-234.

56. In the Parliament of Castile in 1607 it was demanded explicitly of the king that he forbid the entrance of the "moriscos" into the Faculties of Medicine in Granada and Castile. *Cf.* García Ballester, *Medicina, ciencia y minorias marginadas...*, p. 46.

57. *Cf.* note 12 and L. García Ballester. "Las obras médicas de Luis Collado (+ 1589). Nota

bition. From then on, with some let-up, there was an open campaign against Arabic manuscripts, which became material proof of participation in politico-religious subversion. It did not matter any more what the content of the manuscript actually amounted to. The result was a waning of the use of Arabic. The language withdrew, as it were, into the catacombs where it died of asphyxia.

2) Another reason was the sudden disappearance of the important Jewish minority which did not accept forced conversion to Christianity. They were expelled from Spain in 1492, but already in the 14th century – like the more numerous Muslim minority – they were being increasingly relegated to a secondary role in society. The Jewish minority – some of their number descended from Spaniards – kept Arabic alive during the first half of the 16th century in Italy (Venice, Rome) as the language in which medical lore was handed down.[52] Let us bear in mind the existence of testimonials to the copying and handing on, between 1379 and 1428, of nine works of Galen, three of Hippocrates, Books I and II of the *K. al-Qānūn*, the *Tacuinum sanitatis (K. Taqwīm al-ṣiḥḥa)* of Ibn Buṭlān, the *K. al-Ḥāwī (Continens)* of al-Rāzī, fragments of Paulus of Aegina, Yūḥannā ibn Māsawaih, Ibn Zuhr, etc. All of these were copied out and put together in Toledo and Guadalajara by members of the Jewish family of the Waqqār, and in particular Yahūdah ibn Abū *(sic)*' l-Ḥasan Salomon ibn Waqqār al-Isrā'ilī, active between 1379 and 1387, and Isḥāq ibn Hārūn, active around 1428.[53]

3) Another point is that Arabic manuscripts could not withstand the pressure of the printing press, which was flooding the market with the old Latin versions of the Arab authors, or new Latin translations of the Greek authors, and even Greek versions themselves (the *Opera Omnia* of Galen in 1525). Clearly the use of printing sets us squarely before the problem of bias in science, even in such an empirical branch of knowledge as medicine. We have already noted the increasing political controversy over the use of the Arabic tongue in 16th century Spanish society. In practice, medical sources in Arabic had no access to the printing press, and suffered the fate of the non-academic manuscript: either they circulated in semi-clandestine fashion, or they were regarded as testimony to a historical past and shut away in the great libraries which the Humanists founded. During the 16th century no medical or scientific work in Arabic was published in Spain, contrary to the Roman experience between 1591 and 1595, where the printing presses founded by Pope Pius IV (1559-65) were active in this respect.[54] But why should the thick volume of

52. See note 10.

53. Cf. H. Derenbourg and H. -P. -J. Renaud, *Les manuscrits arabes de l'Escurial*, Tome II-2, (Paris,1941), n. 870-1,2,4,; 873-5, 8,11. M. Steinschneider, *Arab. Lit. der Juden*, n. 124, pp. 156-166.

54. The medical work of Avicenna was the *K. al-Qānūn*... (Romae: In Typographie Medicea, 1593). In the same printing house the *K. Nuzha al-mushtāq* of al-Idrīsī was printed in 1591. The *Taḥrīr*

level.[46] As the century wore on, the double force of attraction and repression became more and more apparent.[47] The Morisco population of Aragon lost within two or three generations the Arab tongue which had held sway in the highest circles of learning, in theology, philosophy, medicine, and astronomy, as late as the last decade of the 15th century.[48] The strong concentrations of Morisco population in Granada and Valencia held on to the Arab language with some ups and downs.[49] The refusal of the Christian majority, entrenched in positions of power, to use Arabic emerges clearly from the example of Valencia, where approximately 25% of the population spoke Arabic. As early as 1528 a campaign was planned to eradicate Arabic.[50] But the first clear rejection of the language came from the Church in 1561. The junta of bishops decreed that the population of Muslim origin "is to be forbidden to read and write Arabic, and steps are to be taken to make them learn the language of the kingdom".[51] The civil authorities took on the task of enforcing the prohi-

Koran)" into Castilian, *Tratados de legislación musulmana* (Madrid: Real Academia de la Historia, 1853). pp. 7 and 248. *Cf.* A. Castro, *Sobre el nombre y el quién de los espanoles* (Madrid, 1973), p. 276.

46. In 1539, the Belgian humanist, Clénard, tried to consult a recently converted "morisco" physician, in Seville, on his doubts about Arabic grammar. The latter refused to help, claiming "that he was a true Christian; that he had no desire to manifest his ancient beliefs in any way; that he wished to avoid punishment in the case of his beginning to give me lessons...; that he was a recent convert;... and that he did not wish to prejudice the high opinion that the people held of him". A. Roersch (ed.), *Correspondance...*, I. pp. 151-152,34-49.

47. This dialectic–in contexts which are naturally different–can be detected also in the Christian minority which lived in Spanish territory dominated by Muslims in the 9th to the 10th centuries; the young Christians learned the Arabic language and forgot their Latin. Even the bishops wrote in Arabic (e.g. Recemundo de Cordoba) up to the point where the writings of St. Isidore were translated into Arabic. *Cf.* M. Díaz y Díaz, *De Isidoro al siglo XI* (Barcelona: El Albir, 1976), p. 169ff. In this context, the famous lament of the Christian Alvaro de Cordoba (9th century) is very significant: "Nonne homnes iubenes Christiani uultu decori, lingue disserti, habitu gestuque conspicui, gentilici a eruditjoni precari, Harabico eloquio sublimati uolumina Caldeorum hauidissime tractant, intentissime legunt, ardentissime disserunt et ingenti studio congregantes lata constrinctaque lingua laudando diuulgant, eclesiasticam pulcritudinem ignorantes et eclesiae flumina de paradiso manantja quasi uilissima contemnentes? Heu pro dolor, legem suam nesciunt Christiani et linguam propiam non aduertunt Latini,.." *Indiculus luminosus*, in *Corpus Scriptorum Muzarabicorum*, ed. by I. Gil (Madrid: C.S.I.C., 1973), vol. I, pp. 314, 46-54.

48. J. Ribera, *Disertaciones y opusculos*, vol. I, (Madrid, 1928).

49. At this moment, Ana Labarta of the Autonomous University of Barcelona is studying the notes and brief Arabic manuscripts of the "moriscos" under trial, which were seized by the Inquisition. These notes and manuscripts were incorporated into the trial records.

50. Towards the year 1500–scarcely eight years after the conquest of Granada, when the Spanish monarchs gave their word that they would respect the laws, customs, religion, and language of the Moslems–advice was given to the inhabitants of the Albaicín (a district of Granada) to the effect that "so that your conversation may not cause scandal amongst the Christians, and that they may not consider that you mantain the devotion to Mahoma in your hearts, it is necessary that... you forget as much as is possible the Arabic language..., and that you should never speak it in your homes". Archivo General, Simancas. *Diversos de Castilla*, leg. 8, f. 114.

51. Archivo Histórico Nacional, Madrid. *Inquisicion*, lib. 911. Cf. R. García Carcel, *Herejia y sociedad en el siglo XVI. La Inquisición en Valencia*: 1530-1609 (Barcelona: Península, 1979).

ṭibb w'al-ḥikma written by Abū al-Ḥasan ʿIsā ibn al-Ḥakīm, better known as Masīḥ al-Dimishqī, a doctor of the famous Caliph Hārūn al-Rashīd.

The work of Masīḥ has not been studied to date, and is still in manuscript. We know, however, that it was used and frequently quoted from by al-Rāzī.[41]

The language used by Alonso del Castillo is a classical type of Arabic, and this would lead us to suppose that Arabic medical manuscripts must have circulated freely and been used for the study of medicine, at least among the New Christians (or Moriscos). One cannot, of course, rule out the possibility that these were merely exercises designed to keep alive literary Arabic, which had practically fallen out of use by this date (1560-80) among the Moriscos of Granada.[42]

3. *Factors Which Impeded or Slowed Down the Circulation of Arabic Medical Manuscripts*

It would be interesting to tackle the problem of what caused the slowing down and interruption of the circulation of Arabic medical manuscripts in 16th century Spain. The traffic had come practically to a complete standstill by the last two decades of the century. We can list the following reasons:

1) The Christian majority, by its weight, deliberately stifled every aspect of the culture of the Morisco minority which set the latter apart. At the same time, it deprived the Moriscos of access to the organs of power – the church, the government, the university. It was during the 16th century that Church and State mounted a campaign designed to eradicate the last signs of identity of the old Muslim population. This campaign culminated in their expulsion from every part of Spain in 1609. Clearly language is one of the elements which most enhances the separateness of any community with a different culture. In this case it was the Arab language which was involved. One must not forget that we are schematizing a process whose structure and time-dimension are complex.[43] The language of the ruling majority held an obvious attraction, and it was used as a tool to stifle the Arab tongue.[44]

By the first third of the 16th century the Muslim minorities of Castile had already forgotten Arabic.[45] It was kept alive in Seville, but only on a secondary

41. M. Ullmann, *Op. cit.*, p. 112.

42. This last possibility was suggested to me by D. Cabanelas.

43. There is abundant literature on this subject. From the standpoint of general history, the most recent and most complete study is by A. Domínguez Ortíz and B. Vincent. For the medical and scientific points of view, see García Ballester, *Medicina, ciencia...* (Granada, 1976).

44. Let us keep in mind that language is a basic factor in the affirmation of social identity. Hernando de Talavera, the first bishop of Granada, tried to found a Christian community using the Arabic language. His programme was a failure. During the 16th century, the ruling Christian majority sacrificed liberty and openmindedness for uniformity (religious, political, cultural, and linguistic).

45. A Castilian Muslim in the 15th century says of his people: "the Castilian Moors, after great subjection and hardship, many feudal dues, fatigue and hard work, have fallen from their position of wealth and have lost the Arabic schools" and therefore they had to translate "our Holy Law (the

But we have to note that the Arabic manuscripts were just "still being used" – they did not reflect creative new work, nor did the 16th century Spanish doctors who spoke Arabic use this language to set down their clinical experience.

We get a late echo in 1574 of the usefulness which the Arabic medical manuscripts extant in Spain could still have in the words addressed by the Prior of the Escorial monastery to Gracian, minister of Philip II. Writing in connection with the cataloguing of Arabic manuscripts in the great library, he commented on the work of the Morisco doctor Alonso del Castillo: "Enclosed is a list of books. At the end there are 15 books in Arabic which have been identified by the Morisco doctor who works here. This doctor tells me that some of them are worth a lot of money, for they would be very useful in training good doctors. . . And indeed this same doctor has some fine cures to his credit in these parts."[35] There is a clear relationship in the eyes of the Prior between the therapeutic triumphs of the Morisco doctor and the latter's access to the Arabic medical manuscripts.

The figure of Alonso del Castillo (c.1520-c.1607) is a very interesting one.[36] We have dealt with him in detail elsewhere.[37] But he has a special interest for the problem under discussion. He belonged to the first generations born in Granada after the Conquest. He was the son of a convert, and probably studied medicine in the Faculty of Medicine of Granada which had been founded in 1531. Throughout his life, he kept up a direct contact with the purest Arabic medical tradition, via the Arabic language and the use of classical medical texts in this language.

We have a manuscript diary belonging to him, written in Arabic in the Maghrebi script.[38] In this same manuscript, which he composed in Arabic, there exists a little treatise on physiognomy clearing up some terminology, a few scattered observations on the astrolabe and other instruments and the signs of the zodiac, while the names of the lunar months also make an appearance in Castilian. Alonso del Castillo remained faithful to the late medieval tradition of an astrology-based medical lore, which enjoyed a continued popularity throughout the 16th century. Aside from a few brief opinions of an aphoristic kind regarding doctors and medicine generally,[39] the most interesting things which he has to say of a medical nature come in the brief treatise on physiognomy. Alonso del Castillo gave it the heading: "A chapter from the writings of Masīḥ ibn Ḥakīm concerning matters of physiognomy *(al-firāsa)*".[40] What we have is probably part of the *Risāla al-Kāfiya fī ʿilm al-*

35. This document has been reproduced by N. Morata, "Un catálogo de los fondos árabes primitivos de El Escorial", *Al-Andalus*, 2 (1934), 95-96.

36. D. Cabanelas, *El morisco granadino Alonso del Castillo* (Granada, 1965).

37. See García Ballester, *Medicina, ciencia y minorías marginadas: los moriscos* (Granada, 1976).

38. Biblioteca Nacional, Madrid, Ms. n. 7.453.

39. *Ibidem*, ff. 28r-27v.

40. *Ibidem*, ff. 218r-217v.

About the same date, he made a detailed comparison of the Greek and Arabic texts of Galen's commentaries on the *Aphorisms* of Hippocrates. The outcome of this labour was a plan for a comparative study of the Arabic translation of this Galenic text *(Tafsīr Jālīnūs li-Fuṣūl Buqrāṭ)* which he attributes to "Hubaisch" (Ḥubaish al-Aᶜsam, the nephew of Ḥunain) with the Greek collections of the same commentaries.[31] "For I am not unaware that there are no sciences properly so-called which the Arabs have not translated. *And translated in such a way that I believe they can help us reconstruct passages from works of Greek literature which have been tampered with*".[32] The fundamental reason was the very age of the Arabic manuscripts and their closeness to the original.[33] Unfortunately Clénard was not to carry through his plan. Nor was his scheme put into effect that we know of. And anyway Clénard's interest in Greek or Arabic medicine was not shared by professional medical interests.

The least we can do is to underline the sagacity of Clénard and the interest of his plan, if we think of what Ullmann has to say: "Galen's works are handed down chiefly in late manuscripts of the 15th century. In addition, the somewhat older Greco-Latin translations of Burgundio of Pisa (d.1193), Nicolas of Regium (1280-1350) and Peter of Abano (before 1303) are also significant: they have preserved for us some works of which the originals are lost. In view of this unfavourable state of the transmission, the Arabic versions are of the greatest importance: produced in the 9th century, they are based on Syriac or Greek manuscripts, which are at least six to seven centuries older than those preserved for us. As a result, considerable possibilities arise for the emending and editing of the Greek texts. But most important of all, numerous writings that were lost in the Greek remained preserved in Arabic dress".[34]

2. *The Arabic Medical Manuscript as a Source of Medical Knowledge*

The content of the Arabic medical manuscripts of 16th century Spain was held in high esteem until well into the century. At the same time, direct recourse was had to the manuscript Arabic medical sources for actual medical practice until the last third of the 16th century. The use of the Arabic medical manuscript as something more than a mere historical relic, as a living source of medical lore, characterized the non-academic world of the Morisco minority.

31. "Certe Hubaisch qui Galenum uertit, adeo mihi arrisit et satisfecit ut nihil magis cupiam quam, omnibus omissis, illum conferre cum Galeno". *Ibidem*, I, pp. 117,49-51.

32. "Nam ne ignores, ferme nihil est seriarum disciplinarum quod non traduxerint Arabes, et ita traduxerint, ut putem eorum praesidio multa posse in mutilis Graecorum monumentis restitui". *Ibidem*, I, p. 117, 46-49 (the italics are mine).

33. With respect to the age of the Arabic manuscripts, see the text from Clénard as reproduced in note 30.

34. M. Ullmann, *Die Medizin im Islam*, pp. 37-38; *id. Islamic Medicine* (Edinburgh: Univ. P., 1978), pp. 31-32.

an important number of non-medical scientists and aristocrats, who were to play an important role in the more mature humanist movement of the second half of the 16th century, knew Arabic, but the use which they were to make of the Arabic medical manuscripts was of a different kind, as we shall later point out.

3. The third topic arising from the complex relationship of Medical Humanism and Arabic Medical manuscripts in Spain, concerns the potential which these afforded for the recovery of the Greek medical sources themselves. For some Humanists, like Clénard, who knew both Greek and Arabic, became aware of two facts: the greater antiquity of the Arabic manuscripts, and their clear fidelity to the Greek original. Hence it would be possible – and immensely useful – to use them to reconstruct lost works of Hippocrates and Galen, or to round out passages which had been obscured in the handing down of the Greek manuscripts.

Clénard, a pupil of the famous Trilingual College of Louvain and a disciple of Erasmus, came to Spain about 1530 to learn Arabic.[29] Steeped in the Christian Humanism of the disciples of Erasmus, he carried out a comparison of the Greek manuscripts used by Erasmus in specific passages of the Gospels, and the same passages as they had come down in Arabic manuscripts probably from the 7th century. Erasmus' reading of the Gospel fragments, achieved at such cost from the Greek manuscripts alone, could have been done much more easily from the Arabic manuscripts had he been aware of their existence. This was what Clénard told Rutger Rescius – the famous Humanist and printer of Louvain – in 1536 in Evora in the south of Portugal.[30]

Arias Montano, etc.), who used it to understand the Arabic scientific texts. The absence or relative scarcity of the teaching of the Arabic language in the Spanish university in the 16th century led to a situation where Arabic "is not used nor understood among the scientists" around 1580 (see note 61). The second variety was the colloquial. Arabic was picked up without any grammatical foundation or understanding of the language, since Arabic schools were forbidden. This level ruled out access to written Arabic sources.

29. See V. Chauvin and A. Roersch, *Etude sur la vie et les travaux de Nicolas Clénard* (Bruxelles: Hayez, 1900), p. 23. See also Clénard's letter to Hernando Colon in A. Roersch, *L'Humanisme belge à l'époque de la Renaissance. Etudes et portraits. 2e série* (Louvain: Lib. Univ., 1933), pp. 101, 145. *Cf.* M.Bataillon, *Erasmo y Espana*, 2nd Spanish edition revised and enlarged, (México: F.C.E., 1966), p.414 *passim*. Erasmus himself recognises the great influence of the Arabs in Spain: "Siquidem in Hispania Sarracenici imperii manifesta vestigia licet hodieque cernere, quorum tyrannidem passa est ea regio", P. S. Allen and H. M. Allen, eds., *Opus epistolarum Des. Erasmi Roterodami*, 12 vols. (Oxford: Clarendon P., 1906-1958), IV, *Ep.* 1001,79-80.

30. "Nunc conuolo ad Euangelia Arabica, de quibus aliquid tibi narrare libet. Nactus sum codicem descriptum, et versum ab hinc annis sexcentis. Habeo et aliud exemplar ex eadem translatione descriptum. Reperio pleraque omnia sic se habere, ut hodie legimus in Graecorum codicibus, quos sequutus est Erasmus. Illud Ioann. ult.: "Si eum uolo manere", et illud in Luca: "In terra pax, hominibus bona voluntas", et reliquia quae Erasmus restituit, omnia sic habent Arabes". A. Roersch (ed.), *Correspondance...*, I, pp. 90,68-75.

finished correcting the first chapters when he died suddenly. His unfinished work was published by his medical colleagues of the University of Valencia, Luis Collado and Pedro Jaime Esteve.[25] Why was his work not carried on? Setting aside the possible reasons of a social order which will be dealt with later, there were factors of an epistemological kind which were giving Galenic humanism a new orientation. The most interesting medical humanists in Valencia, and men who captured the leadership of the academic world, were, among others, his old colleagues Collado and Esteve. Both belonged to the humanist movement in Spanish medical circles which was moving towards a "Galenism based on Hippocrates" which would have nothing to do with even a purified Avicenna. This Galenism, with its undisguised humanist roots, did not question the authority of Galen in pathology, but its distinguishing feature was the reading of Galen from the viewpoint of the Hippocratic *corpus*, where direct clinical observation predominated (the *Epidemics)*. Hence their commentaries on the Greek classics were based on a wide and profound clinical experience of their own. To this interesting variety of Galenic humanism belonged the most mature work of the professor of Alcalá, Francisco Valles (1524-1592), and of Luis Collado (d. 1589) and Pedro Jaime Esteve (*fl.*1551) themselves. This current flourished in Spain between 1560 and 1580.[26] From this point of view the *Canon* of Avicenna was scarcely capable of arousing much interest, even after sifting with the new methods of medical humanism.

It was no accident that Valencia witnessed the first attempts to translate the *Canon* using Arabic manuscripts. Together with Granada, as we shall see later, it was the region of Spain where the use of Arabic was still kept alive, not only among the population of Muslim origin (the Moriscos)[27] but also among the members of the mercantile and academic bourgeoisie.[28] Equally

25. Luis Collado relates these details in a reader's note dated the 23rd March, 1548. *Ibidem*, f.117, and P. J. Esteve in an epigram in Greek at the end of the work, *Ibidem*, f.118.

26. Cf. J. M. López Piñero and F. Bujosa, *Op. cit.*, pp. 362-363. There is as yet no single adequate study of this process. Luis Collado and Pedro J. Esteve belonged to the anatomical school of Valencia directly influenced by Vesalio. *Cf.* J. López Piñero, "La disección y el saber anatómico en la España de la primera mitad del siglo XVI", *Cuadernos de Historia de la Medicina Espanola* (Salamanca) 13, (1974) 71. P. J. Esteve had a good knowledge of Arabic. *Cf.* A. H. Morejón, *op. cit.*, II, p. 365.

27. We term "Moriscos" those New Christians who were the result of the massive conversion of the Muslim population in the first years of the 16th century; after their conquest by the Christians this population had stayed in the lands of the Spanish Kings. By contrast, those Christians who had always been such, without any conversion either from the Islamic or from the Jewish faith, were called "Old Christians"

28. Living side by side with the "moriscos" (in a lord-serf, master-servant, business relationship, etc.) some bourgeois gentlemen were prompted to learn Arabic of a colloquial kind. In a trial before the last third of the 16th century, the wife of Miguel Juan Pascual, professor in the Faculty of Medicine of Valencia, declared that she spoke to the "moriscos" in Valencia in Arabic, a language which "she understood" (Archivo Histórico Nacional. Madrid. *Inquisición de Valencia*, leg. 840).

There were, therefore, two levels of knowledge of the Arabic language current among the "Old Christians": the first was the academic variety characteristic of the humanist scientist (e.g. Clénard,

The high standing of Avicenna was due, in fact, to his mastery of Galen. The last sentence of the eulogy just quoted is a clear reference to the famous work of Galen *Quod optimus medicus sit quoque philosophus* (the *K. fī anna l-ṭabīb al-fāḍil faylasūf* of the Arabs).[18]

Ledesma rejected the Latin translation made by Gerard of Cremona in Toledo, which he called "a barbarous translation".[19] Instead, he used the Latin version of Andrea Alpago, which was based directly on the Arabic, while criticizing Alpago's preference for late medieval authors like Gentile da Foligno when it came to the rendering of specific passages.[20] The Scholastic medicine of medieval Christendom still left a great deal to be desired.

Applying the method used by the humanist doctors in their editions of the ancients, Ledesma confronted all Avicenna's quotations from Greek authors with the original Greek: "Every single passage of Avicenna will either be confirmed by reference to the text of Galen from which it was taken, or else, where there is a discrepancy, restored to the original."[21] These differences between the Arabic and Greek quotations from the Greek classic were attributed by Ledesma to defects in the texts used by Avicenna.[22]

His starting-point was "an ancient manuscript of Avicenna" in Arabic, belonging to himself, whose content was rather different from the published version.[23] His experience here was similar to that of Clénard a few years before in Salamanca, as we have seen. In any case it was with this Arabic manuscript that he did his work, with the help of a direct translation made by Alpago a few years before. Alpago himself did not escape his criticism. The work was done in close collaboration with "a colleague who was as expert in the Arabic language as he was in medicine".[24]

Unfortunately, Ledesma could not complete his work. He had barely

enim inter eos sic Medicinae partes omnes complexus est,... Nullus sic medicamentorum rationem, copiam, tempora, varietatem tradidit, vt nusquam fere locus postmodum scripturis relictus sit. Nullus sic praesagia, causas, iudicia, et medendi artem elucubrauit, vt nullibi morbus inueniatur vllus, qui medici vel oculos vel manus illius documentis instructas queat subterfugere... Auicenna vero erudite admodum, et singulari ordine vsus, et Galeni se usquequaque faciens interpretem: omnes Medici optimi numeros absoluere conatur". *Ibidem*, f. 2-2v. (the italics are mine).

18. Cf. M. Ullmann, *Die Medizin im Islam* (Leiden, Brill, 1970), p. 38.

19. M. J. Ledesma, *Op.cit.*, f. 2v.

20. "Item Andreas Bellunensis novus interpres, atque is aliquando Gentilis, aut Nicoli, aut alterius cuiuspiam sententiam verius sequitur, quam veritatem". *Ibidem*, ff. 2v-3. Alpago (d.1520) translated the *Canon* from old Arabic manuscripts taken from Damascus, where there was a Venetian consulate. Cf. M.-Th. d'Alverny, "Avicenne et les médecins de Venise", in *Medioevo e Renascimento. Studi in onore di Bruno Nardi* (Firenze, 1955), I,118; M. Ullmann, *Op.cit.*, p. 154.

21. "Illud tamen non tacebo, nullum esse Auicennae locum, quem uel Galeni dicto, ex quo desumptus est, non confirmemus, vel eiusdem sententia, cum ab illo dissentit, antiquemus". J. M. Ledesma. *Op. cit.*, f. 2v.

22. *Ibidem.*

23. "uetustissimus noster codex Auicennicus manu scriptus... longe a uulgato dissidens". *Ibidem.*

24. "adde consultum fuisse socium Arabicae linguae non minus quam rei medicae peritum". *Ibidem*, f. 3.

and that this *Corpus* is very far from being a systematic and ordered exposé of Galenic medicine. The Greek edition of Galen's *Opera Omnia* was printed in 1525. All of this was perfectly well known to the medical humanists. For example, Luis Collado, a Spanish disciple of Vesalius, had no hesitation in stating in 1546:

> Avicenna, known until today as the interpreter of Galen, has succeeded in making of Galen an easily understood author.[15]

And Miguel Jeronimo Ledesma, educated in the Trilingual College of Alcalá, one of the most lively centres of Spanish medical humanism, makes Avicenna say to Galen in a piece of historical fiction:

> Having found that your writings were very dispersed, I have compiled them all, oh Galen, into a brief methodology... Thus at least, inasmuch as I resemble you, shall I be esteemed by learned men.[16]

So it is that when men tried to reconstitute true medical science, the writings of the doctors of antiquity, they thought too of Avicenna and his *Canon.* It is the most useful work which the doctor had at hand. And that was perfectly compatible with the rejection of Arabized Galenism, which for these young doctors – Ledesma and Collado were not much more than twenty years old – was no more than an outdated form of sterile scholasticism. As I have said earlier, medical humanism and the possibility it brought with it of direct contact with the sources of medical knowledge, marked a new frontier, which now included the *Canon* as well.

It was this which prompted Ledesma to undertake the task of translating the *Canon* directly from Arabic into Latin. The translation, with its accompanying commentary, was dedicated to Tomas de Villanueva, archbishop of Valencia, a man who belonged to the Reform movement which captivated the keenest minds in early 16th century Europe. In it he made this statement:

> You are well aware, Very Reverend Prelate, of the fame of the name of Avicenna in days of old, whose collections and technique earned for him the title of Prince of Arab Doctors. For none of the latter treated every branch of medicine so completely as he...
> And none of them could define a particular medicine so clearly, or deal with so many and with their application, such that there was hardly anything more to be said on the subject. No one analyzed with greater skill the art of prognosis, etiology, diagnosis, cure – such that there is hardly an illness unknown to any doctor brought up on his doctrine. Avicenna is exhaustive, extremely systematic, and *stays very close to Galen* – in short, he possesses all the requisites of the good doctor.[17]

15. "Avicenna, Galeni interpres hactenus dictus, Galenum facundissimum enarratorem sit adeptus". In a reader's note to the work of M. J. Ledesma, *Prima primi Canonis Avicenne sectio...* (Valentiae: Joan. Mey, 1547 (i.e. 1548)), f. 117v. *Cf. A Catalogue of Sixteenth Century Printed Books in the National Library of Medicine*. Comp. by R. J. Durling, (Bethesda, 1976), n. 393.

16. "Cum tua vidissem fuse monumenta vagari, /Collegi in methodum cuncta Galene brevem./.../ Sic tamen a doctis, similis tibi factus, amabor:/. M. J. Ledesma, *Prima primi Canonis...*, f. 1v.

17. "Non est nescius Reuerendissime Praesul, Auicennae nomen olim adeo fuisse celebre, ut tum propter compendia, tum propter methodum, medicorum Arabum princeps meritus sit appellari. Nullus

ized Galenism. Their main concern was to expel Avicenna and the Arab authors from the Faculties of Medicine. The *Canon* – with its whole sequel of scholastic commentaries – became the symbol of backwardness and of attachment to an outdated tradition.[12]

2. The second big topic relating to Arabic medical manuscripts in Spain is the whole movement of Medical Humanism itself. Avicenna, whose rejection formed the subject of our previous section, was identified with Arabized Galenism, which had already sufficiently demonstrated its sterility. But there was another possibility at this point in history: the grouping under the umbrella of the classical medical school of not only Hipocrates and Galen, but of Avicenna as well, especially the *Canon*, just as the medical humanists included the Byzantine compilers like Paulus of Aegina, for example, and even such late authors as Joannes Actuarius.[13] One could apply to the *Canon* itself, with a view to understanding it more fully, the burgeoning science of philology, both Arabic and Greek. From a strictly historical and medical (i.e. clinical and therapeutic) point of view, that is, taking as our standpoint the most lively academic medicine of the first half of the 16th century, we cannot forget what the *Canon* signified at that juncture. It is well-known that Avicenna, in his *Canon*, brought the systematization of Greek medical science to its maturity, adapting theory to practice with great skill, and at the same time putting forward a mature, definitive vocabulary of medical terms. This was a big improvement over the hesitations and contradictions of the other Arab authors (ibn Māsawaih, ᶜAlī ibn al-ᶜAbbās al-Majūsī, and Isḥāq al-Isrā'ilī) who had been very popular during the Middle Ages and the 16th century through their Latin versions of the *Corpus Constantinum*. Seen from the standpoint of the *Canon*, the whole rich *corpus* used by medical writers of the Later Middle Ages and the 16th century takes on meaning and form. At the same time, an attentive reading and study of the *Canon* allowed fruitful access to the immense jungle of Galenic writings, which were abundantly at hand for the medical humanist of the second half of the 15th and first half of the 16th centuries. One should not forget that in 1524 the medical humanists had translated into Latin a quarter of the *Corpus Galenianum*[14]

12. We can follow the course of this problem in Spain very well in the history of the Faculty of Medicine of Alcalá: in 1538 the teachings of Avicenna were questioned openly, and in 1565 the teachings and commentary of Avicenna were abolished completely. Cf. V. de la Fuente, *Historia de las Universidades, Colegios y demás establecimientos de ensenanza en Espana*. 4 vols. (Madrid, 1884-1889); II, c. 40; L. Alonso Muñoyerro, *La Facultad de Medicina en la Universidad de Alcalá de Henares* (Madrid: C.S.I.C., 1945).

13. The friend of Erasmus, Wilhelm Kopp (Copus) published, in 1510, the version of the Epitome by Pablo de Egina. Ambrogio Leone, who was also a friend of Erasmus, "was to publish in 1519 a translation of the Byzantine physician Joannes Actuarius' *De urinis*". *Cf.* R. Durling, "Linacre and Medical Humanism", pp. 81,103.

14. R. Durling, *Ibidem*, p.77.

could read the Arabic sources in the original. This was true, for example, of the Jewish-convert doctors, Alvaro de Castro (fl.1526) and his contemporary Diego Sobrino.[9] The former had a good knowledge of Greek, Hebrew, and Arabic, and the latter of only Hebrew and Arabic. Both lived in Toledo in the first third of the 16th century. Their medical writing is still in manuscript. It was written in Latin (Alvaro de Castro) and in Castilian (Diego Gómez de Castro), and the medical authorities on whom they rely are specifically: Yuḥannā ibn Māsawaih, al-Rāzī, Isḥāq al-Isrā'īlī, Ibn Sīnā, etc. Diego Gómez de Castro even gave his work in Castilian the title *La concluitiva*, a literal translation of the title of the main work of ibn Rushd, the *K. al-Kulliyyāt*. The work of these writers of Toledo stands out as a final offshoot of the brilliant medical tradition cultivated among the Jewish community of Toledo. One should not forget that in the Jewish communities of Venice and Rome Arabic was used as a living language for the transmission of medical lore during the first half of the 16th century,[10] and that during this period Arabic still kept its rank as a scientific language among the Italian medical school itself.[11]

To return to Spain, the doctors of Salamanca – who knew little or no Arabic – and those of Toledo – who knew a great deal – were steeped in an "Arabized Galenism" faithful to a medieval tradition which plainly had no historical future. But that is another question. They were set apart by a whole world of concepts and methodology from those who have been called "medical humanists", the world to which Nicolas Clénard belonged. As it happened, humanistic Galenism offered itself as a new possibility in the blind alley where medical pathology found itself in the Spanish universities towards the end of the first third of the 16th century. The medical humanists were Galenists, inbred with a Galenism formed by direct contact with the writings of the Hippocratic school and of Galen. They were the most bitter enemies of Arab-

9. J. M. Millás Vallicrosa, "La obra médica de la familia toledana de los Castro", in *Estudios sobre historia de la ciencia espanola* (Barcelona: C. S. I. C., 1949), pp. 443-454; A. Hernández Morejón, *Historia bibliográfica de la medicina espanola*. Vol. II, (Madrid: 1843), pp. 214-216. (Repr. by Johnson Corp., New York, 1967). J. Gómez-Menor, "Los manuscritos médicos de los maestros toledanos Alvaro de Castro y Diego Sobrino", *Cuadernos de Historia de la Medicina Espanola* (Salamanca), 13 (1974), 15-50.

10. Clénard, when he discusses the Jewish doctors in Venice says: "Medicos quosdam inter Iudaeos uersari, qui lectitarent Auicennam natiua lingua". A. Roersch (ed.) *Op.cit.*, I, p.208, 70-71. The Spanish Jew Jacob Mantino (*c.* 1490-1550), born in Tarragona (Spain), translated into Latin from the Hebrew and Arabic languages various works, when in Italy. He began a direct translation of the *Canon* by Avicenna from Arabic into Latin. His death interrupted this work. *Cf.* J. M. López Piñero and F. Bujosa, "Tradición y renovación de los saberes médicos en la España del siglo XVI", *Medicina Espanola* (Valencia), 77 (1978), 355-366; M. Steinschneider, *Die arabischen Übersetzungen aus dem Griechischen* (Graz: Ak. Dr. , 1960); A. Hernández Morejón, *Op.cit.*, I, p. 98.

11. Bartolomeo Eustachi (c.1500-1510 to 1574), who lived in Rome, understood the Arabic language well, and it is said that he made his own translations of Avicenna. *Cf.* C. D. O'Malley, in *Dictionary of Scientific Biography*, C. C. Gillispie (ed.), IV, p. 486.

But they know no more of the (Arabic) grammar than do the sailors of Zeeland, or a coach driver. . ."[6]

An adequate understanding of the classical Arab medical writers could not come from the Latin translations then current. All of the latter derived from the *Corpus* of Constantine or the Toledo School (Gerard of Cremona, Mark of Toledo, and the like), which were riddled with mistakes and absurdities. Justifying his reasons for learning Arabic in Fez (Morocco), Clénard had this to say: "The teaching of the Greek and Hebrew tongues is current in the Christian world. I would like to add Arabic to the list. We use Avicenna, Averroes, and many other such, who were not rendered into Latin as faithfully as they should have been. Knowing Arabic properly, we could understand these writers all the better".[7]

The consultation of these Arabic sources in the original led not only to a better understanding of the content, but also to a greater precision and enrichment of medical knowledge itself.

"Last February", wrote Clénard on 8 July 1537, "I met a doctor who belonged to the school of Galen, proficient in Greek and Latin, who was ready to set off for Coimbra to give classes on Avicenna there. Following my advice he started to learn Arabic. . . He had barely had 30 hours of instruction from me, from a commentary of Book III of Avicenna's *Canon*. and we had just reached a certain stage in the anatomy of the brain, when he candidly admitted to me that in this short session with Arabic, he had learned more than in six months of contact with Greek".[8]

Spain's "Arabized Galenism" involved little more than a scholastic commentary on Avicenna's *Canon* in its medieval Latin version. This text is often incomprehensible, compared with its Arabic original. These Galenists were incapable of reformulating their view of Avicenna from a direct contact with Avicenna himself.

Alongside these doctors of medicine, who belonged to the school of "Arabized Galenism", there were also those with a good knowledge of Arabic who

6. "Quod hactenus nemo extiterit (in Salamanca), qui linguam Arabicam sic teneret, ut eam docere posset. Siquidem non desunt medici, qui Avicennam, et alios Arabes lectitent: verum de Grammatica nihil norunt, non magis quam nautae Zelandici, aut nostri aurigae Campinienses". A. Roersch (ed.), *Correspondance de Nicolas Clénard*. 3 vols., (Bruxelles, 1940-41), I, pp. 116-117, 29-33.

7. "Est, inquio, apud Christianos solemne docere Graecas et Hebraeas literas, uolo adicere Arabicas: nam est apud nos Auicenna, est Auerroes, et multi item auctores, non satis fideliter uersi in Latinum. Quod si calleremus linguam Arabicam, rectius istos auctores perciperemus". *Ibidem*, I, pp. 185, 100-104.

8. "Februario superiore, medicus quidam Galeni sectator, Graece Latineque doctus, cum putaretur iturus Conimbricam, et enarraturus Auicennam, meo suasu coepit Arabicari... enarraui... III. libri Canonis. Est iam aliquo usque progressi eramus in Anatomia cerebri, uixdum triginta horas illi dederam, cum ingenue fateretur, se plus tantillo tempore nactum esse iudicii in Arabicis, quam olim in Graecis sex solidis mensibus". *Ibidem*. I, pp. 117, 34-42.

tury with the appearance and increasing sway of the so-called "medical humanist" movement.[4]

The circulation and use of medical manuscripts in Arabic in 16th century Spain reflected forces which were partly the same as and partly very different from those operating in earlier centuries.

This paper falls into three parts: (1) Arabic medical literature and medical humanism, (2) Arab medical manuscripts as a source of medical knowledge, (3) factors which impeded or slowed down the circulation of these manuscripts.

1. *Arabic Medical Literature and Medical Humanism*

Within the overall movement of medical humanism[5] in 16th century Spain, three broad topics stand out in connection with medical manuscripts in Arabic:

1. The direct access which the Arab tongue gave to the manuscripts circulating in early 16th century Spain and Portugal, which constituted the repository of the writings of the classical Arab medical school. These writings still constituted the core of medical pathology as it was practised and taught in the Faculties of Medicine. Arabized Galenism dominated the Medical Faculties in Spain during the first third of the 16th century, and it might have been expected that these doctors would profit from the study of Arabic as a way of understanding better the Arab writers, particularly Avicenna. In 1537 Clénard was to write from Salamanca: "To date I have not been able to find a single person who knows Arabic well enough to teach through it. No doubt there are enough doctors able to read Avicenna and the other Arab doctors,

4. For the whole of this process in the Spanish world, see Garcia Ballester, *Historia social de la medicina...*, pp. 59-97. With respect to the ideological factors of change in European Latin medicine, which, indirectly play a part in the problematic which is here posed, see O. Temkin, *Galenism. Rise and Decline of a Medical Philosophy* (Ithaca: Cornell U.P., 1973), pp. 125 ff.

5. We understand by "medical humanism" the complex movement, which, from the end of the 15th century (*c.*1484), attempted to retrieve the ancient medical writings (Hippocrates, Galen, even Byzantine compilers) by applying to them the newborn science of philology. The result was editions which were philologically purged, and direct Latin translations from the original language, free from the mistakes contained in the mediaeval translations, which were classified as "barbaric".

We sustain the concept of "medical humanism" out of pure pragmatism and for lack of any better. At the present, a growing need is felt for an adequate study of this complex movement, which goes under the generic label of "humanism", "product of historical realism, i. e., of an attempt to penetrate into the essence of an age", as well as of the misleading concept of "renaissance". For a view of periodization in history, see D. Gerhard, in *Dictionary of the History of Ideas*, Ph. P. Wiener ed., (New York: C. Scribner's Sons), III, pp 476-481. R. Durling points to the necessity for a study of the concept of "medical humanism", in "Linacre and Medical Humanism" in *Linacre Studies. Essays on the Life and Work of Thomas Linacre*, *c.*1460-1524. F. Madisson, M. Pelling and C. Webster, eds., (Oxford: Clarendon P., 1977), p. 77. As regards Spanish medicine and science in the 16th century, see J. M. López Pinero, *Ciencia y Técnica en la Sociedad espanola de los siglos XVI y XVII* (Barcelona; Labor, 1979).

The Circulation and Use of Medical Manuscripts in Arabic in 16th Century Spain

Luis Garcia-Ballester*

One of the characteristic features of Spain during the 16th century was the important Arabic-speaking population which lived shoulder to shoulder – sometimes peacefully, sometimes not – with a majority whose language was not Arabic. Both groups (the Christian majority and the minorities of Muslim or Jewish origin) formed very distinct cultural communities, especially the Muslims or those of Muslim origin.[1] Theoretically, at least, the number of medical manuscripts in Arabic which must have existed in 16th century Spain should have been considerable. Elsewhere I have studied the reasons for the survival of the medical manuscripts in Arabic during the 14th and 15th centuries in the Christian zones of Spain.[2] The reasons were basically of a social order, and closely linked to the fate suffered by the Muslim and Jewish minorities. Members of both communities were the main users and keepers of medical works in Arabic, and they served as a bridge with the Christian doctors who also had recourse to them.[3] The gradual decline in importance of the Arabic medical manuscripts, already visible in the 14th and 15th centuries, must be attributed not only to the declining importance of the Jewish and Muslim minorities themselves, but also to the prestige which the Christian scholastic university was winning over the intellectual leaders of the minority. For the university was capable of generating a great output of medical literature, and of establishing a mature Greco-Latin medical terminology. This movement was taking shape from the last third of the 15th cen-

* Departamento de Historia de la Medicina, Facultad de Medicina, Granada, Spain.

1. A. Domingues Ortíz and B. Vincent, *Historia de los moriscos. Vida y tragedia de una minoria* (Madrid: Revista de Occidente, 1978); L. Garcia Ballester, *Medicina, ciencia y minorias marginadas: los moriscos* (Granada, Universidad: Secretariado de Publicaciones, 1976); *Id.* "The Minority of Morisco Physicians in the Spain of the 16th Century and Their Conflicts in a Dominant Christian Society", *Sudhoffs Archiv*, 60 (1976), 109-234.

2. L. García Ballester, *Historia social de la medicina en la Espana de los siglos XIII al XVI* (Madrid: Akal, 1976), pp. 31-75.

3. An example of the bilingualism (Arabic-Latin) of the people who used the medical manuscripts written in Arabic in Christian Spain can be seen in the manuscript corresponding to *K. Jāmiᶜ asrār al-ṭibb* by Abū al-ᶜAlā' Zuhr b. ᶜAbd al-Malik, Ibn Zuhr al-Ishbīlī (Paris, B. N. Or. 2960, f. 19Iv), dated Barcelona in the writing used in the 14th to 15th centuries. Cf. F. Girón, *La medicina práctica en la Espana musulmana del siglo XII*. Ed. crítica y traducción del *K. al-Jāmiᶜ* (Granada: Faculty of Medicine. 1977), Ph.D. thesis.

Journal
for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science*.

ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Volumes 1 & 2 (1977 & 1978)	
Registered surface mail	$ 6.00
Registered air mail	$10.00
Volume 3 (1979)	
Registered surface mail (all countries)	$10.00
Registered air mail:	
Arab World & Europe	$12.00
Asia & Africa	$15.00
USA, Canada & Australia	$17.00

Printed in Syria
Aleppo University Press

مجلة تاريخ العلوم العربية





جامعة حلب ـ سورية

معهد التراث العلمي العربي

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الرابع　　العدد الأول　　أيار ١٩٨٠

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

مراجعات الكتب

مجلة تاريخ العلوم العربية

سدر مجـلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العـربي مرتين كل عام ـلي الربيـع والخريف) • يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقـال الى : لب ـ **معهد التراث العلمي العربي** •

جه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمـور الادارية الى العنوان يرسل المبلغ المطلوب من خارج سورية بالـدولارات الاميركية بموجب شيـكات باسـم ـ **السورية لتاريخ العلوم**

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول أو الثاني (١٩٧٧ ، ١٩٧٨)
بالبريد العادي المسجل : ٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل : ٤٢ ليرة سورية أو ١٠ دولارات أميركية

المجلد الثالث أو الرابع (١٩٧٩ ، ١٩٨٠)
بالبريد العادي المسجل : كافة البلدان ١٠ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل : البلاد العربية والاوروبية ١٢ دولاراً أميركياً
آسيا وأفريقيا ١٥ دولاراً أميركياً
الولايات المتحدة ، كندا واستراليا ١٧ دولاراً أميركياً

مطبعة جامعة حلب

فلكي من دمشق

يرد على هيئة بطليموس

جورج صليبا *

— ١ —

مقدمـــة :

لا يزال القارىء العربي حتى يومنا هذا محروماً من انتاج مؤرخي علم الفلك الذي بدأ يظهر خلال السنوات العشرين الاخيرة والذي يمس بشكل جذري خطير قضية اصالة علم الفلك العربي . فالابحاث التي اقصدها في هذا المجال هي التي قام بها فريق من المستشرقين والعرب ونُشرت كلها ، وما تزال تُنشر الى الآن ، باللغات الاوروبية . اما موضوع هذه الابحاث فيدور حول الاعمال الفلكية الخاصة بهيئة الكواكب والتي عدّلت هيئة بطلميوس ، وهي التي تركزت في اعمال مدرسة مراغه وانتهت بهيئة ابن الشاطر الدمشقي .

لذلك اراني مضطراً ان استعرض ولو بشكل سريع جداً تاريخ بعض المشكلات الواردة في علم الفلك اليوناني وتاريخ اعمال الفلكيين العرب كما نعرفها حتى الآن .

إنّ المعطيات التي تسلّمها العامل في الهيئة اليونانية والتي اقرّها بطلميوس تشمل فيما تشمل المسلّمة التالية : ان الكواكب ترسم في افلاكها دوائر بحيث يقطع الكوكب الواحد قسياً متشابهة من مداره في ازمنة متشابهة . ولكن الهيئة التي خلّفها بطلميوس في كتابيه « المجسطي » و « الاقتصاص » قد خالفت هذه المعطيات الاساسية واورثت العرب هيئة بطلميّة تتناقض نتائجها مع معطياتها . ففي هيئة الكواكب العليا مثلاً : اصّل بطلميوس

* جامعة كولومبيا — الولايات المتحدة الأميركية .

هيئةً بحيث يدور فيها الكوكب بحركة منتظمة حول مركز فلك سمّاه فلك معدّل المسير ، وليس حول مركز حامله كما هو المفروض .

وهكذا استمرت هذه التناقضات في هيئة بطلميوس ومن أخذ عنه من الفلكيين العرب الى أن تعرض لها ، مع من تعرض لها ، ابن الهيثم بان اثار عليها شكوكاً بشكل جدّي ومنظم في كتابه الذي سمّاه « الشكوك على بطلميوس » . فاذا بكتابه هذا يغدو بمثابة برنامج عمل وتحدّ لعلماء الفلك الذين أتوا من بعده . ونخصّ منهم بالذكر مؤيد الدين العُرْضي ونصير الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي وابن الشاطر وغيرهم اذ بدأ كل منهم بشكوك ابن الهيثم وانتهى بوضع هيئة بديلة لهيئة بطلميوس .

واذا استثنينا المقال الفريد الذي نشره كرادي فو سنة ١٨٩٣[1] عن الهيئة التي ابتكرها الطوسي لافلاك القمر يمكن القول انّ اعمال هؤلاء الفلكيين المذكورين اعلاه قد بقيت مغمورة حتى سنة ١٩٥٧ عندما باشر الدكتور كنيدي وطلابُه بنشر هيئة ابن الشاطر واتبعوها بهيئة نصير الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي . كان ذلك في سلسلة من المقالات ظهرت تباعاً في مجلة « ايزيس » الامريكية وجمعت مؤخراً في كتيب صغير بعنوان « ابن الشاطر » نشره معهد التراث العلمي العربي خلال انعقاد الندوة العالمية الاولى ١٩٧٦[2] . اما كتاب « الشكوك على بطلميوس » لابن الهيثم فكان قد نشره كل من الدكتور عبد الحميد صبره ونبيل الشهابي سنة ١٩٧١ عن دار الكتب القاهرية[3] .

فالنتائج التي توصلنا اليها حتى الآن تفيد بان علماء « مدرسة مراغه » ، ابتداءً من الطوسي وانتهاء بابن الشاطر ، تمكنوا من اصلاح الهيئة البطلمية ، كل على قدر طاقته ، حتى اوصلوها على يدي ابن الشاطر لان تُصبح متناسقة منطقية من الناحيتين الرياضية والطبيعية . ومنْ تتبّع هذه الابحاث يمكننا ان نلاحظ تطور المشكلات الرياضية وتطور الحلول المطروحة ، وما زال البحث على قدم وساق لسبر غور هذه الحلول وتحديد اهميتها .

١ – كرادي فو : « الافلاك السماوية عند نصير الدين الطوسي » ، ملحق ٦ لكتاب تانيري « ابحاث في تاريخ علم الهيئة القديم » باريس ١٨٩٣ ص ٣٣٧ – ٣٧٠ (بالفرنسية) .

٢ – " ابن الشاطر " فلكي عربي من القرن الثامن الهجري ، اعداد الدكتور ا. س. كنيدي وعماد غانم ، منشورات معهد التراث العلمي العربي ، حلب ، ١٩٧٦ .

٣ – ابن الهيثم : " الشكوك على بطلميوس " ، تحقيق الدكتور عبدالحميد صبره والدكتور نبيل الشهابي ، دار الكتب ، القاهرة ، ١٩٧١ .

ليس من الممكن ان استعرض هنا تفاصيل هذه النتائج بشكل شامل . بل باستطاعتنا ان نلفت الانتباه الى الشكل الهندسي المنشور سنة ١٩٦٦[٤] والذي يلخّص اعمال هؤلاء الفلكيين المتعلقة بافلاك الكواكب العليا بالنسبة لوضع هذه الافلاك كما توهمه بطلميوس .

[الرسم ١]

٤ – كنيدي وغانم ، المصدر السابق ص ٩٥ .

نلاحظ ان هذا الملخّص يثبت اعمال جميع هؤلاء العلماء ما عدا مؤيد الدين العرضي . وهكذا يحتاج الآن الى تعديل جذري ، بعدما بينت مؤخراً في مقال نشرته مجلة تاريخ العلوم العربية[٥] ، ان الهيئة التي كنّا نحسبها من ابتكار قطب الدين الشيرازي للكواكب العليا ليست له وانما هي من عمل فلكي يلقب بالشيخ الامام في مخطوط اكسفورد « مارش ٦٢١ » . كذلك يبين المقال عينه ان هذا الشيخ كان قد ابتكر هيئته تلك قبل الشيرازي بعشر سنوات على الاقل .

بعدها أُلحِقَ هذا المقال بمقال آخر نُشر في مجلة « ايزيس » مؤخراً يثبت ان الشيخ الامام هذا ليس الاّ مؤيد الدين العرضي الدمشقي . وانه لم يكن سابقاً لقطب الدين فحسب بل كان سابقاً للطوسي كذلك[٦] .

دعوني الخّص سريعاً برهان هذه الادعاءات . لقد ذكر الشيخ الامام ، في مخطوط اكسفورد ، انّه الّف كتاباً اسمه « كتاب العمل بالكرة الكاملة » . ولا نعرف مؤلفاً لكتاب بهذا العنوان سوى مؤيد الدين العرضي اذ كان قد ذكر ذلك في رسالته في آلات الرصد التي نشر ترجمتها سيمان عام ١٩٢٨[٧] . بذلك جاز نسبة مخطوط اكسفورد الى مؤيد الدين العرضي .

وممّا وطّن في نفسي هذه النسبة هو ما اورده المؤرخ التركي آي الدين سايلي في كتابه « المرصد في الاسلام » على لسان مؤيد الدين العرضي مترجماً الى الانكليزية . فاذا بهذه الترجمة تكرر كلمة كلمة ما اورده مخطوط اكسفورد المذكور . ولما كان الدكتور سايلي من الاناس القلائل الذين تمكنوا من الاطلاع على « كتاب الهيئة » للعرضي والمحفوظ في قونية[٨] . والذي كنا نظن انه نسخة وحيدة . ثبت عندها ان مخطوط اكسفورد ليس الاّ نسخة اخرى لكتاب الهيئة المذكور .

٥ – جورج صليبا : " المصدر الاصيل لهيئة الكواكب المنسوبة الى قطب الدين الشيرازي " مجلة تاريخ العلوم العربية ، ج ٣ (١٩٧٩) ص ٣ – ١٨ (بالانكليزية والعربية) .

٦ – جورج صليبا : " اول هيئة غير بطلمية في مدرسة مراغه " ، ايزيس ، ج ٧٠ (١٩٧٩) ص ٥٧١ – ٥٧٦ (بالانكليزية) .

٧ – ه. سيمان : " رسالة العرضي في كيفية الارصاد " دورية ايرلنغان ١٩٢٨ ص ١٥ – ١٢٦ (بالالمانية) .

٨ – آي الدين سايلي : " المرصد في الاسلام " ، انقره ١٩٦٠ ص ٤٣٥ (بالانكليزية) .

عندها عدت الى قراءة مخطوط اكسفورد عن كثب . واذا بالعرضي يشتكي فيه من قلة المال والمساعد ، ومن عدم توفر الارصاد الصحيحة في زمانه . فهو يقول : « ولما لم يكن لاهل زماننا وملوك عصرنا ومن له البسطة رغبةٌ في هذا العلم . وقصّر بنا نحن ضعفُ الحال وكلفةُ العيال وقلة المساعد ، فلذلك لم نتكلم فيها (اي الاوساط المرصودة) من غير امتحان كما يفعل مصنفو الزيجات بان يزيدوا او ينقصوا من عند انفسهم بلا دليل ولا حجة سوى جهلهم بالطريق التي استخرجت بها هذه الامور »[٩].

فهذا يثبت فيما يثبت ان هذه الهيئة التي ابتكرها العرضي جاءت قبل ان ينتقل الى مراغه حيث كتب رسالته الشهيرة في آلات الرصد سنة ٦٦٠ هـ[١٠] اذ عندها كان لديه المال والمساعد كما كان لديه الرصد الصحيح خاصة وانه كان قد استدعي خصّيصاً الى مراغه لبناء المرصد هناك سنة ٦٥٧ هـ[١١] .

عندها جاز لنا ان نتساءل فيما اذا كانت هيئة العرضي تلك سابقة للهيئة التي اثبتها الطوسي في كتابه المسمّى « بالتذكرة » . وانحل الاشكال بعد العثور على مقولة ابن الفوطي ، الذي كان يعمل تحت اشراف الطوسي خازناً لكتب مرصد مراغه ، بان الطوسي كتب « تذكرته » استجابة لرغبة عز الدين الزنجاني – نزيل تبريز – عندما وصل الى مراغه بعد ترحالٍ دام عدة سنوات في « ما وراء النهر » وابتدأ حتماً بعد سنة ٦٥٤ هـ اذ في هذه السنة كان الزنجاني ما يزال في بغداد[١٢] .

فابن الفوطي يقول :

« ولما دخل مولانا السعيد نصير الدين تبريز التمس [عز الدين الزنجاني] منه ان يصنّف له شيئاً في علم الهيئة فصنف له كتاب « التذكرة »[١٣] .

ويورد المؤرخ الايراني مدرس رضوي المعلومات الواردة في آخر ورقة من نسخة

٩ – مخطوط بودليان – اكسفورد – مارش ٦٢١ ص ١٥٨ و .
١٠ – سيمان ، ص ٢٧٠ .
١١ – سايلي ، ص ١٩٠ .
١٢ – محمد تقي مدرس رضوي : " أحوال وآثار نصير الدين " طهران ، ١٩٧٦ ص ٤٠٠ وما يلي .
١٣ – ابن الفوطي : " تلخيص معجم الاداب " تحقيق الدكتور مصطفى جواد ، دمشق ١٩٦٢ ، ص ٢٣٤ – ٢٣٥ .

« التذكرة » المحفوظة في ايران ؛ وفيها أُثبتت سنة التأليف على انها ٦٥٩ هـ[١٤] ، اي بعد ان تمّ تأسيس مرصد مراغه بسنتين . هكذا يكون العرضي قد اكمل ابتكار هيئته قبل تأليف « تذكرة » الطوسي بسنتين على الأقل .

— ٢ —

من هو مؤيد الدين العرضي ؟

لا نعرفُ عن مؤيد الدين بن بريك العرضي[١٥] الاّ القليل النزر . فمصنفو كتب الطبقات ، ومعظمهم معاصروه ، قد أهملوا سيرته . والسبب على الارجح انه لم يتعاط الطب ولا العلوم العربية اللغوية ، اذ معظم هذه المصنفات أُفرزت لهؤلاء ولم يتسع المجال فيها الى المهندسين الذين كانوا في صف العرضي .

فابن أبي اصيبعة مثلاً يورد عَرَضاً انّ مؤيد الدين العرضي كان يدرّس وهو في دمشق كتاب الاصول الذي الّفه اقليدس . ويورد ذلك في معرض حديثه عن سيرة ابن النقف الطبيب فيقول : « وقرأ ايضا كتاب اوقليدس على الشيخ مؤيد الدين العرضي وفَهِم هذا الكتاب فَهْماً فَتَحَ به مُقفَل اقواله وحلّ مُشكِل أَشكاله » .[١٦]

ولم اعثر الى الآن على أي ذكر للعرضي في أي من كتب الطبقات الاخرى . لذلك نرانا مجبرين على الاعتماد على مؤلفاته عينها لنجمع منها شتات سيرته .

من نسبته الى عُرْض ، البُلَيْدة الواقعة في بر الشام ، على حد تعبير ياقوت[١٧] ، بين تَدمر والرصافة ، يمكن القول بان العرضي قد وُلد في تلك البلدة او تحدّر من عائلة كانت تقيم فيها . بعدها نزح الى دمشق اذ نستشف من اعماله انه كان يعمل مهندساً في دمشق[١٨] ويُدرّس الرياضيات كما سبق واشرنا اليه وربما تعداها الى علم الهيئة . وذلك قُبيل فتح المغول لبغداد عام ٦٥٦ هـ .

١٤ – في اوائل ذي العقدة ؛ مدرس رضوي ، ص ٤٠٠ .
١٥ – هكذا ورد اسمه في مخطوط " كيفية الارصاد " في طهران ، مدرس رضوي ص ٢٢٨ – ٢٢٩ .
١٦ – ابن ابي اصيبعة : " عيون الانباء " ج ٢ ، ص ٢٧٣ .
١٧ – ياقوت ، " معجم البلدان " طبعة صادر ، ١٩٥٧ ، ج ٤ ، ص ١٠٣ .
١٨ – سيمان ، ص ١١١ وما يلي .

وفجأةً نراه يُذكر في اعمال الطوسي على انه في مراغه[19] . والمفهوم من مقدمة الزيج الايلخاني انّ العرضي كان قد استدعي من دمشق للعمل في مرصد مراغه . ولا يُستبعدُ ان يكون العرضي قد ذهب الى مراغه من تلقاء نفسه بحثاً عن عمل او ان يكون أُخذ اسيراً كما أُخذ الطوسي نفسه وابن الفوطي وغيرهما .

ومهما كان من امرٍ ، نرى العرضي يكتب رسالته في كيفية الارصاد في مراغه وهو يشعر بغُربة عن اهله ووطنه[20] . ومن سياق حديثه في هذه الرسالة يمكن الجزم بانّه جاء خصيصاً لاقامة آلات الرصد هناك ولبناء مسجدٍ في مراغه كما انه شارك او قام بنفسه ببناء قصر الامير الايلخاني في تلك المدينة . ويورد مدرس رضوي تاريخ وفاته ، نقلاً عن « جامع التواريخ » الرشيدي على انه عام ٦٦٤ هـ[21] .

هذه السيرة المقتضبة تشير الى اشتهار العرضي بالاعمال الهندسية ، وهو الملقب « بقدوة المهندسين »[22] . وكلي ثقة بان الابحاث المقبلة ستكشف الكثير عن حياته التي لا بُد كانت زاخرة بالاحداث في تلك الفترة التاريخية بالذات .

— ٣ —

أعمال العرضي .

نعرف الى الآن ان العرضي الّف الكتب التالية :

ا — « كتاب الهيئة » وهو المقصود في هذه الدراسة ومنه الى الآن نسختان كما اسلفنا ، واحدة في اكسفورد والاخرى في قونية ، وهناك نسخة ثالثة عثر عليها حديثاً في مشهد . اقوم الآن بتحقيق هذا الكتاب واعداده للنشر على امل ان يظهر قريباً ان شاء الله .

ب — « رسالة في كيفية الارصاد وما يُحتاج الى علمه وعمله من الطرق المؤدية الى معرفة عودات الكواكب » . ومن هذه الرسالة عدة نسخ ترجمها سيمان الى الالمانية عام

١٩ — كتب له الطوسي رسالته في " بقاء النفس " ، مدرس رضوي ، ص ٤٦٠ وذكره في مقدمة الزيج الايلخاني .

٢٠ — سيمان : ص ٢٧ .

٢١ — مدرس رضوي ، ص ٢٢٨ — ٢٢٩ .

٢٢ — هكذا يشير اليه الطوسي — مدرس رضوي ٤٦٠ .

بسم الله الرحمن الرحيم رب تمم بالخير [illegible]

[illegible] حمد من يستحق الحمد لوجوب ذاته ويستوجب الشكر [illegible]

[illegible] [illegible] وجميع مصنوعاته وتقاصرت العقول عن كنه

الوصف [illegible] عن ادراك معرفته وخضع كل شيء لعظمته والصلوة والسلام على

[illegible] موصوف [illegible] والقاطعين من عباده خصوصا على نبيه [illegible]

عليه [illegible] المبعوث [illegible] من عباده وسلم [illegible] فان [illegible]

والالباب [illegible] على فضل العلم [illegible] به فضل [illegible]

الدرجات [illegible] [illegible] [illegible] القاصي [illegible]

[illegible] القبائل ويظهر [illegible] ويفرق بين الحق والباطل [illegible]

كانت مطالبه برهانية [illegible] فانه لا يتغير

الاديان والحال باختلاف الزمان والاوان وشرف كل علم اما بشرف

موضوعه واما بوثاقة براهينه واما بهما معا ولذلك شرف علم الهيئة

اما موضوعه فانه من اعجب صنع الله تعالى [illegible] واحكم [illegible]

براهينه هندسية وحسابية قطعية وفائدة هذا العلم [illegible]

في الايات السماوية والحركات الفلكية فان للفكر فيها مجالا واسعا ودليلا

على وجود الصانع سبحانه وتعالى قاطعا وهو [illegible] الى [illegible]

على عظم مبدعه وحكمة صانعه وعظيم قدرته تبارك الله احسن الخالقين

ولا بد في هذا العلم من تقديم تصورات وامثلة ومقدمات [illegible] مادة

للبرهان [illegible] الى الاذهان [illegible] والله تعالى

للتسديد والتوفيق منه الحول وعليه التكلان قال الشيخ

قدس الله روحه انه لم يزل اصحاب التعاليم ومن [illegible] العلم الرياضي وانعم

النظر في علم الهيئة وتكلم في اجزاء العالم [illegible] [illegible]

وكيفية اشكال الموجودات يظهر في [illegible] كلامهم ان اعتقادهم ان نظام

كل الحركات انما يتم بان تتحرك مراكز المتحركات لحركتها على محيطات دوائر

متوهمة في تلك الاكر المتحركة على مراكزها حركات مستوية متصلة مستمرة

على نظام وترتيب لا اضطراب فيها ولكل كرة تحركت على محور ثابت فان

كل نقطة تتحرك لحركتها ترسم دوائر متوهمة قائمة على محورها فتحدث

من مراكز المتحركات تلك الاكر المنقسمة تلك الدوائر المتوهمة وهذه

الدوائر هي التي يستعملها المهندسون عند اقامة البرهان على كليات

حركات المتحركات وانها تتحرك عليها حركات مستوية وقد صرح بطلميوس

في كتاب المجسطي [illegible] مواضع كثيرة [illegible] اوضاع تلك الاكر المجسمة

[الرســــم ٢]

الصفحة الاولى من « كتاب الهيئة » العرضي ، مارش ٦٢١ ق ٩٥ ظ

بأذن من مكتبة بودليان — اكسفورد

هذه الرجل وصورة النهر ومنها الكوكب الذي في آخر النهر ويسمى الظليم
ومنها الشعرى العبور وهي فم كلب السفينة وهو الكلب الاكبر
ومن اعظم الكواكب كلها واليها ينسب احكام السنة الشعرية ومنها
الشعرى الغميصا وتسمى بالشعرى الشامية وهي احدى كوكبي
الكلب الاصغر على صدره ومنها كوكب سهيل على مجداف السفينة
ومنها رجل قنطورس اليمنى فهذه اسماء الكواكب الخمسة عشر
التي في القدر الاول واما الكواكب الباقية فان اكثرها لم يوضع
لها اسما فلا نطيل القول بذكرها والله اعلم بحقايقها والحمد لله
رب العالمين والصلوة على سيد الانبيا محمد واله اجمعين ه

وقع الفراغ من نسخه للعبد الفقير
المذنب المحتاج الى رحمة ربه العفو
الحسين بن ابرهيم الحسين ابي الفتح
الحافظ بحمد الله عن عظيم جرمه وحرم
عن النار بحق جده يوم الاحد وقت الظهر
الثامن عشر من شهر ربيع الاخر سنة احدى
وسبعين وستمائة هجرية نبوية

[الرسم ٣]

الصفحة الاخيرة من « كتاب الهيئة » للعرضي ، مارش ٦٢١ ق ٢١٤ ظ

بأذن من مكتبة بودليان – اكسفورد

١٩٢٨ وجمعتها مؤخراً الدكتورة سيفيم تكلي مع ترجمة الى الانكليزية والتركية [٢٣] .

ج — « رسالة العمل في الكرة الكاملة » . ورد ذكرها في كل من الكتابين السابقين[٢٤] ولم يُعثَرْ الى الآن على نسخة منها . واظن ان المستقبل سيكشف عنها هي الاخرى اذ لا تزال على الارجح بين المخطوطات العديدة المفهرسة خطأً في مكتبات العالم .

د — لقد اورد المؤرخ مدرس رضوي ذكر رسالة للعرضي في « اتمام برهان الشكل الرابع من المقالة التاسعة من المجسطي » وهي محفوظة في آخر مخطوط نسخة « المجسطي » في مشهد ذات الرقم ٥٤٥٢ .[٢٥]

وككل مثقف عربي لقد قرض العرضي بعض الشعر مدح فيه نصير الدين الطوسي وقد وردت هذه الابيات في رسالته في كيفية الارصاد[٢٦] .

— ٤ —

اهمية اعمال العرضي .

لقد ذكرنا سابقاً ان الهيئة التي ابتكرها العرضي كانت بمثابة ردّ على هيئة بطلميوس اذ ان الاخيرة كانت متناقضة مع الاصول الفلكية كما بين ذلك ابن الهيثم في كتابه المذكور اعلاه .

ولكي نتمكن من تقييم أعمال العرضي ، دعوني الخّص الهيئة التي اقترحها بطلميوس لافلاك القمر وابين فيها بعض الشكوك التي اثارها ابن الهيثم وبعدها اصف الهيئة الجديدة التي ابتكرها العرضي ، تاركاً الى وقت لاحق الوصف المسهب لهيئة القمر هذه .

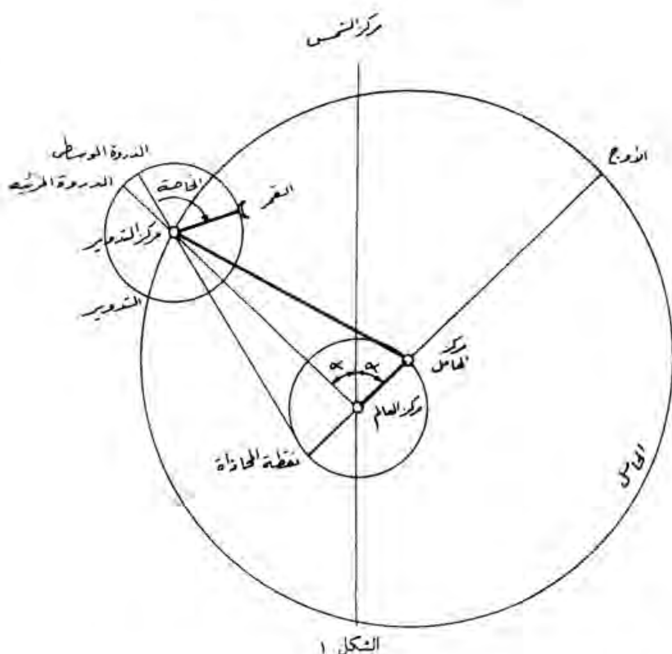
ان الهيئة التي وضعها بطلميوس لافلاك القمر بعد ازالة افلاك الجوزهر والمايل منها ، بُغية السهولة والتقريب ، تتلخّص فيما يلي :

٢٣ — مدرس رضوي ، ص ٢٢٩ — ٢٣٠ ، وسيزكين : " تاريخ التراث العربي " ، ج ٦ ، ص ٢٥ . Sevim Tekeli, "Al-Urdî'nin 'Risalet-ün fî Keyfiyet-il-Ersad' Adli Makalesi" *Arastirma*, VIII (1970) 1-169.

٢٤ — سيمان ، ص ٢٥ ومخطوط مارش ٦٢١ ، ص ١٧٥ و ، ١٧٦ ظ ، ١٩٩ و .

٢٥ — مدرس رضوي ، ص ٢٢٩ — ٢٣٠ ، وسيزكين ص ٢٩٣ .

٢٦ — مدرس رضوي ، ص ٨٠ .



الشكل ١

نلاحظ في هذا الشكل ان الفلك المايل الذي يدير بدورانه اوج القمر يدور على عكس التوالي بحركة منتظمة رمزنا اليها بحرف ∝ . وهكذا يدور كل ما يحويه هذا الفلك بهذه الحركة والى الجهة عينها .

اما حامل التدوير وهو خارج المركز المحوري فيدور بذاته على التوالي بحركة منتظمة ولكن حول مركز العالم وليس حول مركزه . وقد اشرنا الى حركته بحرف ∝ عينه وبالجهة المخالفة . ومن هذه الحركة تسبّب الإشكال الاول . اذ كيف يمكن لفلك كريّ ، حسب فرض بطلميوس نفسه ، ان يدور بحركة منتظمة حول محورٍ لا يمر في وسطه دون ان ينخرق ؟

اما الإشكال الثاني فهو الذي ورد على نقطة المحاذاة التي اتخذها بطلميوس مبدأ

لحركة خاصة القمر في تدويره . فالخط الواصل بين نقطة المحاذاة هذه ومركز التدوير ينتهي الى الذروة الوسطى على محيط التدوير . وكان بطلميوس قد اكتفى بالقول ان الارصاد هي التي فرضت اختيار نقطة المحاذاة هذه لتكون محاذية للذورة الوسطى مع انها ليست مركزاً لفلك من الافلاك ولا مركزاً للعالم كما كان متوقعاً .

بعد ان يثير العرضي هذه الإشكالات في افلاك القمر يقول ان الحركات التي فرضها بطلميوس ليست ناتجة عن الارصاد التي رصدها بل جاءت نتيجة لحدس حدسه من نفسه . ويكمل العرضي في ردّه على بطلميوس واتباعه قائلاً :

« واذ قد فرغنا من ذكر مذهبهم فنورد الامر الذي ناقضناهم فيه فنقول انه قد تبيّن في بعض ما ذكرناه عنهم امورٌ فاسدة مباينة لاصول هذا العلم نردّ بها عليهم وعلى من اعتقد انّ الامر على ما قد نصّوه في كتبهم[٢٧] » .

وفي رده على بطلميوس في افلاك عطارد يقول : « فاما طريق الحدس فلم يكن هو اولى به من غيره بعد ان تبيّن خطؤه[٢٨] » .

هكذا يجيز العرضي لنفسه ان يتحدّس هيئة جديدة تتحاشى هذه الإشكالات وتحافظ على نتائج الارصاد فقط .

لذلك خالف العرضيُّ بطلميوس في حركات المائل والحامل جهةً وقدراً . فقد جعل مدير الأوج يدور على التوالي بحركة قدرها ثلاثة اضعاف البعد الذي بين مركز الشمس الاوسط ومركز القمر الاوسط . واذا فُرض خارج المركز وهو حامل فلك التدوير يدور على خلاف التوالي بحركة قدرها البعد المضعف كانت الحركة الحاصلة على الشكل التالي :

٢٧ – مارش ٦٢١ : ص ١٢٤ و .
٢٨ – المصدر السابق : ص ١٦٧ ظ ، وفيها « خطاه » .

الشكل ٢

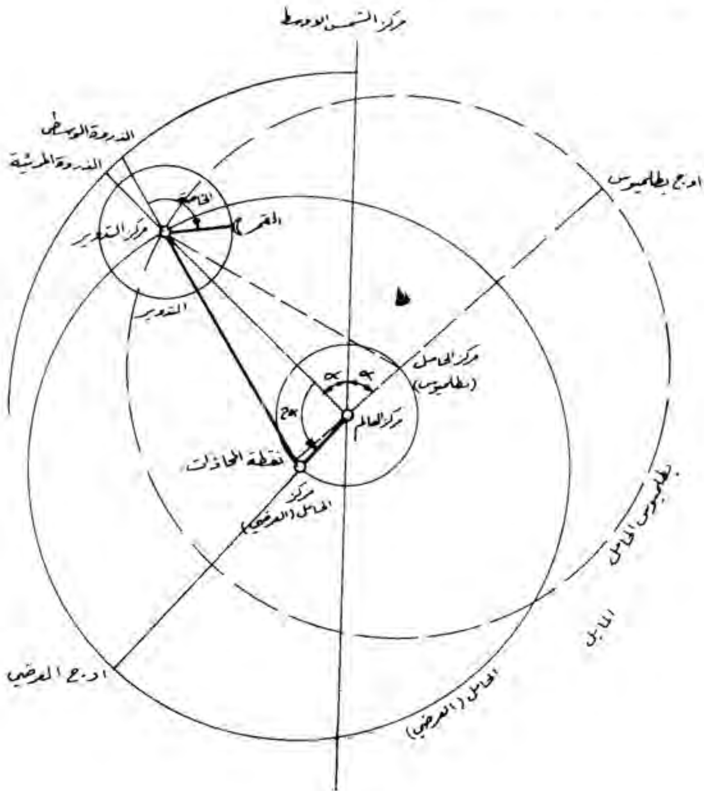
نلاحظ في هذا الشكل ان الاوج يدور على عكس حركة الاوج عند بطليموس مع ان حركة مركز التدوير الحاصلة هي عينها الحركة التي ارتآها بطليموس .

اضف الى ذلك ان في هذه الهيئة الجديدة ينحلّ الإشكالان السابقان بحيث تُصبح

الذروة الوسطى الآن على محاذاة مركز حامل التدوير حسب الاصول ، اذ الحركة الوسطى حول هذا المركز .

كذلك تُصبح الحركة الوسطى متشابهة حول مركز الحامل وهي بالتالي متشابهة حول مركز العالم بالنسبة لدائرة فلك البروج كما شرح بطلميوس ذلك في افلاك الشمس .

بقي ان نقارن بين الهيئتين . وفي الشكل التالي :



الشكل ٣

نرى ان الخطوط المتقطعة التي تمثّل هيئة بطلميوس تقارب جداً الخطوط المتصلة التي تمثّل هيئة العرضي . ولم يغربْ عن العرضي ان مركز الحامل حسب حدسه هو لا ينطبق تماماً على نقطة المحاذاة التي توهمها بطلميوس فنراه يُسهب في حساب ذلك ويبين ان الفرق الناتج عن هذا الاختلاف لا يتعدّى في حساب تقويم القمر الدقيقتين والنصف عند مركز العالم .

عندها يقول : « اذا جاز لبطلميوس ان لا يعتبر لدقيقتين بل لاربع دقائق عند مركز العالم قدراً محسوساً على انّ ذلك مما يجوز ان يفوت الراصد . فيسوغ لنا المخالفة بدقيقتين وثلث [ثلثة] دقائق . وانما ذكرت هذا دفعاً لتشنيع المقلده الناظرين في كتابي »[٢٩] .

أخيراً نلاحظ ان الحركات التي توهمها العرضيّ تُشكّل هيئة تنطبق تماماً على هيئة بطلميوس في اوضاع القمر المهمة الا وهي الاجتماع والاستقبال ، حيث يحدث الخسوف والكسوف ، وفي التربيعين .

— ٥ —

الخلاصة

بعد ان اطلعنا على الهيئة التي حدسها العرضي لكل من افلاك القمر والكواكب العليا نراه في كلتا الحالتين يقترح هيئة بديلة لا تشوبها الشوائب التي المّت بهيئة بطلميوس . وهذه الهيئة الجديدة لا تنطبق تماماً في جميع اوضاعها على المدارات الناتجة عن هيئة بطلميوس وانما انطبقت عليها احياناً وقاربتها احياناً اخرى الى قدرٍ يسيرٍ جداً « يفوت الراصد الماهر » على حد تعبير العرضي .

بقي ان ندرس الهيئة التي حدسها العرضي لافلاك عطارد والتي تشكل موضوع بحثنا المقبل . فاكتفي الآن بالقول ان هيئة افلاك عطارد شبيهة بافلاك القمر مع جعل مركز المدير في أفلاك عطارد يشابه مركز العالم في افلاك القمر ومعدل المسير في عطارد يشابه نقطة المحاذاة في القمر . وبمخالفة حركة الاوج والحامل في عطارد يستطيع العرضي ان ينجو من الإشكالات الواردة على بطلميوس .

٢٩ – المصدر السابق : ١٢٩ ظ .

كتاب الكافي في الطب

لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي

البير زكي اسكندر   د. رفعت يس عبيد

يرمي هذا البحث إلى التعريف بكتاب « الكافي في الطب » ، ذلك الكتاب الذي لم يسبق نشره أو دراسته على الرغم من أهميته في تاريخ الطب العربي . ويشتمل البحث على قسمين رئيسيين هما :

أولا : دراسة نقدية للمخطوطات التي تم فهرستها على أنها تحوي كتاب « الكافي في الطب » للرازي .

ثانيا : بيان محتويات هذا الكتاب ، وإيراد بعض النصوص المقتبسة منه لتقديم الدليل على أنه من تأليف الرازي .

I

يذكر ابن أبي أصيبعة[1] كتاب « الكافي في الطب » ضمن كتب الرازي ، إلا أنه قد فات على من سبقه من مؤرخي الطب في العصور الوسطى ذكر اسم هذا الكتاب ، فلا نجده مثلا في قوائم كتب الرازي التي يذكرها كل من ابن النديم[2] وابن جلجل الأندلسي[3] وأبي

١ – ابن أبي أصيبعة ، كتاب عيون الأنباء في طبقات الأطباء ، نشر ا. ميلر . القاهرة – كوينجزبرج ١٨٨٢ – ١٨٨٤ ، ج ١ ، ص ٣٢٠ ، س ٢٨ .

٢ – ابن النديم ، كتاب الفهرست ، نشر ج . فلوجيل . ليبزج ١٨٧١ – ١٨٧٢ ، ج ١ ، ص ٢٩٩ – ٣٠٢ .

٣ – ابن جلجل الأندلسي ، طبقات الأطباء والحكماء ، نشر فؤاد سيد . القاهرة ١٩٥٥ ، ص ٧٧ – ٨٠ (رقم ٢٨) .

ريحان البيروني[4] وجمال الدين القفطي[5] .

وتجدر الإشارة هنا إلى الدراسة التي سبق نشرها بقصد التحقق من المخطوطات المفهرسة والتي وصفت بأنها تحتوي على نسخ من كتاب « الكافي في الطب » للرازي ، وإلى خلاصة هذه الدراسة[6] وهي أنه ، فيما نعلم ، لا توجد هناك سوى مخطوطة فريدة لهذا الكتاب ، وهي بحروف عبرية نقلت عن العربية (Judaeo-Arabic MS) محفوظة بمكتبة البودليانا بأكسفورد [مخطوطة رقم ٥١٤ (أوري ٤٢٧)] .

وفي مكتبة الكلية الملكية للأطباء بلندن مخطوطة ، كان قد أهداها الطبيب ومؤرخ الطب Cyril Elgood إلى هذه المكتبة ، وتمت فهرستها على أنها نسخة من كتاب « الكافي في الطب » للرازي[7]. وعلى الرغم من أنه قد ورد في فاتحة هذا الكتاب اسم محمد بن زكريا الرازي وعنوان « الكافي » إلا أنه يتضح جليا لكل من يتفحص نص هذه المخطوطة أن مادتها لا علاقة لها اطلاقا بالرازي ، وأن الرازي لا يمكن أن يكون مؤلف هذا الكتاب ، نفيا لما ذكره الأستاذ تريتون (Tritton) واضع فهرس مخطوطات مكتبة الكلية الملكية للأطباء بلندن . وفيما يلي نص فاتحة الكتاب التي وردت في الصفحة الأولى من هذه المخطوطة :
« ... وبعد فيقول العبد الجاني محمد بن زكريا المتخلص (sic) بالرازي : لمّا كثُر طلب بعض إخوتي التصنيف كتابا يحوي النكت الطيّبة في مسائل الطبية (sic) على وجه يشمل الإيجاز والاقتصاد ، خال عن التطويل والإكثار ، فأجبت مطلوبه وصنّفت هذا الكتاب الموسوم بالكافي لكفايته على المطلوب ... » .[8]

وبخلاف ما تعودناه في كتب الرازي من أسلوب علمي سلس وتعبير واضح ولغة صحيحة سليمة ، فإن مقدمة هذا الكتاب ركيكة التعبير ، ضعيفة الأسلوب ، ويكثُر فيها اللحن اللغوي . ولتأييد رأينا فيما يتعلق بمحتويات المخطوطة رقم ٤٥ نورد فيما يلي ، على

٤ – أبو ريحان البيروني ، رسالة للبيروني في فهرست كتب محمد بن زكريا الرازي ، نشر ب . كراوس . باريس ١٩٣٦ .

٥ – جمال الدين القفطي ، تاريخ الحكماء ، نشر ج . ليبرت ، ليبزج ١٩٠٣ ، ص ٢٧١ – ٢٧٧ .

٦ – A. Z. Iskandar, "Bibliographical Studies in Medical and Scientific Arabic Works" in *Oriens*, vols. 25-26 (1976), pp. 144-147.

٧ – A .S. Tritton, "Catalogue of Oriental Manuscripts in the Library of the Royal College of Physicians" in *Journal of the Royal Asiatic Society* (1951), p. 189, No. 45.

٨ – مخطوطة رقم ٤٥ ، ص ١ ، س ٣–٦ .

سبيل المثال ، بعض مقتطفات منها تشتمل على أقوال للطبيب الفيلسوف ابن سينا (٣٧٠ — ٤٢٨ هـ / ٩٨٠ — ١٠٣٧ م) من كتاب « القانون في الطب » وكتاب « الشفاء »، ثم أقوال أخرى لقطب الدين محمود بن مسعود الشيرازي (٦٣٤ — ٧١٠ هـ / ١٢٣٦ — ١٣١١ م) مؤلف شرح كليات ابن سينا (أي شرح الكتاب الأول من كتب القانون) المعروف باسم « التحفة السعيدية » :

— « ... المبحث الأول . في اختلاف الحيوانات في الأعضاء :

إنك قد عرفت في الكتاب الأول من كتب القانون ، وهو المعروف بكتاب الكليّات ، هيئة الأعضاء جملة وتفصيلا ، وعلمت أن الأعضاء منها ما هي مفردة ... »[٩]

— « ... وقال الشيخ الرئيس في حدّ الطبّ ... »[١٠]

— « ... قال قطب الملّة والدين ، نقلا عن الشيخ الرئيس ، إنه ذكر في الشفاء ... »[١١]

— « ... قال قطب الملّة والدين في شرح الكلّيات ... »[١٢]

ويذكر الدكتور مانفريد اولمان في كتابه **Die Medizin im Islam**[١٣] مخطوطتي مكتبة البودليانا بأكسفورد ومكتبة الكلية الملكية للأطباء بلندن على أنهما تحتويان على نص كتاب « الكافي في الطب » للرازي . ونحن وإن كنا نوافق اولمان على رأيه فيما يختص بمخطوطة البودليانا ، إلا أننا نرفض مخطوطة لندن ، للأسباب التي أشرنا إليها فيما سبق ، ونعتقد أنها منتحلة .

ولقد ذكر الأستاذ فوات سزجين في الجزء الثالث من كتابه « تاريخ الأدب العربي »[١٤] نفس المخطوطتين اللتين ذكرهما اولمان ، وأضاف إليهما مخطوطة أخرى محفوظة في مكتبة الجامعة باسطنبول (رقم ٢٤٢ / ٤) ، وقد اعتمد في مراجعه على فهرس الأستاذ ابراهيم

٩ — المصدر السابق ، ص ٣٦ ، س ١٩ — ٢٢ .
١٠ — المصدر السابق ، ص ٢ ، س ٦ .
١١ — المصدر السابق ، ص ٢ ، س ٣ — ٤ .
١٢ — المصدر السابق ، ص ١٠ ، س ٩ — ١٠ .
١٣ — M. Ullmann, *Die Medizin im Islam*, Leiden/Köln, 1970, p. 132 (n. 8).
١٤ — F. Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, Band III, Leiden (1970), p. 289 (n. 39).

شبوح ومقال للدكتور صلاح الدين المنجد . وبالرجوع إلى فهرس شبوح[١٥] وجدنا أنه أورد عنوان « الكافي في الطب » لمؤلف مجهول (مخطوطة طب رقم ٨٨ ، دار الكتب المصرية) ثم قطعة من كتاب الكافي في الطب عن موضوع « المني » لمؤلف مجهول أيضا ، وهي ملحقة بكتاب قسطا بن لوقا في « الباه » (مخطوطة رقم ٢٤٢ / ٤ ، مكتبة الجامعة باسطنبول) . وجدير بالذكر أن اسم الرازي لا يظهر في فهرس شبوح اطلاقا فيما يتعلق بكتاب « الكافي في الطب » . أما الدكتور المنجد فإنه يذكر كتاب « الكافي في المني »[١٦] وينسبه إلى الرازي ، وتجدر الإشارة إلى أن هذا العنوان لا يظهر اطلاقا في أي فهرس من فهارس مؤرخي الطب في العصور الوسطى[١٧] .

وإذا قبلنا صحة ما ذكره المنجد من أن مخطوطة طب ٨٨ بدار الكتب المصرية هي نسخة من كتاب « الكافي في صناعة الطب » لأبي نصر عدنان بن نصر بن منصور العين زربي (توفي ٥٤٨ هـ / ١١٥٣ م)[١٨] ، يتضح لنا اذن أن المخطوطة الوحيدة المعروفة لدينا لكتاب « الكافي في الطب » لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي هي مخطوطة مكتبة البودليانا بأكسفورد رقم ٥١٤ [أوري ٤٢٧] . وسنقوم بدراسة نص كتاب « الكافي » في مخطوطتي القاهرة واسطنبول ، لعلنا نهتدي إلى اسم المؤلف ، علما بأنه بالإضافة إلى الرازي والعين زربي فإن الطبيب جبرائيل بن عبد الله بن بختيشوع (توفي في ميافارقين سنة ٣٩٦ هـ / ١٠٠٦ م) الذي كان معاصرا للصاحب بن عباد الكافي (٣٢٦ — ٣٨٥ هـ / ٩٣٨ — ٩٩٥ م) قد ألف كتابا ، على طريق المسألة والجواب ، أطلق عليه اسم « الكافي »[١٩] تيمنا باسم صديقه الصاحب بن عباد الكافي .

١٥ — ابراهيم شبوح ، فهرس المخطوطات المصورة ، الجزء الثالث (العلوم) ، القسم الثاني (الطب) . القاهرة ، ١٩٥٩ ، ص ١٥٢ ، رقم ١٩٧ .

١٦ — صلاح الدين المنجد ، " مصادر جديدة عن تاريخ الطب عند العرب " ، مجلة معهد المخطوطات العربية . مجلد ٥ ، الجزء الثاني : ١٩٥٩ ، ص ٣٠٠ ، رقم ٣٣٨ .

١٧ — راجع المصادر التي ذكرت في الحواشي ١ — ٥ فيما سبق .

١٨ — المنجد ، مصادر جديدة ، ص ٣١٧ ، رقم ٤٤٤ .

١٩ — ابن أبي أصيبعة ، كتاب عيون الأنباء ، ج ١ ، ص ١٤٧ ، س ٢٩ — ٣١ ؛ القفطي ، تاريخ الحكماء ، ص ١٥٠ .

II

وننتقل الآن إلى القسم الثاني من بحثنا هذا ، ونبدأه بوصف موجز لمخطوطة « الكافي في الطب » المحفوظة في مكتبة البودليانا بأكسفورد[٢٠] .

١ — وصف المخطوطة :

تقع المخطوطة في ١١٤ ورقة ، مكتوبة بحروف عبرية بخط جيد ، إلا أن النص يشتمل على بعض الأخطاء ، صحح بعضها الناسخ نفسه في الهوامش . وقد كتب عناوين أبواب الكتاب بحروف كبيرة ، وتبلغ مساحة كل ورقة ٢٥٥ × ١٧٥ مم (١٨٥ × ١١٥). وتحتوي كل صفحة على ٢٢ سطرا ، وبكل سطر نحو تسع كلمات . وفرغ الناسخ من تدوين هذا الكتاب في يوم الخميس ٢٨ من شهر طبث سنة ٥١٨٠ عبرية (= ١٥ يناير ١٤٢٠ م) ، واسمه يوسف الصغير بن ربي سعديا الطبيب ، نسخه لأخيه ربي ابراهيم . ولم يذكر الناسخ مكان نسخ المخطوطة ، والراجح أنه كتبها في احدى الدول العربية الإسلامية لأنها تتميز بخط اليد الرباني الأسباني الذي كان شائعاً في مصر والأندلس خلال القرنين الثالث عشر والرابع عشر الميلاديين .

وأول المخطوطة (١ و) كالآتي :

« قال محمد بن زكريا إن هذه العلل تصيب الأعضاء من أعلى بدنه إلى أسفله بتولدها وأنواعها وتوابعها وأعراضها وعلاجها ... » .

وختم الرازي كتابه بذكر طريقة إزالة آثار مرضَي الجدري والحصبة من الجلد . يقول الرازي (١١٤ ظ) :

« وإذا صح العليل وأردت قلع الآثار ، فيلزم على العليل التدبير المسخن والأطلية التي تقلع الآثار مثل اللوز المر وبزر الفجل وبزر الجرجير والقسط ، ويطلى بماء الشعير ، والله المستعان ، تم » .

٢٠ — J. Uri, *Bibliothecae Bodleianae codicum manuscriptorum orientalium ... catalogus*, pars prima (Oxford, 1787), p. 83, No. 427; Ad. Neubauer, *Catalogue of the Hebrew Manuscripts in the Bodleian Library* (Oxford, 1886), p. 714, No. 2089.

ويلي ذلك مباشرة قول الناسخ (١١٤ ظ) :

« تم الكتاب الكافي للرازي بحمد الله ، وبتمامه تم الديوان ، رحم الله من قرأ ومن كتب ومن تعلم ، آمين . وكان تمامه يوم الخميس في الثامن والعشرين من طبث سنة ٥١٨٠ ، وهو للفاضل ربي ابراهيم ، كتابة يوسف الصغير بن ربي سعديا الطبيب » .

٢ – محتويات كتاب « الكافي » :

يقسم الرازي كتابه « الكافي في الطب » (ولا تظهر عبارة « في الطب » في هذه المخطوطة) إلى مقالتين رئيسيتين ، تتكون كل منهما من عدة أبواب . ويعرض الرازي المادة الطبية على طريقة الكنانيش ، فيبدأ بذكر العلل التي تصيب الرأس ، ويتدرج منها إلى أسفل حتى علل القدم ، أي من القرن إلى القدم (من الفرق إلى القدم) . ويذكر أولا العلة ، ثم يتطرق إلى شرح السبب ، ثم العرض ، ثم ينتهي بذكر العلاج أو العلاجات .

وتحتوي المقالة الأولى من كتاب « الكافي » (وتشمل الأوراق ٤ و – ٥٨ و) على ستة وسبعين بابا كما يلي :

– الباب الأول في داء الثعلب (٤ و) .
– الباب الثاني في الصلع (٥ و) .
– الباب الثالث في الحزاز (٦ و) .
– الباب الرابع في انتثار الشعر (٦ ظ) .
– الباب الخامس في القمل في الرأس (٧ و) .
– الباب السادس في السعفة (٧ ظ) .
– الباب السابع في الصداع والدوار والشقيقة (٨ و) .
– الباب الثامن في النسيان (١٠ ظ) .
– الباب التاسع في السبات (١١ و) .
– الباب العاشر في السكتة (١٢ و) .
– الباب الحادي عشر في الفالج (١٣ و) .
– الباب الثاني عشر في اللقوة (١٤ و) .
– الباب الثالث عشر في الرعشة (١٤ و) .

- ــ الباب الحادي والأربعون في الجرب في العين (٣٨ و) .
- ــ الباب الثاني والأربعون في انتثار الأشفار (٣٨ و) .
- ــ الباب الثالث والأربعون في الشعر الزائد في الأجفان (٣٨ ظ) .
- ــ الباب الرابع والأربعون في القمل الكائن في الأشفار (٣٩ و) .
- ــ الباب الخامس والأربعون في البرد (٣٩ ظ) .
- ــ الباب السادس والأربعون في الشترة والغدة (٣٩ ظ) .
- ــ الباب السابع والأربعون في الشعيرة (٣٩ ظ) .
- ــ الباب الثامن والأربعون في الجرب (٣٩ ظ) .
- ــ الباب التاسع والأربعون في الغدة والسيلان (٤٠ و) .
- ــ الباب الخمسون في فقد الشم (٤٠ ظ) .
- ــ الباب الحادي والخمسون في الورم العارض في المنخرين (٤١ ظ) .
- ــ الباب الثاني والخمسون في القروح في المنخرين (٤٢ ظ) .
- ــ الباب الثالث والخمسون في الرعاف (٤٣ و) .
- ــ الباب الرابع والخمسون في البخر في الأنف (٤٤ و) .
- ــ الباب الخامس والخمسون في الورم في اللسان (٤٤ ظ) .
- ــ الباب السادس والخمسون في ثقل اللسان (٤٥ و) .
- ــ الباب السابع والخمسون في القلاع (٤٥ ظ) .
- ــ الباب الثامن والخمسون في البخر في الفم (٤٦ ظ) .
- ــ الباب التاسع والخمسون في اللعاب السائل من الفم عند النوم (٤٧ ظ) .
- ــ الباب الستون في الخوانيق (٤٧ ظ) .
- ــ الباب الحادي والستون في سقوط اللهاة (٤٩ و) .
- ــ الباب الثاني والستون في نفث الدم (٤٩ ظ) .
- ــ الباب الثالث والستون في ضرس الأسنان (٥٠ و) .
- ــ الباب الرابع والستون في وجع الأسنان (٥٠ ظ) .
- ــ الباب الخامس والستون في الأسنان التي تخضر أو تثقب أو تتآكل (٥٠ ظ).
- ــ الباب السادس والستون في وجع الأسنان واللثة (٥١ و) .
- ــ الباب السابع والستون في اللثة الدامية والعفنة (٥٢ و) .

- الباب الثامن والستون في الأسنان التي تتكسر (٥٣ و) .
- الباب التاسع والستون في الأسنان التي تتحرك (٥٣ و) .
- الباب السبعون في وجع الأذن (٥٣ ظ) .
- الباب الحادي والسبعون في القروح في الآذان (٥٤ ظ) .
- الباب الثاني والسبعون في الطرش (٥٥ ظ) .
- الباب الثالث والسبعون في الدوي والطنين (٥٦ ظ) .
- الباب الرابع والسبعون في تنقية وسخ الأذن (٥٧ و) .
- الباب الخامس والسبعون فيما يقتل الديدان في الأذن (٥٧ ظ) .
- الباب السادس والسبعون فيما ينفع من دخول الماء في الأذن (٥٧ ظ) .

ويخصص الرازي المقالة الثانية من كتابه « الكافي » (وتشغل الأوراق ٥٨ و – ١١٤ ظ) للكلام على علل المعدة وعلاجها ، وهي تحتوي على خمسة وخمسين بابا كما يلي :

- الباب الأول في الوحم (٥٨ و) .
- الباب الثاني في الشهوة الكلبية (٥٨ ظ) .
- الباب الثالث في بوليموس (٥٩ و) .
- الباب الرابع في الغثي والقيء (٥٩ ظ) .
- الباب الخامس في الهيضة (٦٠ ظ) .
- الباب السادس في الفواق (٦٢ و) .
- الباب السابع في ضعف المعدة (٦٣ ظ) .
- الباب الثامن في الورم الكائن في المعدة والوجع فيها (٦٤ ظ) .
- الباب التاسع في قيء الدم (٦٥ ظ) .
- الباب العاشر في كثرة العطش (٦٦ و) .
- الباب الحادي عشر في أوجاع القلب (٦٧ ظ) .
- الباب الثاني عشر في الخفقان (٦٨ ظ) .
- الباب الثالث عشر في السل (٦٩ ظ) .
- الباب الرابع عشر في الإستسقاء (٧١ و) .
- الباب الخامس عشر في البرسام (٧٣ و) .

ـ الباب الثالث والأربعون في عسر البول من المثانة (١٠٠ و) .
ـ الباب الرابع والأربعون في الحصى في المثانة (١٠١ و) .
ـ الباب الخامس والأربعون في اختناق الرحم (١٠٢ ظ) .
ـ الباب السادس والأربعون في ورم الرحم (١٠٣ ظ) .
ـ الباب السابع والأربعون في احتباس الطمث (١٠٥ و) .
ـ الباب الثامن والأربعون في درور الحيض (١٠٧ و) .
ـ الباب التاسع والأربعون في الرجا (ساقط في المخطوطة) .
ـ الباب الخمسون في النقرس ووجع المفاصل (١٠٨ و) .
[الباب الحادي والخمسون ـ ساقط في المخطوطة].
ـ الباب الثاني والخمسون في [عرق] النسا (١١٠ ظ) .
ـ الباب الثالث والخمسون في الحمى البلغمية (١١٠ ظ) .
ـ الباب الرابع والخمسون في حمى سنوخس (١١١ ظ) .
ـ الباب الخامس والخمسون في الحصبة والجدري (١١٢ ظ) .

٣ ـ مقتطفات من كتاب « الكافي في الطب » للرازي :

نعرض فيما يلي ثلاثة نصوص مقتبسة من كتاب « الكافي » للرازي ، وذلك للتعريف بمادة الكتاب وأسلوب الرازي العلمي :

١ ـ الباب الاول (٤ و) في داء الثعلب وداء الحية .

« فأما داء الثعلب من فساد الغدة وهي الرطوبة الغاذية للشعر ، وتحدث في شعر الرحم والحاجب والأشفار واللحية . وإنما سميت هذه العلة بداء الثعلب لأنها كثيرا ما تعرض للثعالب . وحمى داء الحية فإنها من جنس هذا الداء ، إلا أنها أحد وأشد عفونة ، ويحدث في جلد البدن كله ، ويتقشر جميع الجلد كما يتقشر جلد الحية ، ولذلك سمي بداء الحية . وعلاجه مثل داء الثعلب ، وتولدهما جميعا من حرارة أو رطوبة (٤ ظ) عفنة ، فإذا كان ذلك من حرارة كان المزاج حارا وكان الموضع أحمر أو أصفر . فإذا كان من برد المزاج كان باردا ، ولون ذلك الموضع خمر أبيض . علاج ذلك : إذا كان من حرارة فصد القيفال والحجامة ، وبعده الإسهال بماء الهليلج الأصفر أو بالصبر أو بالسقمونيا

والورد ونوار البنفسج التي بالسقمونيا . وينفع منه أن يدلك الموضع بخرقة كتان خشنة حتى يحمر ويكاد أن يدمي ، ثم يجعل عليه كندر مسحوق بخل وخروء الفار المسحوق بالخل وعروق القصب المحروق أو قشور البندق واللوز المر ، ويحرق الجميع ويسحق ويطلى بخل أو يدلك الموضع بالبصل المأكول أو بصل النرجس (...) رائحة البصل دلكا جيدا حتى يحس في الموضع باحتراق ولهب ويحمر الموضع ، وسائر التدبير من الاشياء التي تنفع ، فامسحه بدهن ورد وشمع وتدلكه حتى يسكن [الموضع] ، فإذا بدأ الشعر ينبت فاحلقه مرات وادلكه في كل يوم إلى أن يحمر ، ويميل غذاؤه إلى ما يلطف . علاج ذلك إذا كان من برد فاسهله بحب جالينوس أو بحب الصبر والمصطكي أو بالأيارج المتخذ بشحم الحنظل ، ويدلك الموضع بالبصل (٥ و) والثوم أو بالخردل ، ثم يطلى عليه فرابيون بزيت عتيق أو تفسيا وخردل بدهن طري ، أو يطلى عليه الخردل وعاقرقرحا بمرارة الثور ، أو يطلى عليه بزر الأنجرة بدهن السراج وهو دهن بذر الكتان بعد انطفائه ، أو يدلك الموضع بالاشقيل أو يطلى عليه هذا الدواء . صفة دواء جيد مجرب : تفسيا وفرابيون وحب الغار المطبوخ جزء ، وكبريت وخربق أبيض مطبوخ ربع جزء ، فيجمع هذا بشمع مذوب بدهن بان ، ويميل غذاؤه إلى القليل ، نافع ، »

ب — الباب الثامن (١٠ ظ) في النسيان :

« تولد النسيان من خلط بلغمي لزج يجتمع في الجزء المقدم من الدماغ الذي به يكون التخيل على ما قال جالينوس الفاضل ، وهذا البطن يحس بما يكون في البطن الأوسط الذي يكون به (١١ و) الفكر والموضع المؤخر الذي يكون به الذكر ، ويعمه غشيان كثير ونوم ولا يتركه ، وكسل وبلادة . علاج ذلك في الإبتداء الحقن بالحادة لتجذب المادة إلى ما تحت ، وبعده الإسهال بحب السكبينج أو بحب الصبر أو بالأيارجات المسكنة للمزاج فان كفى وإلا بدل مزاجه بمعجون البلادر الصغير ، وينفع منه أن يطلي الرأس بخل قد أديف فيه خردل مسحوق وجندبادستر أو دهن زيت قد طبخ فيه سذاب وفودنج وحاشا وهو الجنس من السعتر أو دهن قد أديف فيه بورق وعاقرقرحا وبذر الأنجرة مسحوقا ، وينفع منه التغرغر بالسكنجبين والخردل أو بالأيارج المعجون بخل الاشقيل أو بسكنجبين قد أديف فيه عاقرقرحا وصعتر وبجميع ما يجلب البلغم من الرأس ، ويميل غذاؤه إلى الأشياء الحارة مثل ماء الحمص والاسفيدباجات الكثيرة التوابل والقلايا والمطجنات ونحوها » .

ج – هذا ابتداء السفر الثاني من الكافي (٥٨ و) – القول في علل المعدة .

الباب الأول في الوحم :

« تولد هذه العلة من خلط رديء يجتمع في المعدة فتعرض للعليل شهوة رديئة مثل أكل الطين أو الأشياء الحريفة أو الحامضة أو الأشياء الغريبة كمثل الفحم والخزف ونحوهما . وأكثر ما يعرض هذا للنساء الحوامل في الشهر الأول والثاني والثالث ، ثم يبطل ذلك . والعلة في ذلك أن بعض هذا الخلط ينضج في طول الزمان ، وبعضه يغتذي به الجنين . علاج ذلك (٥٨ ظ) في غير وقت الحبل : تنقية ذلك الخلط بالقيء بعد الأكل من الأطعمة المقطعة الملطفة وبدواء ينقي المعدة مثل الأيارج أو حب الأفاويه ، وينفع منه معجون الخبث ، ويميل غذاؤه إلى القلايا والمطجنات . وأما علاج الحبالى في هذه العلة فإنهن يعالجهن بالجلنجبين ليصلح ذلك الخلط الخدري أو بكمون ونانخواه وسكر ونحوه » .

وبعد ، فإنه يتضح من تفاصيل محتويات كتاب « الكافي في الطب » أنه كتاب مفيد في بابه ، جيّد في عرضه ، ذو أهمية بالغة من الناحية العلمية ، جدير بالبحث والدراسة . وقد أسفرت دراستنا الأوليّة لمادة هذا الكتاب عن أنه لا يوجد في النص ما يمنع كونه من تأليف الرازي . ويُستمد الدليل الإيجابي على أنه للرازي من فاتحة الكتاب وخاتمته المذكورتين سابقا[٢١] ، حيث يظهر فيهما اسم المؤلف وعنوان الكتاب . هذا بالإضافة إلى أنه قد تحققنا ، بعد أن قابلنا نص كتاب « الكافي في الطب » بنص كتاب « التقسيم والتشجير » للرازي ، الذي يذكر فيه تقاسيم الأمراض وأسبابها وعلاجها بالشرح والبيان ، أن هناك تشابها كبيرا بين هذين الكتابين من حيث المادة والأسلوب وطريقة العرض . ولا يبعد أن يكون الرازي قد اقتبس من كتابه « التقسيم والتشجير » ، وألف كتابه المختصر على منهج الكناشيش وأطلق عليه اسم « الكافي » . ونأمل أن نتطرق إلى هذه النقطة بإسهاب ، وذلك في تحقيقنا لكتاب « الكافي في الطب » ، لنقدم الدليل على الصلة بينه وبين كتب الرازي الطبية الأخرى .

٢١ – راجع ص ٢١ – ٢٢ من هذه المقالة .

كتاب المهذّب في طب العين لابن النفيس ومعالجته للحثر (التراخوما) وعقابيله

اميلي سافيج - سميث

مقدمــة

يرجع كتاب المهذب في طب (أو حكمة) العين لابن النفيس علاء الدين بن ابي الحزم القَرَشي إلى القرن الثالث عشر الميلادي . وابن النفيس هذا قد اشتهر بكشفه للدورة الدموية الصغرى كما جاء وصفه لها في شرحه لتشريح قانون ابن سينا وفي شرحه الكامل للقانون . وقد كتب فضلاً عن شروحه على القانون موجزاً له (الموجز في الطب) وشروحاً على رسائل أبو قراط (شرح فصول أبو قراط وشرح تقدمة المعرفة)، وشرح مسائل حنين بن اسحاق والكتاب الشامل في الطب وكتاب المهذب في طب العين . ويعد كتاب المهذب هذا خلاصة دقيقة ومنهجية لممارسة طب العين في القرن الثالث عشر وما يتصل بها من معرفة وعلم . بل هو يعد أدق وأكمل ما كتب من رسائل في طب العين لدى العرب في القرون الوسطى . بيد أن هذه الرسالة ، على عظيم قدرها وعلو شأنها ، ظلت طي الإغفال والإهمال فلم يعرها أحد اهتماماً ولم يلتفت أحد لدراستها وشرحها وتبيان بليغ نفعها .

والدراسة التي نقدمها بين يدي القارىء لهذه الرسالة تشتمل على خلاصة لمحتوياتها بأجمعها وترجمة لثلاثة من فصولها مع التعليق والشرح ، كما تشتمل على كشف بالمصطلحات التشريحية والفسلجية والصيدلانية المصطنعة في هذه الفصول بخاصة ، فضلاً عن رسوم للآلات والأدوات التي اقتبست عن رسالة في طب العين تكاد تعاصر رسالة ابن النفيس[1] .

وقد قسم ابن النفيس كتابه هذا إلى مقدمة في ماهية صناعة الكحل ونمطين أو كتابين . فأما النمط الأول ففي قواعد هذه الصناعة ويشتمل على جملتين أو قسمين ؛ فأما القسم الأول ففي قواعد الجزء النظري من هذه الصناعة من حيث خلقة العين وفعلها وامراضها . وأما الجملة الثانية أو القسم الثاني ففي قواعد الجزء العملي من هذه الصناعة . وأما النمط الثاني (الكتاب الثاني) ففي تفاريع هذه الصناعة من حيث العلم والعمل . وهو يشتمل على سبع جمل أو أقسام وقد جاء وصفه للجرب الحادث في الجفن (أو التراخوما ، الحثر) في الفصل العشرين من الجملة الثانية ، وهو الفصل الذي يجد القارىء ترجمة انكليزية له في هذا المقال ، وحقيقة

(١) كتاب الكافي في الكحل لخليفة الحلبي

الأمر أن الخثر (التراخوما) كان معروفاً لدى اليونان والرومان والعرب وكان يعد مرضاً يصيب جفن العين في حين يعد اليوم مرضاً يصيب الغشاء المخاطي الداخلي للجفن (الملتحمة) ومن أعراضه تشكل حليمات كثيفة على السطح الداخلي لجفن العين . وقد جاء وصفه للسبل والظفرة في الفصلين الثامن والتاسع من الجملة الثالثة . وهما الفصلان اللذان تمت ترجمتها إلى الانكليزية في هذا المقال ، ولقد كانت الظفرة مرتبطة بالسبل بل كانت تعد شكلاً من أشكاله . في حين انتفت اليوم الرابطة المباشرة بين السبل التراخومي والظفرة . فالظفرة نمو داخلي مثلث الشكل للملتحمة على جانبي القرنية وبخاصة على الجانب الأنفي . أما السبل فكان يلحقه الأطباء المسلمون في القرن العاشر بالسبل، وواقع الأمر أن امتداد الأوعية من القرنية إلى الحافة يعد من أعراض التراخوما ...

إن ما جاء في كتاب المهذب من علاج ليفضل كمالاً ما جاء في كتب طب العين في القرن العاشر ، فهو يطلعنا على بليغ علم ابن النفيس في أوج إبداعه وعلو كعبه في ذروة أصالته ، وبخاصة ما اتصل من ذلك بالجوانب النظرية من تحليل عميق للسبل أهو طبيعي أم غير طبيعي وبما أقامه من موازاة بين استئصال السبل والختان ومن اهتمام بأسباب الأمراض والعلاقات القائمة بينها وما قام به من موازنة بين الظفرة والسبل فإذا به يرى أن الظفرة شكل من أشكال السبل . كان ابن النفيس مبدعاً فلم يتبع آراء ابن سينا كما قد يتوقع من شارح للقانون وملخص له . ولقد اعتمد ابن النفيس منهجا لم يتخلَّ عنه قط وهو أنه لا يصف علاجاً ما استطاع وصف حمية ولا يصف علاجاً مركباً ما استطاع الاكتفاء بعقار بسيط ، وكان اهتمامه بالمرحلة التي تعقب العملية كبيراً وما كتبه في ذلك من شيء ليفوق ما كتبه معظم الكتاب تفصيلاً ودقة . وكان وصفه للعمليات الجراحية مسهباً ودقيقاً بأكثر مما صنع سابقوه في هذا المجال .

ثم إن ما جاء عليه كتاب المهذب في موضوعاته من ترتيب وتنظيم وتنوع وما كان لمعالجته من تحقيق وحسن نظر إنما يختلف كل الاختلاف عما ورد في الكتب المشهورة في القرنين التاسع والعاشر ككتب حنين بن اسحاق وعلي عيسى الكحال . فإذا كانت أهمية كتاب المهذب لابن النفيس ترجع إلى أنه أدق وأكمل مـــا كتب في العربية في طب العين خلال القرون الوسطى من رسائل ، كما قلنا ، فهي ترجع أيضاً إلى ما تحتويه من آراء وأساليب أصيلة أدخلها على علاج هذه الأمراض العالم والطبيب المشهور . وهذا ما ينبغي أن يدفع المؤرخين والعلماء إلى الالتفات إلى هذا الكتاب وإحاطته بالرعاية والعناية وإشباعه درساً وتحقيقاً .

وما اخترنا في هذه الدراسة الفصول الثلاثة وأمراضها ترجمة وشرحاً إلا للدلالة بها أمثلة حية على التقنية الطبية للعين كما وردت بتفاصيلها في رسالة ابن النفيس ، ولأن هذه الأمراض كانت ولا تزال حتى يومنا هذا الأسباب الرئيسة للعمى في الشرق الأوسط ، ولأنها تمثل بعض الطرائق الجراحية المعقدة والمبادىء العلاجية العامة المصطنعة في علاج أمراض العين . وذلك كله حري أن يبين لنا دقيق البحث واكتمال المعالجة وعميق النظر لما تم فيه من تمحيص ودراسة وتحقيق وتجربة فجاء الكتاب مهذباً كأتم ما يكون التهذيب ومكتملاً كأبلـــغ ما يكون الاكتمال .

كتاب المهذب في طب[1] العين تأليف الاستاذ الامام العالم العلامة علائدين ابن ابي[2] الحزم القرشي

المقدمـــة

الفصل الاول في ما هيئة صناعة الكحل .
الفصل الثاني في اختلاف الحيوانات بحسب العين .
الفصل الثالث في خواص[3] الانسان في امر العين .

النمط الاول في قواعد هذه الصناعة وتشتمل على جملتين .

الجملة الاولى في قواعد الجزء النظري من هذه الصناعة ويشتمل على اربعة ابواب .

الباب الاول يشتمل على فنين .

الفن الاول في خلقة العين ويشتمل الكلام فيه على عشرة فصول .

الفصل الاول في ما هيئة العين واجزائها ومنفعتها .
الفصل الثاني في اصناف العين .
الفصل الثالث في مسلك الروح البصري وهو[3] العصب النوري .
الفصل الرابع في العصب المحرك للمقلة .
الفصل الخامس في العصب المحرك للاجفان .
الفصل السادس في عضلات المقلة .
الفصل السابع في عضلات الاجفان .
الفصل الثامن في هيئة المقلة .
الفصل التاسع في هيئة الاجفان .
الفصل العاشر في مزاج العين واجزائها .

الفن الثاني في فعل العين اي الفعل الخاص[3] بها وهو الابصار ويشتمل على عشرة فصول .

الفصل الاول في تحديد الاشياء المبصرة .

الفصل الثاني في تفسير الالفاظ التي يكثر استعمالها فيما نتكلم فيه في هذا الفن .

الفصل الثالث في الشروط المتّفق عليها في الرؤية بالعين .

الفصل الرابع في مذهب العلماء في الرؤية .

الفصل الخامس في حجج القائلين بهذه الآراء .

الفصل السادس في ابطال آراء المخالفين وحججهم ونصرة الحقّ الذي هو مذهبنا واعتمادنا عليه .

الفصل السابع في بسط الكلام في تحقيق مذهبنا وتثبيته .

الفصل الثامن في شبه يمكن ايرادها على مذهبنا في الابصار .

الفصل التاسع في حلّ هذه الشكوك .

الفصل العاشر نذكر[4] فيه شبهة تورد على الابصار مطاقا .

الباب الثاني في امراض العين وهو فصل واحد .

الباب الثالث في اسباب احوال العين ويشتمل على فصلين .

الفصل الاول في الاسباب الكليّة .

الفصل الثاني في المسخّنات البدنية[5] .

الباب الرابع في علامات احوال العين والكلام فيه يشتمل على فصلين .

الفصل الاول في المبادىء التي يتعرف منها احوال العين ... في اقسام عشرة.

القسم الاول وهو الابصار .

القسم الثاني هو فعل العين في الغذاء .

القسم الثالث هو فعل العين في الفضول .

القسم الرابع هو افعال الحسّ والحركة اللذين للعين .

القسم الخامس اجزاء العين .

القسم السادس الموافقات والمخالفات للعين .

القسم السابع لون العين .

القسم الثامن من ملمس العين .

القسم التاسع شكل العين .
القسم العاشر مقدار العين .
الفصل الثاني في العلامات الدالّة على احوال العين .

الجملة الثانية في قواعد الجزء العملي من هذه الصناعة ويشتمل على بابين .

الباب الاول في حفظ صحّة العين ويشتمل الكلام فيه على فصلين .

الفصل الاول كلام كلي في حفظ صحّة العين .
الفصل الثاني في احكام الاغذية المألوفة يختار منها ما يوافق في حفظ صحّة العين .

الباب الثاني في علاج امراض العين بقول كلّي ويشتمل على مقدمة وخمسة فصول .

المقدمــة

الفصل الاول في التدبير بالغذاء .
الفصل الثاني في العلاج بالدواء .
الفصل الثالث في العلاج باليد .
الفصل الرابع في علاج سوء مزاج العين .
الفصل الخامس مسكنات أوجاع العين .

النمط الثاني في تفاريع هذه الصناعة وقد رأينا ان نجمع في هذا النمط بين العلم والعمل اذ ذلك اسهل في التعليم وان نجعل الكلام فيه[٦] في سبع جمل .

الجملة الاولى في ادوية العين مفردها ومركبها وتشتمل على بابين .

الباب الاول في اصول عملية في امر هذه الادوية وتشتمل على خمسة فصول .

الفصل الاول في اصناف ادوية العين .
الفصل الثاني في تعريف امزجة ادوية العين[٧] .
الفصل الثالث في صفات ادوية العين .
الفصل الرابع في تعريف افعال ادوية العين .
الفصل الخامس في امور تعرض لادوية العين بسبب التركيب ونحوه .

الفصل العشرون في الجرب الحادث في الجفن .
الفصل الحادي والعشرون في التوتة .
الفصل الثاني والعشرون في الوردينج الحادث في الجفن .
الفصل الثالث والعشرون في الشرناق .
الفصل الرابع والعشرون في الالتصاق في الاجفان .
الفصل الخامس والعشرون في الشترة .
الفصل السادس والعشرون في استرخاء الجفن وانسداله .
الفصل السابع والعشرون في الشعر الزايد في الجفن .
الفصل الثامن والعشرون في الشعر المنقلب .
الفصل التاسع والعشرون في انتثار الهدب .
الفصل الثلاثون في بياض الاهداب .
خاتمة لهذا الباب نذكر فيها اموراً غير طبيعية تعرض للاجفان .

الباب الثاني في امراض المؤق والكلام فيه يشتمل على ثلاثة فصول .

الفصل الاول في الغرب .
الفصل الثاني في زيادة لحم المؤق .
الفصل الثالث في نقصان لحمة المؤق .

الجملة الثالثة في امراض الوسط من العين ويشتمل الكلام فيها على مقدمة واربعة ابواب .

المقدمـــة

الباب الاول في الامراض المنسوبة الى الطبقة الملتحمة ... اشتمل هذا الباب على ثلاثة عشر فصلا .

الفصل الاول في الرمد .
الفصل الثاني في الانتفاخ العارض للملتحمة .
الفصل الثالث في الطرفة .
الفصل الرابع في الجساء العارض للطبقة الملتحمة .

الفصل الخامس في الودقة .
الفصل السادس في الدبيلة العارضة في الملتحمة .
الفصل السابع في تفرق الاتصال الحادث في الملتحمة .
الفصل الثامن في السبل .
الفصل التاسع في الظفرة .
الفصل العاشر في اللحم الزايد على الملتحم .
الفصل الحادي عشر في التوتة .
الفصل الثاني عشر في الحكة الحادثة للملتحمة .
الفصل الثالث عشر في الدمعة .

الباب الثاني في الامراض المنسوبة الى الطبقة القرنية ويشتمل على سبعة فصول .

الفصل الاول في البثور الحادثة في الطبقة القرنية .
الفصل الثاني في قروح القرنية وحفرها .
الفصل الثالث في خروق القرنية ونتوئها والسلخ الحادث فيها .
الفصل الرابع في تغيّر لون القرنية الى البياض او الحمرة او الصفرة ونحو ذلك .
الفصل الخامس في كمنة المدّة تحت القرنية .
الفصل السادس في السرطان العارض في الطبقة القرنية .
الفصل السابع في خروج الطبقة القرنية عن اعتدالها الى الرطوبة واليبوسة .

الباب الثالث في الامراض المنسوبة الى الطبقة العنبية والكلام فيه يشتمل على ثلاثة فصول .

الفصل الاول في الزرقة الحادثة في العين .
الفصل الثاني في نتوء العنبية .
الفصل الثالث في تفرق الاتصال العارض للطبقة العنبية .

الباب الرابع في الامراض المنسوبة الى الحدقة وهي الثقب العنبي من جملة المحاوي فتكون امراضها ثلاثة وهي الاتساع والضيق والانسداد فلذلك يشتمل الكلام في هذا الباب على ثلاثة فصول .

الفصل الاول في اتساع الحدقة ويسمى الانتشار .
الفصل الثاني في ضيق الحدقة .
الفصل الثالث في الماء النازل في العين .
الجملة الرابعة في امراض جملة المقلة ... يشتمل على ثلاثة فصول .
الفصل الاول في الحول .
الفصل الثاني في الجحوظ .
الفصل الثالث في غور العين وصغرها .
الجملة الخامسة في الامراض المنسوبة الى القوة الباصرة والكلام يشتمل فيها على مقدمة وسبعة فصول .
المقدمــة
الفصل الاول في ضعف البصر .
الفصل الثاني في العشاء ويسمى الشبكرة .
الفصل الثالث في الجهر ويسمى الخفش .
الفصل الرابع في القمور .
الفصل الخامس في نفرة العين من الضوء والشعاع .
الفصل السادس في بطلان البصر .
الفصل السابع في تشوش البصر وهو رؤية الخيالات .
الجملة السادسة في الاحوال المنسوبة الى الرطوبات والارواح اللتين في داخل المقلة والكلام فيها يشتمل على اربعة فصول .
الفصل الاول في الاحوال العارضة للرطوبة البيضية .
الفصل الثاني في الاحوال العارضة للرطوبة الجليدية .
الفصل الثالث في الاحوال العارضة للرطوبة الزجاجية .
الفصل الرابع في الاحوال العارضة لما في العين من الروح .
الجملة السابعة في الامراض المنسوبة الى باقي اجزاء العين ويشتمل على فصلين .
الفصل الاول في الامراض العارضة لباقي طبقات العين .
الفصل الثاني في الامراض العارضة للعصب النوري .

— I —

الفصل العشرون في الجرب الحادث في الجفن الفرق بين الحكة والجرب بان اشتركا في ان كل واحد منهما يحدث عنه حكاك انّ المسمّى بالحكة لا بثور معه ولا خشونة يعتدّ[8] بها ولا تقرّح ولا شقوق ولا كذلك الجرب ومادة المرضين رطوبة حادّة بورقية لكنها في الحكة لطيفة يحلّلها الحكّ ويخرجها من المسامّ وفي الجرب اغلظ من ذلك بحيث تحتبس وتبثر ولما كانت المادة في المرضين واحدة ففي الاكثر تتقدم الحكة الجرب وتنذر به لان المندفع الى الجفن يكون اولا مما رقّ ثم بعد ذلك يغلظ ويحدث الجرب وقد تتقدّمه ايضا وتنذر به قروح العين وذلك لان وصول المادة الحادة المقرحة الى العين في اكثر الامر انما يكون من السمحاق وانما يكون ذلك بعد حصولها في الجفن فتكون اذا محدثة للحكة ثم تحدث قروح العين لانّها للينها واحتباس المواد فيها تنفعل عن تلك المادة قبل انفعال الجفن الانفعال الذي يلزمه الجرب وقد يتقدمه الرمد بدون القرحة وذلك اذا لم تكن المادة من الحدة بحيث القروح .

وقد جعلوا لهذا الجرب اربع مراتب يسمونّها انواعا . **النوع الاول** ان تحدث[9] في الجفن حمرة وخشونة حصفية لا بثرية وسبب هذه الحمرة سخونة الدّم وانجذابه الى الجفن بسبب حرارة المادة والم الحكّ . **النوع الثاني** ان تكثر الخشونة في الجفن مع وجع وثقل لكثرة المادة ورداءتها . **النوع الثالث** ويسمى التيني لان باطن الجفن يكون فيه شبيها بلبّ التين ويكون فيه شقوق وخشونة زائدة . **النوع الرابع** ازيد خشونة واعظم آفة وحكة مع وجع وصلابة زائدة ولا تكاد تنقطع[10] بالحك الغلظة خاصة العتيق منها[11] . وربما حدث معه شعر زائد اذ مادته لاحتراقها وتدخينها قد تصلح لان يكون منها الشعر ومادة الجرب قد تكون بلغما بورقيا وقد تكون من دم حاد وقد تكون من دم سوداويّ رقيق السوداء محترقها[12] ويحدث كثيرا عن مداومة الشمس والغبار والدخان مع فساد الاغذية واكل التوابل والملوحات والكوامخ والبقول الحادة ونحو ذلك .

العلامات علامات الجرب مطلقا حكاك الجفن واذا قلب شوهد منه ما قلناه من الحمرة والخشونة . **واما النوع الاول** فان تكون الخشونة خفيفة وسيلان الدموع كثيرا وذلك لان المادة تكون فيه الى رقة .

واما علامة[١٣] **النوع الثاني** فان تكون الخشونة ازيد مما في الاول وتكون الدموع بعد كثيرة . **واما علامة**[١٣] **النوع الثالث** فان يكون الجفن مع كثرة خشونته فيه شقوق كشقوق التين . **واما علامة**[١٣] **النوع الرابع** فان الجفن يكون فيــه الى سواد وكمودة لزيادة الاحراق وكثرة السوداوية وعليه[١٤] كالخشكريشة لاجل الاحتراق[١٥] .

واردى الجرب ما كان بعد قروح العين لان مادته تكون حادة[١٦] ثم ما كان بعد الرمد. واسلمه ما تقدمته الحكة وحدها لان مادة هذه[١٧] تكون يسيرة ولذلك لم يعم ضررها للعين .

العلاج اما علاج الجرب مطلقا فاولا تنقية البدن والرأس من المادة الحادة المحترقة وذلك بالفصد، ويبدأ اولا من القيفال ثم من عروق المأقين، ولا بد مع ذلك من استفراغ بطبيخ الفاكهة او قرص البنفسج او طبيخ الافتيمون اذا كان في النوع الرابع او كان المزاج سوداويا، ولا بد مع ذلك من التطفية ومن الترطيب المعدل للمزاج كشرب ماء الشعير بالسكر وكذلك النقوعات المتخذة من العناب والاجاص والمشمش ونحو ذلك، ولا بد من اصلاح الغذاء واستعمال[١٨] ما يبرد ويرطب كالقثاء والقرع ولب الخيــار والرجلة والمزاوير المطفية وترك الحلاوات والموالح والمجففات . واذا استعمل اللحم فليكن من لحم الجدي والدجاج المسمن والاسفيدباج غذاء جيد لهما وكذلك[١٩] مح البيض النيمرشت ولا بد من ملازمة الحمام المرطب وهجر الغبار والدخان والغضب الجدال والصياح وطول الكلام ولطو الوسادة واطالة السجود وطأطأة الرأس وضيق قوارة القميص وبالجملة كل مصعد للمواد محرك لها الى جهة الوجه .

واما علاج نوع نوع **فالنوع الاول** بعد التدبير المشترك يقلب الجفن ويحك بالشياف الاحمر الحاد فان كفى والا فبالاشياف الاخضر او باشياف طرخماطيقون . **ومن** الادوية الجيدة كهرباء جزء قشور النحاس جزوأن تعجن بعسل **وايضا** نحاس محرق ستة عشر مثقالا فلفل ثمانية مثاقيل اقليميا اربعــة مثاقيل مر مثقالان زعفران مثله[٢٠] زنجار خمسة مثاقيل صمغ عشرون مثقالا تعجن بماء المطر . والاكتحال بالروشنايا او الباسليقون جيد ولا يتعرض الى هذا بالحك[٢١] بالسكر ونحوه فيسجح الجفن ولا يغني اذ ليس فيه من الخشونة ما يقلعها السكر . **واذا**[٢٢] **كان** مع هذا رمد فالشياف[٢٣] الاحمر اللين موافق[٢٤] .

واما النوع الثاني فعلاجه بما اكثر حدة وتحليلا من ادوية الاول وذلك مثل الاشياف

الاخضر والباسليقون، اللهم الا ان يحدث ذلك تلهبا وحرارة فيستعمل مثل الشادنج وخاصة المغسول ثم يتدرّج بعد ذلك الى الاشياف الاحمر اللين وتكحل العين بالاغبر لتقوى . **واما النوع الثالث** فعلاجه كما في الثاني وازيد حدة وفي الاكثر لا بد فيه من الحك . **واما النوع الرابع** فعلاجه بالادوية كما قلناه ووجوب الحك فيه اولى مما في الثالث .

وكيفية الحك بان يقلب الجفن اما بالاصبع وحدها وهو الاجود او بان يوضع على ظاهره طرف الميل ويمدّ شفره على حيث يغطي الميل ثم يحك باطنه اما بظاهر قطعة من السكر الطبرزد اعنى ظاهرها الذي هو جزء من ظاهر الابلوج أو بزبد البحر أو بورق التين او يتخذ محكّ من شادنج ومرقشيتا. **وقد يحك** بالحديد بان يمر القمادين او الوردة ونحوها على مواضع منه ثم يحك بملعقة الميل . فاذا فرغ من الحك قطر في العين دهن الورد مضروبا[٢٥] مع صفرة البيض وتحرك المقلة ثم يقطر فيها ريق ماضغ الكمون والملح ليؤمن الالتصاق بعد عصرهما من خرقة كتان صفيقة[٢٦] وبعد ذلك يدام تحريك المقلة ثم في اليوم الثاني يستعمل الشادنج وتقوى العين بالاغبر ونحوه .

واذا قارن الجرب رمدا وقروحا ولم يكن الجرب سببهما بدىء بعلاجهما[٢٧] فان تدبير المرض الحاد قبل المزمن وما هو اكثر حدة قبل ما هو الين وليكن ذلك مع مراعاة الجرب بما فيه تبريد وتجفيف. وان كان الجرب سببهما بما فيه من الخشونة ونحو ذلك وكان[٢٨] الامر فيهما سهلا بدىء بحك الجرب وعولج بما هو الين مع تجنّب الادوية الحادة والقوية فان كان الامر فيهما صعبا بحيث لا يحتملان مقاربة الحك اشتغل بالتنقية والتعديل والتقوية الى ان يحتملا ذلك. فان كان الجرب يوذيهما بخشونته فليقلب الجفن ويمر عليه الميل لينعم قليلا. واجود من ذلك الشادنج دون النشاء والاثمد والذرور الابيض والشياف الابيض فان هذه كلها مجرّبة اي تورث الجرب[٢٩] . تم

— II —

الفصل الثامن في السبل هو غشاوة تشاهد في العين ذات عروق محمرّة. واختلف فيها فقيل ان جميع اجزائها طبيعية لكنها في الصحّة صغيرة خفية عن الحس، فاذا نمت وامتدت في الاقطار كلها وعظمت ظهرت للحسّ واضرت بالعين وبالبصر. وقيل بان جميع أجزائها مرضية فانه لو كان شيء منها طبيعيا لكان قطعه وخاصة اذا تكرّر ضارا بالعـين وللاولين

ان يحتجوا بان من تلك الاجزاء عروق واجزاء عصبية وهذه لا يمكن حدوثها بفعل الطبيعة فكيف بالمرض. والحقّ ان هذا الغشاء ليس بطبيعي مطلقا والا كان تكوّنه اولا نافعا وقطعه ضارا وليس بخارج عن الطبيعي مطلقا والا لم يمكن تكوّنه واغتذاؤه وكان اذا تكون يبلى على طول الزمان بذاته اذ لا قوّة فيه تحيل الوارد الى طبيعته بل هو طبيعي من جهة انه حادث عن فعل الطبيعة وغير طبيعي من جهة انه انما يحدث بحدوث حالة للعين غير طبيعية[٣٠]، وذلك لان العين اذا ضعفت وكثرت فيها المواد احالت الطبيعة تلك المواد الزائدة الى ما هو للعين كالغطاء والجلد لتوقّيها عن الآفات التي يتوقع حدوثها لها عند الضعف .

وهذا كالظفرة فان السبل انما يخالف الظفرة بانه في الاكثر يعم المقلة ولا كذلك الظفرة، وانما اختصت العين بذلك لما قلناه اولا وهو انها معراة من الجلد فيكون حالها العضو المسلوخ عنه جلده او المتاكل عن جلده بقروح ونحوها، وانما لا تفعل الطبيعة ذلك في حال صحة العين لاستغناء العين حينئذ بقوتها عن زيادة التقوية على ما يحصل بالجفن .

ولقائل ان يقول لو كان الامر كما قلتم لوجب ان يتكوّن مثل هذه الغشاوة على الكمرة بعد قطع القلفة . **وجوابه** ان الكمرة لا يكون عندها من المواد ما يتخلق ذلك عنها لانها طرف وبعيدة عن الرطوبات ولا كذلك العين فانها كثيرة الرطوبة بجوهرها وربما تنتقل[٣١] اليها من الدماغ فتكون المادة عند القوة متوفرة فلذلك امكن ان يحدث عنها هذا الغشاء دون الكمرة على انا نقول ان الكمرة لا بد ان[٣٢] يحدث لها بعد قطع القلفة تكاثف ينقص بسببه انفعالها عن الملاقيات فيجوز ان يكون عروض ذلك لحدوث شيء مثل هذا الغشاء لكن لما لم يظهر لذلك الحادث ضرر لم يجعل ذلك مرضا ولم يعالج بالقطع ونحوه بخلاف هذا الغشاء فانه يضرّ في الابصار بمقدار ما يستر من الحدقة .

فان قيل لو كان هذا الغشاء من فعل الطبيعة لما لزمه ضرر وليس كذلك فانه يضعف الابصار حتى يصير كأنه من وراء ساتر متخلخل ويحدث الحكة والدمعة في العين ويهيئها لكثر الرمد ونحوه من الامراض الامتلائية ويجعلها تنفر عن ضوء الشمس وضوء السراج وكثيرا ما تصغر له العين .

قلنا حدوث هذه المضارّ لا ينافي ان يكون هذا الغشاء بفعل الطبيعة . **اما** اضراره بالبصر فظاهر فان قصد الطبيعة به زيادة الستارة للعين وذلك ان[٣٣] نفــع العين فضوء يضرّ البصر

وذلك الاضرار لا ينافي هذا المقصود . **واما** الحكة والدمعة[٣٤] فلما تلزم[٣٥] هـذا الغشاء من احتباس فضول العين تحته ولا ينافي ذلك نفعه بما هو ساتر ويلزم هذه الفضول كثرة الامراض المادية. **واما** النفرة من ضوء الشمس والسراج فلما يلزم كثرة الضوء من تحرك كثرة الفضول . **واما** صغر العين فلما يضعف من هضبها بسبب كثرة الفضول ولما ينصرف من غذائها على غذاء هذا الغشاء . على ان حدوث الضرر بالشيء لا ينافي ان يكون حدوث ذلك عن الطبيعة ولذلك فان السمن الزائد لاحق باضراره وبانه عن فعل الطبيعة وكذلك العضو الزائد ونحو ذلك على ان[٣٦] الجزم في هذا بعيد .

وقد يحدث من كثرة امتلاء العروق الغائرة التي في الملتحمة واحتباس المواد والفضول تحت صفاقها حالة تشبه السبل ويسمى ايضا مسبلا . واكثره من نزلات على العين من طريق الحجب الداخلة ولذلك يكثر معه العطاس خاصة عند الضوء الشديد لتسخينه المواد وتهييجه لها ويكون معه ضربان في قعر العين لتمديد المواد[٣٧] عند نفوذها من هناك . والسبل يكثر في مرطوبي الادمغة لكثرة مواد رؤوسهم ويكثر في الجرب لاضعافه العين وجذب أله المواد اليها ويكثر بعد الرمد الحاد اذا بولغ في التبريد فقلّ معه التحلل واحتبست الفضول. وكذلك قد يكثر في البلاد والازمان الباردة بل وفي الابدان الباردة ايضا لقلة انحلال فضولها .

والسبل من الامراض المعدية بسبب استنشاق الهواء المخالط لما يتبخر منه فيحيل الدماغ ونواحيه الى طبيعته فلذلك إذا ضاق المسكن كان أعداؤه اشدّ وهو مما يتوارث في النسل لان ما ينفصل من عين صاحبه من المني يكون كثير الفضول فتكون العين المتولدة منه كذلك .

العلامات اما السبل الحقيقي فيعرف بمشاهدة الغشاوة الظاهرة مع عروق فيها حمرة ممتلئة وحمرة في العين لاجل الوجع والحكة وكثرة الفضول وبوجود ما ذكرناه من الاعراض اللازمة له وغير اللازمة ويحدث معه حمرة في الوجه لكثرة ما ينزل اليه من السمحاق ودرور في العروق لذلك وضربان في الصدغين لمزاحمة المواد النازلة للشريان الذي هناك وإذا جذب الجفن الاسفل يشاهد ارتفاع طرف هذا الغشاء عن الملتحمة واما القرني فيشاهد عليه شيء كالدخان مع عروق محمرة واذا كان هذا السبل حادا جداً كثرت الحمرة في[٣٨] العين وكذلك الحكة والضربان وسيلان الدمع .

واما النوع الغائر فيعرف بما ذكرناه ومشاهدة شيء كالغمام وتحت صفاق الملتحمة مع حمرة يسيرة .

العلاج يجب ان يبدأ اولا بتنقية البدن والرأس ونواحيه وتلطيف الغذاء وهجر تدهين الرأس واجتناب ما يبخّر وبالجملة جميع ما ينبغي لصاحب النوازل اجتنابه . ولفصد عروق المأقين نفع ظاهر ولا بد من الغراغر والسعوطات ونحوها مما ينقي الرأس .

فان كان السبل حقيقيا غليظا فلا بد من لقطه وكيفية ذلك ان يستلقي العليل ويفتح عينيه إما بالفتاحات او بابهامي الخادم فان انزلق الجفن لترطّبه ونحو ذلك جعل بينه وبين الابهام قطن او قطعة من خرقة وليحذر في هذا الفتح ان ينقلب الجفن فيتقطع منه شيء فيحدث في الاكثر الالتصاق وكذلك ينبغي ان ترفع الاهداب[٣٩] لئلا يقطعها المقراض .

ثم يبتدىء الآسي فيعلق السبل اولا من عند المأق الاكبر بصنارة وعند الاصغر بأخرى وعند وسط الملتحمة مما يلي اصل الجفن الأعلى باثنتين ويفعل كذلك من جهة الجفن الاسفل ويقرض عند اللحاظ قدرما يدخل فيه المسلخ وينفذه على الملتحمة على المؤق الاكبر ثم يأخذ في القطع من اللحاظ[٤٠] مما يلي اصل الجفن الاعلى فاذا انتهى الى المؤق الاكبر قطع كذلك مما يلي اصل الجفن الاسفل فاذا لم يبقَ يعلق الا من ناحية القرني جذب الصنانير قليلا وحركها ليتم انكشاط ما على الاكليل ثم يقطعه من جهة اللحاظ الى جهة المؤق الاكبر ويخرج الجميع قطعة واحدة كالحلقة. والفاضل من الأساة يفعل ذلك بسرعة وخفة ويستأصل طبقات الغشاء كلها في مرة واحدة بحيث ينقّي الملتحمة من غير معاودة القطع والتعليق المؤلمين للعليل وقد لا ينهى ذلك .

فيقطع الجزء الذي يلي الجفن الاعلى اولا ثم الذي يلي الجفن الاسفل وقد يحتاج الى معاودة التعليق والقطع اذا اتفق ان بقي بعض طبقات السبل وذلك بان يكون تغويص الصنانير بحيث لا تنتهي[٤١] الى الملتحمة. ويعرف نقاء الملتحمة بامرار المسلخ على ظاهرها فان لم يتعلق بشيء فقد نقيت وكذلك ظهور بياضها وخلوها من شيء من اجزاء السبل واذا قطع عند المأق الاكبر فليحذر ان يفرط فتنقص لحمة المؤق ويعرض ما ذكرناه من المضار في موضعه .

واذا تم القطع وسال من الدم قدر الكفاية لوّق على طرف الميل قطنة ونقيت بهـا لعين من بقايا الدم ثم يبصق في العين لتسكين الوجع وغسل ما يحتبس فيها من الدم ثم يقطر فيها الريق المعصور من الكمون والملح المضوغين المعصورين في خرقة كتان صفيقة ثم بعد

ذلك يقطر فيها دهن الورد المتخذ من الشيرج[٤٢] مضروبا بصفرة البيض وتضمد العين بقطنة مغموسة في دهن الورد وصفرة البيض ويعاود تقطير ذلك في العين مرارا في ذلك اليوم بليلته مع كثرة تقليب المقلة والتحرز من النوم في تلك الليلة .

ثم في اول النهار يغسل الوجه بماء طبخ فيه الورد او بماء مزج به ماء الورد ثم يتأمل تحت الجفن بان يدير تحته الميل الملفوف عليه القطن المغموس في دهن الورد فان وجد التصاقا فتقه بالمسلخ ثم يعاود تقطير الريق بعد مضغ الكمون والملح والا فيعاود تقطير دهن الورد مع صفرة البيض وبعد ثلاثة ايام يستعمل هذا الذرور ثلاثة ايام اخرى . **وصفته** انزروت وسكر سليماني ونشا من كل واحد درهم زبد البحر نصف درهم زعفران ربع درهم صبر سدس درهم .

فان عرض في العين رمد عولج بعلاجه والا فيدخل الحمام ثم يكحل بالاكحال الجلاءة وينبغي ترك اللحوم بعد اللقط ثلاثة ايام او اربعة مع الاجتهاد في تحريك العين لئلا تلتصق **هذا اذا كان** السبل حقيقيا وغليظا .

اما الغائض والحقيقي الرقيق جدا فبعد التنقية وتقوية الدماغ بالروايح العطرة ولتكن محللة الى حرارة لطيفة كالعنبر والند والغالية وكذلك اشتمام ماء الآس بقليل مسك وهجر الاطعمة الغليظة كالكرنب والعدس والسمك واللبن والباقلا واللوبيا والكثيرة التبخر وان كانت حارة كالبصل والثوم ويقبل على الاكحال الجلاءة المحللة كالروشنايا والباسليقون وكذلك اشياف الدارج والاشياف الاخضر وليكن الاكتحال بان تقلب الجفن وتحك العين بالدواء وبعد سكون الحرقة تعاود الكحل ثم بعد ذلك تكحل بالرمادي وبالبرود الهندي ونحوهما .

وقد يقارن السبل رمد فتكون العمدة على الاستفراغ والتنقية دون المبردات والمخدرة . والاغبر حينئذ جيد وان كان مع السبل حرارة نفع اشياف السماق ويتخذ من ماء السماق المنقوع المعقود بالصمغ والانزروت وقد يتخذ من السماق وحده وهو ايضا ينفع الرمد المقارن للسبل .

ومما جرب للسبل الخفيف قشر البيض الطري يغلى في الخل ويجفف في الظل ويستعمل

ناعما وايضا المارقشيشا مع الرمادي وايضا برادة النحاس القبرس بالبول وكذلك شياف الاصطفطيقان والاحمر اللين والاحمر الحاد وطرخمطيقان ودواء المغناطيس وفصد المأقين جيّد للسبل .

وكذلك دوام اشتمام مرزنجوش والتسعط بمثل هذا الدواء كندس درهم مرّ دانقان حضض ربع درهم صبر اربعة دوانيق يعجن بماء المرزنجوش ويحبّب كالعدس ويستعمل كل يوم حبّة بلبن جارية وكذلك الكندس وقصب الذريرة والورد اجزاء سواء يدقّ وينفخ في الأنف . تم

— III —

الفصل التاسع في الظفرة هي من جنس السبل وتفارقه بان الامتلاء المحدث للسبل عام لظاهر المقلة ولظاهر الملتحمة وها هنا خاصّ بموضع المؤق الاعظم وهو الاكبر او الاصغر او بهما معا وذلك ازيادة الفضول عند المؤق اذ حركة الجفن تحلّل ما يكون في غير ذلك وايضا فان العروق تكثر في السبل دون الظفرة اذ هي زيادة عصبية .

وتختلف باللون فتكون حمراء وصفراء وكمدة والى بياض **وبالقوام** فتكون صلبة ولينة **وبقدر** اللزوم لما هي عليه فتكون ملتصقة التصاقا يسهل انفصاله ومتّحدة بما تحتها **وبالمقدار** فتكون صغيرة وكبيرة ممتدّة على بعض القرني وواصلة الى بعض الحدقة او كلها فتمنع الابصار **وبالسمك** فتكون رقيقة وثخينة **وبالمادّة** فالبيضاء الرقيقة من البلغم والحمراء والكمدة سوداويتان واسهلها البيضاء الرقيقة .

وتضرّ بالعين بأمرين احدهما انها تمنع تحلّل الفضول من تحتها فتكثر في العين وتمرضها **وثانيهما** انها تعسّر بعض حركة العين او تمنعها ويلزم ذلك امران **احدهما** فوات بعض المرئيات الا بحركة الرأس او الرقبة وثانيهما كثرة الفضول لفوات الحركة المحلّلة .

العلاج اما العلاج بالدواء فلا كثير غنا له لغلظ جرم الظفرة ومع ذلك فلا يخلو من اضرار بالمقلة اذ هذه الادوية لا بد وان تكون شديدة الجلاء حادة معفّنة لكن الرقيقة قد ينتفع فيها برماد ورق الآس او زبد البحر او ماء الرمان الحامض المعصور بالشحم المقوم بالعسل .

واقوى من ذلك الروشنايا والباسليقون الحـــاد وشياف طرخماطيقون ودنارخون[٤٣] وهو شياف[٤٤] متخذ من النحاس المحرق والقلقديس ومرارة التيس اجزاء سواء **وايضا** قلقنديس وملـــح دراني جزء جزء وصمغ نصف جزء ويشف بالخمر **او** نحاس محرق وقلقديس وقشور اصل الكبر ونوشادر ومرارة التيوس او البقر مع العسل وكذلك مرارة الماعز مع العسل **او** مغناطيس وزنجار ومغرة واشق من كل واحد جزء وزعفران نصف وتعمل الاوقية من ذلك في قوطولي عسل .

وايضا قلقنت ونوشادر يكحل به **وايضا** خزف الغضاير المحكوك عنه التغضير سحق ويعاد سحقه مع دهن القرع او دهن حبّ القطن يدلك به الظفرة في النهار مرات **وكذلك** الكندر المسحوق المجعول ساعة في الماء الحار **والاكتحال** بأصل السوس مشكور .

وينبغي ان يكون استعمال هذه الادوية بعد الحمام او بعد الاكباب على بخار ماء حار حتى يحمر الوجه ويردف باميال من الاغبر ولا يلازم في شيء[٤٥] مزاج العين ولا بد من تقديم تنقية البدن والرأس .

واذا كانت الظفرة غليظة لم يكن بد من الكشط **وصفته** ان يستلقي العليل ويفتح عينه كما قلناه في السبل وتعلق الظفرة بصنارة او بصنانير ويقطع من جانبها بقدر يدخل رأس المهت او المسلخ او ريشة ويسلخ بذلك عن الملتحم وعن القرني[٤٦] ان لم يكن الالتصاق به شديدا ثم يقطع فاذا بلغ المأق قطع بالعرض مع تحرّز عن قطع شيء من اللحمة وتفارق اللحمة الظفرة بان الظفرة صلبة مخالفة للون اللحمة .

فان لم يسهل الكشط كشطت بالحديد مع تحرّز على الغشاء ويستأصلها ما امكن فان ما يبقى منها يعود منه الظفرة اللّهم الا ما يكون على القرني فان مدده ينقطع والدواء يأكله .

واذا فرغ من القطع ويسال[٤٧] ما ينبغي من الدم قطر في العين ريق ماضغ الكمون والملح ثم صفرة بيض بدهن ورد وتصمد العين بذلك وتربط مع الاكثار من تحريكها لئلا تلتصق ثم يعاود دهن الورد ومخ البيض ثلاثة ايام **ثم بعد ذلك** تدبّر ببعض الادوية التي ذكرناها اولا لافناء ما يبقى من الظفرة على القرني او على الملتحم مما يعسر كشطه ولا بد من ترك اللحوم وبعد القطع اياما وتنقية البدن والرأس قبله . **ثم**

تحقيقـــات

في هذه التحقيقات رمزنا لمخطوط مكتبة بولس سباط رقم ١٧ بحرف " س " ولمخطوط مكتبة الفاتيكان رقم ٣٠٧ بحرف " ف " .

١ – طب : حكمة – س .
٢ – الاستاذ الا مام العالم العلامة علائدين ابن ابي : الحكيم الفاضل والفيلسوف الكامل على بن ابي – س .
٣ – وهو : وهي – س .
٤ – العاشر نذكر : العاشر في الباب الثاني نذكر – ف .
٥ – في المسخنات البدنية : في الاسباب الجزئة المسخنات – س .
٦ – الصناعة ... فيه : الصناعة والجمع بين العلم والعمل وفيه – س .
٧ – امزجة ادوية العين : ادوية العين وامزجتها – س .
٨ – يعتد : يعتد – س .
٩ – تحدث : يحدث – س ، ف .
١٠ – تكاد تنقطع : يكاد ينقطع – س ، ف .
١١ – منها : منه – س ، ف .
١٢ – محترقها : حترقا – س .
١٣ – واما علامة : وعلامة – س .
١٤ – السوداوية وعليه : السوداو عليه – س .
١٥ – لاجل احتراق – أسقطت في س .
١٦ – حادة : بعد حادة – س ، ف .
١٧ – هذه . هذا – ف .
١٨ – واستعمال : او استعمال – س
١٩ – وكذلك : وكذا – س .
٢٠ – زعفران مثله : زعفران مثقلان – في هامش ف .
٢١ – بالحك . للحك – ف .
٢٢ – اذا : ان – س .
٢٣ – فالشياف : فبالشياف – س .
٢٤ – موافق – أسقط في س .
٢٥ – مضروبا – أسقط في ف .
٢٦ – بعد عصرهما من خرقة كتان صفيقة – أسقطت في ف .
٢٧ – بعلاجهما : بصلاحهما – س .
٢٨ – وكان . كان – س .
٢٩ – اي تورث الجرب – في هامش ف .
٣٠ – من جهة انه انما يحدث بحدوث حالة للعين غير طبيعية – في هامش ف .
٣١ – تنتقل : ينتقل – ف .
٣٢ – لا بد ان : لا بد وان – ف .
٣٣ – وذلك ان : وذلك وان – ف .
٣٤ – والدمعة – في هامش ف .
٣٥ – تلزم : يلزم – ف .
٣٦ – ان : انى – ف .
٣٧ – وتهييجه لها ويكون معه ضربان في قعر العين لتمديد المواد – في هامش ف .
٣٨ – في العين : في في العين – ف .
٣٩ – الاهداب – في هامش ف .
٤٠ – اللحاظ – في هامش ف
٤١ – تنتهي : ينتهي – ف .
٤٢ – الشيرج : الشيرح – ف .
٤٣ – دنارخون – غير معجمة في ف .
٤٤ – وهو شياف : وشياف – ف .
٤٥ – في سيء : فيـيء – ف .
٤٦ – عن الملتحم وعن القرنى : عن الملتحم عن القرنى – ف .
٤٧ – ويشال : وايسال – غير معجمة في ف .

مقلة (*muqla*). I, II, III, the eyeball.

ملح (*milḥ*). I, II, III, salt.

ملح دراني (*milḥ darānī*). III, Darānī, or Andarānī, salt (obtained by the evaporation of sea water).

ملوحات (*malūḥāt*). I, salty foods.

موالح (*mawāliḥ*). I, salted nuts; see note 21.

امتلاء (*imtilā'*). II, III, congestion; repletion.

منى (*manī*). II, semen.

ميل ، اميال (*mīl*, pl. *amyāl*). I, II, III, a probe, style.

مهت (*mihatt*). III, a needle for couching a cataract.

نحاس محرق (*nuḥās muḥraq*). I, III, burnt copper

نحاس قبرس (*nuḥās qubrus*). II, pure copper.

ند (*nadd*). II, a perfume made of ambergris, musk, aloes, and camphor.

نزلات (*nazalāt*). II, discharges, rheums, catarrh; also congestion.

نوازل (*nawāzil*). II, catarrh, discharges, rheums.

نشاء (*nashā'*). I, II, starch.

انتصال (*intiṣāl*). III, extraction, removal

نفوذ (*nufūdh*). II, cavity [of the orbit of the eye].

تنقية (*tanqiya*). I, II, III, cleansing; washing

نوشادر (*nūshādir*). III, sal ammoniac.

هدب ، اهداب (*hudub*, pl. *ahdāb*). II, eyelash.

وجع (*waja*ʿ). I, II, pain.

وارد (*wārid*). I, the onset [of a disease or condition].

ورد (*ward*). II, III, rose [petals].

وردة (*warda*). I, 'rose-leaf', a surgical instrument; see note 32.

ورق التين (*waraq al-tīn*). I, fig leaves.

كمرة (*kamara*). II, the glans penis.

كمون (*kammūn*). I, II, III, cumin.

كندر (*kundur*). III, frankincense.

كندس (*kundus*). II, probably a type of sneezeweed, or possibly a kind of soapwort or white hellebore; see note 73.

كوامخ (*kawāmikh*). I, (*Persian*) a kind of condiment or seasoning, according to some, prepared with vinegar.

كهرباء (*kahrabā'*). I, yellow amber.

لب الخيار (*lubb al-khiyār*). I, pith of a cucumber or squash; see note 19.

لبن (*laban*). II, milk.

لبن جارية (*laban jārīya*). II, the milk of a young woman or wet nurse; see note 74.

لحاظ (*laḥāẓ*). II, the outer angle of the eye.

لحوم (*luḥūm*). II, III, meats.

ملتحم ، ملتحمة (*multaḥima* and *multaḥim*). II, III, the conjunctiva.

لحمة المؤق (*laḥmat al-mu'q*). II, III, flesh in the [inner] corner of the eye.

لزوم (*luzūm*). III, tenacity, adhesiveness.

التصاق (*iltiṣāq*). II, III, adhesion.

تلطيف الغذاء (*talṭīf al-ghidhā'*). II, regulation of food; regimen.

ملعقة الميل (*mil'aqat al-mīl*). I, scoop of a style or probe.

لقط (*laqṭ*). II, excision.

لوبيا (*lūbiyā*). II, (Greek) a type of legume.

ماء الآس (*mā' al-ās*). II, extract of myrtle; myrtle-water.

ماء الرمان الحامض (*mā' al-rummān al-ḥāmiḍ*). III, juice of sour pomegranate.

ماء الشعير (*mā' al-sha'īr*). I, barley water.

ماء السماق المنقوع (*mā' al-summāq al-manqū'*). II, juice of macerated sumac.

ماء المرزنجوش (*mā' al-marzanjūsh*). II, extract of marjoram.

ماء المطر (*mā' al-maṭar*). I, rain water.

ماء الورد (*mā' al-ward*). II, rose-water.

مأقين، مؤق، مأق (*mā'q* and *mu'q*, pl. *mā'qīn*). I, II, III, the corner of the eye (canthus), either the inner or outer.

المأق الاصغر (*al-mā'q al-aṣghar*). I, II, the smaller (outer) corner of the eye.

المؤق الأعظم (*al-mu'q al-a'ẓam*). I, II, the larger (inner) corner of the eye.

المأق الاكبر (*al-mā'q al-akbar*). I, II, the larger (inner) corner of the eye.

مارقشيشا (*mārqashīshā*). II, marcasite; iron pyrite; also spelled *marqashītā*.

مح البيض النيمرشت (*muḥḥ al-bayḍ al-nīmarasht*). I, yolk of a boiled egg.

مواد ، مادة (*mādda*, pl. *mawādd*). I, II, III, substance, matter, discharge; also disease-matter; see note 14.

مر (*murr*). I, II, myrrh.

مرارة البقر (*marārat al-baqar*). III, gall of oxen.

مرارة التيوس ، مرارة التيس (*marārat al-tays* or *al-tuyūs*). II, goat's gall.

مرارة الماعز (*mararāt al-mā'az*). III, buck gall.

مرزنجوش (*marzanjūsh*). II, sweet marjoram.

امراض ، مرض (*maraḍ*, pl. *amrāḍ*). I, II, disease.

مرض حاد (*maraḍ ḥādd*). I, an acute disease.

مرض مزمن (*maraḍ muzmin*). I, a chronic, long-lasting disease.

امراض معدية (*amrāḍ mu'dīya*). II, transmissible diseases.

امراض مادية (*amrāḍ māddīya*). II, diseases characterized by an abundance of discharges and humors; see note 46

امراض امتلائية (*amrāḍ imtilā'īya*). II, diseases characterized by congestion, repletion, and defluxion; see note 46.

مرضية (*maraḍīya*). II, diseased; unnatural, not part of the normal, healthy state.

مرقشيتا (*marqashītā*). I, marcasite; iron pyrite also spelled *mārqashīshā*.

مزاج (*mizāj*). I, III, temperament.

مسك (*misk*). II, musk.

مشمش (*mishmish*). I, apricot.

مغرة (*maghara*). III, red clay.

مغناطيس (*maghnāṭīs*). II, III, magnet.

عطاس (*ᶜuṭās*). II, sneezing.

معفنة (*muᶜaffina*). III, caustic [drugs].

العليل (*al-ᶜalīl*). III, the patient.

تعليق (*taᶜlīq*). II, III the raising up of the membrane of pannus or pterygium by means of small hooks.

عناب (*ᶜunnāb*). I, fruit of the jujube tree (rhamnus zizyphus).

عنبر (*ᶜanbar*). II, ambergris.

غراغر (*gharāghir*). II, gargles.

غشاء (*ghishā'*). II, III, membrane.

غشاوة (*ghishāwa*). II, covering, veil, membrane.

غالبة (*ghāliba*). II, black nightshade, a wild species of solanum nigrum.

غلظة (*ghilẓa*). roughness, scaliness.

تغويص الصنانير (*taghwīṣ al-ṣanānīr*). II, insertion of the tenacula [into pannus].

فتاحات (*fatāḥāt*). II, 'openers', surgical instruments for keeping open the eye.

استفراغ (*istifrāgh*). I, II, purging; elimination by inducing vomiting.

فصد (*faṣd*). I, II, bleeding, phlebotomy.

فضول (*fuḍūl*). II, III, superfluities [of the eye]; discharges.

افعال ، فعل (*fiᶜl*, pl. *afᶜāl*). II, function.

فعل الطبيعة (*fiᶜl al-ṭabīᶜa*). II, the function of nature.

فاكهة (*fākiha*). I, fruit, sweetmeat.

فلفل (*filfil*). I, pepper.

قثاء (*qiththā'*). I, a variety of cushaw or melon, see note 19.

قروح (*qurūḥ*). I, ulcers; ulceration.

تقرح (*taqarruḥ*). I, ulceration.

مقرحة (*muqarriḥa*). I, ulcer-producing.

مقراض (*miqrāḍ*). II, scissors.

قرع (*qarᶜ*). I, a variety of squash, vegetable marrow or pumpkin; see note 19.

القرني (*qarnī*). II, III, the cornea.

قشر البيض الطري (*qishr al-bayḍ al-ṭarī*). II, shell of a fresh egg.

قشور اصل الكبر (*qushūr aṣl al-kabar*). II, bark of the caper-bush root.

قشور النحاس (*qushūr al-nuḥās*). I, scales of copper

قصب الذريرة (*qaṣab al-dharīra*). II, sweet rush.

قطع (*qaṭᶜ*). II, III, excision.

قطع القلفة (*qaṭᶜ al-qulfa*). II, cutting of the foreskin, circumcision.

قطنة (*quṭna*). II, a piece of cotton.

قطن (*quṭn*). II, cotton.

قعر العين (*qaᶜr al-ᶜain*). II, the orbit of the eye.

قلفة (*qulfa*). II, the foreskin.

قلقديس (*qalqadīs*). III, green vitriol.

قلقنت (*qalqant*). III, white vitriol.

قمادين (*qamādīn*). I, scalpel; see note 32.

تقوية (*taqwiya*). I, II, measures which strengthen.

قوة (*quwwa*). II, faculty.

قيفال (*qīfāl*). I, cephalic vein.

كتان (*kattān*). I, II, linen, flax.

كبر (*kabar*). III, caper, a prickly Mediterranean bush.

اكحال ، كحل (*kuḥl*, pl. *akḥāl*). I, II, III, a type of compound ocular remedy.

الكحل الباسليقون (*al-kuḥl al-bāsiliqūn*). I, II, III, the Bāsilīqūn (Royal) Kuḥl.

اكحال جلاءة محللة (*akḥāl jallā'a muḥallila*). II, cleansing and resolving Kuḥls.

الكحل الرمادي (*al-kuḥl al-ramādī*). II, the Ash-Colored Kuḥl.

الكحل الروشنايا (*al-kuḥl al-rūshnāyā*). I, II, III, the Rūshnāyā Kuḥl; see note 27.

الكحل الاغبر (*al-kuḥl al-aghbar*). I, II, III, the Grey Kuḥl.

اكتحال (*iktiḥāl*). I, II, III, annointment of the eye with a Kuḥl.

كرنب (*kurunb*). II, cabbage.

كشط (*kashṭ*). III, ablation, skinning (used for the removal of pterygium)

اكليل (*iklīl*). II, 'crown', the limbus of the cornea; see note 61.

سكر طبرزد (*sukkar ṭabarzad*). I, ṭabarzad sugar; see note 30.

سكون الحرقة (*sukūn al-ḥurqa*). II, quiescence of inflammation.

تسكين الوجع (*taskīn al-wajaᶜ*). II, the stopping of pain, the assuaging of pain

مسلخ (*mislakh*). II, III, a thin scalpel; see note 60.

مسام (*masāmm*). I, pores.

سمحاق (*simḥāq* or *sumḥāq*). II, pericranium; integument.

سماق (*summāq*). II, sumac.

سمك (*samak*). II, fish.

سمك (*samk*). III, thickness of [pterygium].

سمن (*siman*). II, fatness, obesity.

سيء مزاج العين (*say' mizāj al-ᶜain*). III, imbalanced temperament of the eye; dyscrasia.

سوداوي (*sawdāwiyy*). III, melancholic.

سوس (*sūs*). III, licorice (glycyrrhiza).

سيلان (*saylān*). II, weeping discharge; flowing of tears.

شادنج (*shādinij*). I, haematite.

شادنج مغسول (*shādinij maghsūl*). I, washed haematite.

شريان (*shiryān*). II, artery.

شعر (*shaᶜr*). I, eyelashes.

شعر زائد (*shaᶜr zā'id*). I, excessive eyelashes, trichiasis.

اشتمام (*ishtimām*). II, the inhaling [of a medicine].

اشياف ، شياف (*shiyāf* and *ashyāf*). I, II, III, a type of collyrium.

الشياف الاحمر الحاد (*al-shiyāf al-aḥmar al-ḥādd*). I, the Acrid Red shiyāf.

الشياف الاحمر اللين (*al-shiyāf al-aḥmar al-layyin*). I, the Mild Red Shiyāf.

الاشياف الاخضر (*al-ashyāf al-akhḍar*). I, II, the Green Shiyāf.

اشياف الدارج (*shiyāf al-dārij*). II, the Shiyāf 'in current use'; see note 70.

الشياف الدنارخون (*al-shiyāf al-dinārkhūn*). III, the Dinārkhūn Shiyāf; see note 80.

اشياف السماق (*ashyāf al-summāq*). II, the sumac Shiyāf.

شياف الاصطفطيقان (*shiyāf al-iṣṭifṭīqān*). II, the styptic Shiyāf; see note 72.

الاشياف الطرخماطيقون (*al-ashyāf al-ṭarkhamāṭīqūn*). I, III, the Trachoma Shiyāf.

شيرج (*shīraj*). II, (Persian) sesame seeds.

صبر (*ṣabr*). II, aloe.

صدغ (*ṣudgh*). II, the temple.

صفرة البيض (*ṣufra al-bayḍ*). I, II, III, egg yolk.

صفاق الملتحمة (*ṣifāq al-multaḥima*). II, tunic of the conjunctiva.

صمغ (*ṣamagh*). I, II, III, gum.

صنارة ، صنانير (*ṣunnāra*, pl. *ṣanānīr*). II, III, a small hook, tenaculum.

ضربان (*ḍarabān*). II, throbbing pain.

طبيعة (*ṭabīᶜa*). II, nature.

طبيعي ، طبيعية (*ṭabīᶜīya* and *ṭabīᶜī*). II, natural, normal, healthy.

بخارج عن الطبيعي (*bi-khārij ᶜan al-ṭabīᶜī*). II, unnatural, abnormal.

غير طبيعي (*ghayr ṭabīᶜī*). II, unnatural, abnormal.

طبقات (*ṭabaqāt*). II, layers [of the pannus]

تطفية (*taṭfīya*). I, anti-imflammatory measures or procedures.

مطفية (*muṭaffīya*). I, quenching; anti-inflammatory.

ظفرة (*ẓafara*). II, III, (literally, pellicle) pterygium.

عدس (*ᶜadas*). II, lentils.

تعديل (*taᶜdīl*). I, restorative measures.

اعداء (*iᶜdā'*). II, transmission, spreading [of a disease].

الاعراض اللازمة (*al-aᶜrāḍ al-lāzima*). II, the conditions following a disease; sequelae.

عروق (*ᶜurūq*). I, II, III, blood vessels in general; veins [of canthi].

عسل (*ᶜasal*). I, III, honey.

عصبية (*ᶜaṣabīya*). III, nervous [parts]; see note 77.

عضو (*ᶜuḍw*). II, any part of the body.

محك (*miḥakk*). I, a scraper.

تحليل (*taḥlīl*). I, resolution; power to alleviate, resolve, dissolve.

تحلل (*taḥallul*). II, III, resolution, dissolution.

محللة (*muḥallila*). II, III, resolving [motion; kuḥls].

حلاوات (*ḥalāwāt*). I, sweetmeats, sweet dates, sweet fruits.

حمام (*ḥammām*). II, III, steam bath.

حمرة (*ḥumra*). I, II, inflammation; reddnes.

حالة (*ḥāla*). II, state, condition [of the eye].

المخدرة (*al-mukhaddira*). II, narcotics, soporifics.

خشكريشة (*khushkrīsha*). I, (Persian) the crust or dry scab of a wound.

خشونة (*khushūna*). I, crustiness, roughness.

خل (*khall*). II, vinegar.

خمر (*khamr*). III, wine.

تدخين (*tadkhīn*). I, corruption of [matter, *mādda*].

درور في العروق (*durūr fī al-ᶜurūq*). II, engorgement and congestion of blood vessels.

دمعة (*damᶜa*). II, lachrymation.

ادمغة ، دماغ (*dimāgh*, pl. *admigha*). II, brain.

دهن (*duhn*). I, II, III, oil, oilment; see note 33.

دهن حب القطن (*duhn ḥabb al-quṭn*). III, *duhn* of cotton seed.

دهن القرع (*duhn al-qarᶜ*). III, *duhn* of squash

دهن الورد (*duhn al-ward*). I, III, *duhn* (oil) of rose.

دهن الورد المتخذ من الشيرج (*duhn al-ward al-muttakhadh min al-shīraj*). II, duhn of rose taken from sesame seeds; see note 65

تدهين الرأس (*tadhīn al-rā's*). II, the annointing of the head.

أدوية ، دواء (*dawā'*, pl. *adwīya*). II, III a drug, compound remedy, medicament.

دواء المغناطيس (*dawā' al-maghnāṭīs*). II, the medicament made from magnet.

ذرور (*dharūr*). III, 'powder', a subclass of *kuḥl*, a compound ocular remedy

مرئيات (*mar'iyāt*). III, vision, viewing.

رجلة (*rijla*). I, garden purslain.

رداءة (*radā'a*). I, detrimental nature, bad quality.

رطوبات ، رطوبة (*ruṭūba*, pl. *ruṭūbāt*). I, II, humor, moisture.

ترطيب (*tarṭīb*). I, cooling measures or procedures.

ارتفاع (عن) (*irtifāᶜ ᶜan*). I, detachment [of a membrane].

رقبة (*raqaba*). III, neck.

رمد (*ramad*). I, II, ophthalmia.

رماد ورق الآس (*ramād waraq al-ās*). III, ashes of myrtle leaves.

رمان (*rummān*). III, pomegranate.

روايح عطرة (*rawā'iḥ ᶜaṭira*). II, aromatic perfumes

ريشة (*rīsha*). III, a thin feather or quill used in removal of pterygium.

ريق (*rīq*). I, II, III, saliva.

زبد البحر (*zabad al-baḥr*). I, cuttlefish 'bone'; pumice, coral; see note 31.

زعفران (*zaᶜfarān*). I, II, III, saffron.

مزمن (*muzmin*). I, chronic, long-lasting.

زنجار (*zinjār*). I, III, verdigris, oxide of copper or iron.

مزاوير (*mazāwīr*). I, a variant of *mazāwir*, any gruel or broth, usually given the sick person; see note 20.

زيادة عصبية (*ziyāda ᶜaṣabīya*). III, nervous excrescence; see note 77.

سبل (*sabal*). II, III, 'rain', trachomatous pannus.

سخونة (*sukhūna*). I, fever.

سعوطات (*saᶜūṭāt*). II, snuff-medicines, sternutatories.

تسعط (*tasaᶜᶜuṭ*). II, snuffing, to take (a medicine) as snuff.

سكر سليماني (*sukkar Sulaymānī*). II, Sulaymānī sugar; see note 30.

Glossary of Terms

[The Roman numerals I, II, III refer to the sections on trachoma, pannus, and pterygium respectively].

ابلوج (*ablūj*). I, a sugar loaf; see note 30.

أثمد (*ithmid*). I, stibnite, a native trisulphide of antimony.

اجاص (*ijjāṣ*). I, a plum or pear.

آس (*ās*). II, III, myrtle.

اسفيدباج (*isfīd-bāj*). I, (Persian) a dish made of meat, onions, butter, cheese, etc., or sometimes simply of bread and milk; see note 22.

اساة ؛ آسي (*ᵓsī*, pl. *usāt*). II, physician.

اشق (*ushshaq*). III, gum ammoniac.

اصل السوس (*aṣl al-sūs*). III, licorice (glycyrrhiza) root.

افتيمون (*iftīmūn*). I, thymeweed.

اقليميا (*iqlīmiyā*). I, cadmia, calamine, zinc ore; scoria.

ألم (*alam*). I, pain, irritation.

انزروت (*anzarūt*). II, sarcocol, gum resin of a Persian shrub.

انف (*anf*). II, the nose.

بثرية (*bathrīya*). I, resembling a pimple or pustule.

برادة (*barāda*). II, a coolant; synonymous with *barūd*?

برود (*barūd*). II, a 'coolant', a subclass of *kuḥl*, a type of collyrium.

برود هندي (*barūd hindī*). II, Indian Coolant, a type of collyrium; see note 71.

المبردات (*al-mubarridāt*). II, coolants, herbs or drugs that cool.

تبريد (*tabrīd*). I, II, a cooling property; a cooling procedure.

بصر ؛ ابصار (*abṣār*, *baṣar*). II, vision, sight.

بصل (*baṣal*). II, onion.

باقلا (*bāqillā*). II, broad beans.

بقول حادة (*buqūl ḥādda*). I, pungent vegetables.

بلغم (*balgham*). I, III, phlegm.

بنفسج (*banafsaj*). I, (Persian) violet.

ابهام (*ibhām*). II, thumb.

بورقية (*bawraqīya*). I, nitrous.

بول (*bawl*). II, urine.

ثور (*thawr*). I, pustule.

ثوم (*thūm*.) II, garlic.

جرب (*jarab*). I, trachoma (lit. scabies); scabbing, itch, mange.

مجربة (*mujarriba*). I, trachomagenic [medicaments]; substances causing trachoma.

تجفيف (*tajfīf*). I, drying property; drying procedure.

مجففات (*mujaffifāt*). I, substances which are drying or dessicative.

اجفان ، جفن (*jafn*, pl. *ajfān*). I, II, III, eyelid.

جلاء (*jallā'*). III, a cleansing or purging power; also an ability to brighten and polish; an attribute of drugs and in particular certain *kuḥls*.

جلد (*jild*). II, skin.

حجب (*ḥujub*). II, tunics.

حدة (*ḥidda*). I, acridness [of a collyrium].

حاد ، حادة (*ḥādda*, *ḥādd*). I, II, III, acrid.

حديد (*ḥadīd*). III, a surgical knife (a general term).

حدقة (*ḥadaqa*). III, the pupil of the eye.

حار (*ḥarr*). I, feverish [blood].

حرارة (*ḥarāra*). II, inflammation.

احتراق (*iḥtirāq*). I, inflammation.

محترق (*muḥtaraq*). I, fevered [blood].

حركة محللة (*ḥaraka muḥallila*). III, movement which resolves or dissolves [the superfluities of the eye].

حصفية (*ḥaṣafīya*). I, resembling dry mange.

حضض (*ḥuḍaḍ*). II, lycium.

حك (*ḥakk*). I, rubbing, scraping.

حكة (*ḥikka*). I, II, itching; blepharitis.

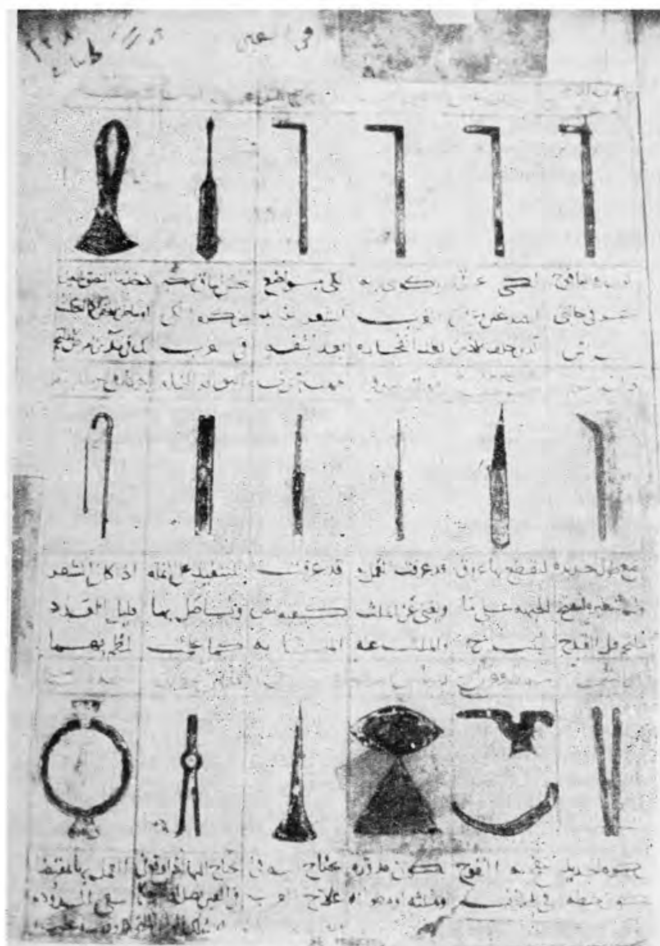


Fig. 5 Paris, Bibliothèque Nationale arabe MS 1043, fol. 43a Ophthalmological surgical instruments from the *Kitāb al-kāfī fī al-kuḥl*, written between 1266 and 1275 A.D. by Khalīfa ibn Abī al-Maḥāsin al-Ḥalabī.

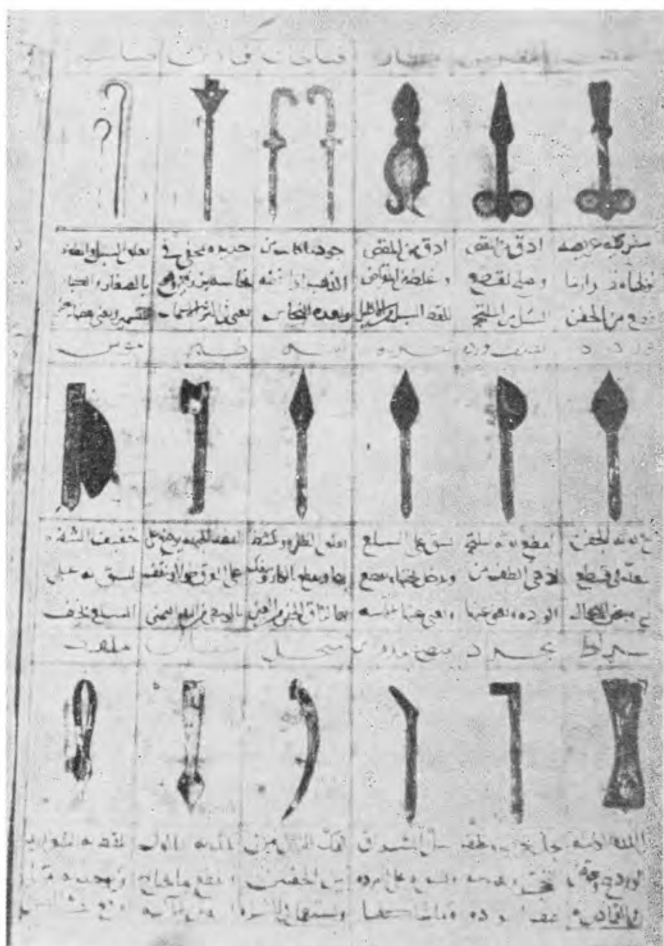


Fig. 4 Paris, Bibliothèque Nationale arabe MS 1043, fol. 42b Ophthalmological surgical instruments from the *Kitāb al-kāfī fī al-kuḥl*, written between 1266 and 1275 A.D. by Khalīfa ibn Abī al-Maḥāsin al-Ḥalabī.

بسم الله الرحمن الرحيم

17

كتاب المهذب في حكمة العين

يشتمل على مقدمة ... تحتها جمل وفصول
تأليف الحكيم الفاضل ... علاء الدين علي
بن أبي الحزم القرشي عفى الله عنه

المقدمة تشتمل على ثلاثة فصول

الفصل الأول في ماهية صناعة الكحل

هذه صناعة موضوعها أعين الناس بما هي قابلة للصحة
ومقابلها ومقصودها حفظ صحة العين موجودة وإعادتها
مفقودة وإنما يتم ذلك لمن عرف أجزاء العين ومزاجها
وخلقتها وعرف صحتها وأنواع أمراضها والأسباب التي
بها يمكن هذا الحفظ والإعادة والعلامات التي يتعرف
بها صحة العين فلذلك وجب اشتمال الجزء النظري
من هذه الصناعة على هذه المعارف الأربع وأما
الجزء العملي فيشتمل على علم حفظ صحة العين وعلاج
أمراضها وهذه الصناعة جزئيا من صناعة الطب
لأن نظرها في بعض ما ينظر فيه الطب مع اتحاد الجهة
والمقصد وإنما اختصت العين بصناعة دون باقي
الأعضاء المعروفة أمراضها وأوجاعها والأضرار في
عمل أدويتها واستعمالها خبرة تامة وستعرف
ذلك الفصل الثاني في اختلاف الحيوانات
بحسب العين تختلف الحيوانات في ذلك بوجوه
الأول وجود العين وعدمها فإن الإسفنج والحلازين
لا أعين

Fig. 3 Bibliotheca Vaticana, Sbath MS 17, fol. 1b *Kitāb al-muhadhdhab fī ḥikma al-ᶜain* by Ibn al-Nafīs.



Fig. 2 Bibliotheca Vaticana Arab. MS 307, fol. 186a The last folio of the *Kitāb al-muhadhdhab fī ṭibb al-ᶜain* by Ibn al-Nafīs.





Fig. 1 Bibliotheca Vaticana Arab. MS 307, fol. Ia. *Kitāb al-muhadhdhab fī ṭibb al-ᶜain* by Ibn al-Nafīs.

along the membrane, and is extirpated as far as possible, for the pterygium will grow back from any that remains, except, indeed, for the part along the cornea, for its supplies are cut off[88] and medication annihilates it.

When the excision (*qaṭᶜ*) is finished, and a sufficient amount of blood drawn up, there is dropped into the eye saliva from chewed cumin and salt, and then egg yolk with *duhn* of rose. The eye is dressed with that and is bandaged, accompanied by a large amount of movement so as to prevent adhesion. Then the oil (*duhn*) of rose and egg yolk is repeated for three days. After that it is then treated with one of the drugs we mentioned first, in order to destroy the vestiges of the pterygium on the cornea or the conjunctiva, whose removal was difficult. And of course there should be abandonment of meats for several days after the excision, and cleansing of the body and head before it.

88. The idea apparently is that the portion of pterygium along the cornea, if the rest is extirpated, is cut off from the point of origin of the pterygium and hence from its source of nourishment and growth. The observation was apparently made quite early that the recurrence of pterygium is quite usual, for it was mentioned by the 6th-century Byzantine physician Aëtius (J. Hirschberg, *Die Augenheilkunde des Aëtius aus Amida, Griechische und Deutsch* (Leipzig: Viet, 1899) p. 151). This recurrence defies all medical techniques known today (see P. D. Trevor-Roper, *The Eye*, *op. cit.*, p. 461).

which has been pulverized and again pulverized along with oil (*duhn*) of squash or oil (*duhn*) of cotton-seed; and likewise frankincense pulverized and placed in hot water for an hour; and the annointment with licorice root is gratifying.

It is fitting that the use of these drugs follow the steam bath or bending down over steam until the face is red and the subsequent use of probes of the Gray [Kuḥl]; but that is not called for in the case of the imbalanced temperament [dyskrasia] of the eye.[83] But quite definitely there should be cleansing of the body and head first.

When the pterygium is thick there should definitely be stripping (*kashṭ*). The procedure is that the patient is laid on his back and his eye is opened as we have described for pannus. The pterygium is raised with one hook or several hooks and is undercut laterally as far as the head of a couching needle[84] or *mislakh*[85] or a thin feather[86] can penetrate. By this means the pterygium is stripped away from the conjunctiva and cornea, if it does not adhere too strongly. So then it is cut; and when the corner of the eye is reached, it is cut crosswise. Care must be taken to avoid cutting any flesh [in the corner of the eye]. The pterygium is distinguishable from the flesh [in the corner of the eye] by the fact that it is hard and of a different color from the flesh.

If the stripping is not easy, it is removed with the knife,[87] with care,

---

and use of Chinese porcelain, see Paul Kahle, "Chinese Porcelain in the Lands of Islam" in P. Kahle, *Opera Minora* (Leiden: Brill, 1956) pp. 326-361. Kahle does not mention this use of Chinese porcelain by Ibn Sīnā.

Ibn al-Nafīs, by omitting the reference to Chinese porcelain, either felt that to be an unnecessary stipulation or found such porcelain to be a rather scarce commodity in 13th-century Egypt. Although Chinese porcelain is known to have been plentiful in 11th-century Egypt, there is little evidence of Chinese porcelain from Mamluk Egypt. It has generally been assumed that the porcelain was taken as booty by Sulṭān Salīm in 1517 and after. Perhaps this omission by Ibn al-Nafīs points to a scarcity of the product more than 200 years earlier.

83. When the blood, phlegm, yellow bile, and black bile are equally mixed, the state of the part or body is called *iᶜtidāl al-mizāj* 'the equilibrium of the temperament' or *eukrasia*. When there is an imbalance, or *dyskrasia*, the body is diseased. The Arabic for the latter is usually written as *sū' al-mizāj*, but here it is written as *say' mizāj*.

84. *mihatt*. For an illustration of the standard needle used for couching a cataract, see Fig. 5, the middle row, third instrument from the right.

85. See note 60 above for this instrument.

86. A thin feather or quill (*rīsha*) was frequently referred to by early Islamic physicians when describing the removal of pterygium or pannus. For example, the 10th-century ᶜAlī ibn al-ᶜAbbās al-Majūsī defines a quill (*rīsha*) as a feather (*rīsh*) from a dove (*ḥamām*) which is smooth at the tip. Al-Majūsī goes on to suggest, as did later Ibn Sīnā, as an alternative to the quill the use of a sharp needle threaded with a hair from some beast of burden (*dawābb*). In this procedure "you are to insert the needle under the pterygium near one corner and pass it out at the other corner. Then you leave the needle and using your hands pass the hair along under the pterygium to the area of the pupil and excise the pterygium with it and trim it from the eye" (al-Majūsī, *Kitāb kāmil fī al-ṣināᶜa* (Cairo: Būlaq, 1294/1877) Vol. II, p. 475). This procedure was not followed by Ibn al-Nafīs, even though it had been advocated by Ibn Sīnā as well as al-Majūsī.

87. *ḥadīd*, a general term for a knife; no specific surgical instrument is referred to here.

burnt copper, green vitriol and goat's gall in equal parts. Also green vitriol and Andarānī salt, one part each, and 1/2 part gum, mixed with wine. Or burnt copper, green vitriol, caper root bark, sal ammoniac and gall of goats or oxen with honey; or similarly buck gall with honey. Or magnet, verdigris, red clay, and gum ammoniac,[81] one part each, and 1/2 part saffron; and one *ūqīya* of that is worked into two *quṭals* of honey.

There is also the annointment of the eye with white vitriol and sal ammoniac, and also rubbing the pterygium several times during the day with a potsherd from a glazed bowl which has had the finish (*taghḍīr*) rubbed off[82] and

---

the primary characteristic of the Shiyāf. Because Ibn al-Nafīs did not give a recipe for such a Shiyāf in his chapter dealing with compound remedies, as he did for all other compound remedies mentioned by name in these chapters, I have emended the text slightly to make it clearer that the following recipes are various versions of the Dīnārkhūn Shiyāf. However, since none of the recipes contain the hallmark of Dīnārkhūn (according to al-Rāzī), they might be interpreted as recipes for a nameless Shiyāf, in which case Ibn al-Nafīs simply omitted altogether the recipe for the Dīnārkhūn.

The spelling of the name as Dīnārkhūn or Dīnārjūn seems preferable to my earlier reading of it as Diyārkhūn, although the latter interpretation does possibly allow it to be a transliteration of the Greek *diarkhon* meaning sufficient or long-lasting (see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 109).

81. Note that gum ammoniac (*ushshaq*) constitutes a correction of my previous reading of 'starch' (*nashā'*); see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 105. For a discussion of gum ammoniac in medieval Islamic medicine see M. Meyerhof, "Un glossaire ... Maimonide", *op. cit.*, no. 124.

82. Al-Rāzī, citing the Syrian Ibn Sarābiyūn as a source, presents the following procedure: "For pterygium, taken from among the tested [recipes], and it is one of the acrid ones; you take the pith of the cotton seed and produce from it an oil (*duhn*). Then take glazed pottery (*khazaf ghaḍār*) and rub off the glaze and pulverize the remains and crush it into a fine powder. Then crush [it] with that *duhn* and rub the pterygium with it many times during the day until it thins, God willing". (al-Rāzī, *al-Ḥāwī*, *op. cit.*, p. 139, reading *ghaḍār*, a green slip or glaze, instead of *qaḍār*).

When Ibn Sīnā repeats this recipe he says: "One takes a potsherd (*khazaf*) of a Chinese bowl (*ghaḍā'ir ṣīnī*) and rubs off the finish (*taghḍīr*, glaze, slip) and crushes it into a fine powder. After that he blends it with oil (*duhn*) of cotton seed and crushes the two together. Then he inserts a probe into the skin [surface of the mixture?] and takes the drug with it [the probe] and rubs the pterygium with it continually many times during an entire day, for this then softens it [the pterygium], and it goes away". (Ibn Sīnā, *Qānūn*, Rome 1593, *op. cit.*, Part I, p. 343).

When Ibn al-Nafīs mentions this procedure he uses the vocabulary of Ibn Sīnā, as one would expect from a commentator on the *Qānūn*, but he omits the qualification that the bowl should be of Chinese (*ṣīnī*) porcelain, as Ibn Sīnā had specified. Hirschberg feels that Ibn Sīnā cannot have intended 'from China' and suggests instead 'a region in Syria, *sceni*' (J. Hirschberg, *Augenheilkunde des Ibn Sina*, *op. cit.*, p. 84 nt. 14). The interpretation as Chinese porcelain is, however, to be preferred. Chinese porcelain was well-known in Islamic lands at least seven or eight centuries before it was known to Europe. Extensive remains of real porcelain (which could not be made outside of China before the 18th century) have been found in excavations of 9th-century ruins, such as Rayy, the town from which Ibn Sīnā came, as well as Fusṭāṭ, near present-day Cairo. There are also many written descriptions of Chinese porcelain, such as that by al-Bīrūnī who described a large collection of such porcelain in a home in Rayy shortly after 1000 A.D. The 15th-century al-Maqrīzī quotes an 11th-century source on the use of Chinese porcelain egg-shaped vessels by physicians in Cairo to boil eggs, and the 13th-century scholar Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī used pulverized potsherds as a medicament for the teeth and as a styptic to stop nose bleeds. For a thorough discussion of literary and archaeological evidence for the early Islamic knowledge

gray are both melancholic, but the smoothest of them is the thin, white variety.

It injures the eye in two ways, the first being that it hinders the dissolution of the superfluities from underneath it, and so they [the superfluities] increase in the eye and make it [the eye] diseased. The second way is that it renders difficult some of the motions of the eye or prevents them altogether; and that has two results. The first is the failure of some of the viewing, except by the movement of the head or neck,[78] and secondly [the formation of] the large amount of superfluities due to the failure of the resolving motion.

The treatment: Treatment by drug is frequently not adequate because pterygium is so thick; and furthermore this type of treatment injures the eyeball, since these drugs are inevitably acrid and caustic even though they are strongly cleansing. But the thin type may profit from ashes of myrtle leaves,[79] or 'seafoam' or juice of sour pomegranate pressed with fat rectified with honey.

Stronger remedies are the Rūshnāyā and Acrid Bāsilīqūn [Kuḥls], and the Trachoma Shiyāf, and the Dinārkhūn[80] which is a Shiyāf taken from

78. The patient must turn his head to see, for he is unable to rotate the eyeball freely. Pterygium can indeed mechanically interfere with the movement of the eye when it is very extensive.

79. This interpretation of 'ashes of myrtle leaves (*bi-ramād waraq al-ās*)' does not require emending the text as did my previous rendering as 'the Ash-Colored [kuḥl] and mashed myrtle (*bi-ramādī wa diqq al-ās*)'; see E. Savage-Smith, "Drug Therapy, *op. cit.*, p. 105.

80. The word in the Arabic text is not written very clearly and does not have diacritical points, so that it can be read in several different ways. The reading Dinārkhūn suggests an early Greek term from the verb *dianarkao* meaning 'to grow numb', perhaps equivalent to the concept of 'narcotic' medicaments which Ibn al-Nafīs termed *al-mukhaddira* in his chapter on pannus. The term (no matter how the diacritical marks are placed) is not very common in the ophthalmological literature. Al-Rāzī in the *Kitāb al-ḥāwī* mentions a *dinārjūn* Shiyāf which has been proven for trachoma and has as one of its ingredients *zarnīkh* (a sulfide of arsenic, possibly orpiment), and he cites as a source the handbook of Ibn Sarābiyūn which was written in Syriac about 873 A.D. and translated into Arabic (al-Rāzī, *al-Ḥāwī*, *op. cit.*, p. 138). Later in the same treatise al-Rāzī, quoting from (his own?) Great Formulary (*al-Aqrābādīn al-kabīr*), says: "The Shiyāf of *zarnīkh* is useful for pterygium and for red vessels in the eye, and it is the Shiyāf known as Dinārjūn. Its recipe: 1 dirham each of cadmia, cinnabar (? *shanjafr*, a mistake for *shanjarf* ?), realgar (*zarnīkh aḥmar*, red sulfide of arsenic), and *ṭabarzad* sugar; 1 dāniq each of myrrh, root (type not specified), and saffron; ½ dirham gum ammoniac and ½ dirham frankincense. Dissolve the gum ammoniac in water and make a Shiyāf with it." (al-Rāzī, *al-Ḥāwī*, *op. cit.*, p. 144).

It is possible that the reading *dinārjūn* rather than *dinārkhūn* is due to the editor of the *Kitāb al-ḥāwī*. There must indeed have been confusion among Islamic writers as to the spelling of the name of this Shiyāf. In the *Qānūn* of Ibn Sīnā printed in 1593 the term is written with no diacritical marks (*Qānūn* III,3,ii,11; Rome, 1593, Part I, p. 343; see note 23 above). It is listed by Ibn Sīnā as one of several Shiyāfs recommended for pterygium, all of whose recipes, he states, are given in the Formulary (*qarābādīn*). However, in the section of his Formulary which gives the compound eye remedies, such a remedy is *not* mentioned (*Qānūn* V,2,ii; Rome, 1593, Part II, pp. 249-255). J. Hirschberg in his translation of Ibn Sīnā reads the word as 'dinarchum', adding that the word in the Latin translation, *divaricum*, is meaningless (J. Hirschberg, *Augenheilkunde des Ibn Sina*, op. cit., p. 83 nt. 9; Avicenna, *Liber canonis*, *op. cit.*, fol. 210a).

Ibn al-Nafīs's recipes do not include a sulfide of arsenic even though al-Rāzī indicated that it was

III

On Pterygium[75]

It is a form of pannus but differs from it in that the congestion which causes pannus is spread over the exterior of the eyeball and the exterior of the conjunctiva, while here it is especially associated with the greater corner – that is, the larger [inner] – or the smaller, or both at the same time. This is because of the excess of superfluities in the corner, since the movement of the eyelid resolves them in the rest of the eye.[76] And, in addition, the vessels are numerous in pannus, while not in pterygium since it [pterygium] is a nervous excrescence.[77]

It differs in color, being either red, or yellow, or pale-gray, or off-white. [It differs] with respect to its condition in that it may be either hard or soft. And [it differs] in the degree of tenacity with which it adhers to what it is upon; sometimes it is only slightly adhesive, so that it can be easily removed, while sometimes it has coalesced with what is under it. [It differs] in size in that it is small, or large, extending over some of the cornea, or reaching to some or all of the pupil and thus hindering vision. [And it differs] with regard to thickness in that it is thin or thick, and with respect to the substance (*mādda*) in that the thin white [type] is composed of phlegm, while the red and pale-

---

for a child. The 10th-century al-Zahrāwī calls human milk *laban nisā'* and recommends it as a vehicle for the application of a *duhn* of rose for certain conditions (S. K. Hamarneh and G. Sonnedecker, *Pharmaceutical View*, *op. cit*,. p. 118). The 9th-century physician ᶜAlī ibn Sahl Rabbān al-Ṭabarī says, when giving the preliminary treatment of eye diseases, that one should "take egg white and *duhn* of rose and milk of a woman who is a suckling wet-nurse [*laban amrā'a(tin) tarḍiᶜu jārīya(tan)*] and place them in a vessel and dip into it a cotton cloth which is then placed on the eye" (al-Ṭabarī, *Firdaus*, *op. cit.*, pp. 175-176.).

For further references to early physicians employing the term *laban jārīya* see *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache*, *op. cit.*, Vol. II, p. 162 a40-b4.

The recipe given here by Ibn al-Nafīs is found in nearly identical form, where it is also recommended for pannus, in the medical formulary *Dustūr al-bīmāristānī* written by Abū al-Faḍl Dā'ūd ibn Abī al-Bayān al-Isrā'īlī (d. ca. 638/1240), who worked at the Nāṣirī hospital in Cairo in the late 12th and early 13th century. See Paul Sbath, "Le formulaire des hôpitaux d'ibn al-Bayān", *Bulletin de l'Institut d'Egypte*, 15 (1933), 52, and for an English translation of this particular recipe given by Ibn Abī al-Bayān see M. Levey, *Medical Formulary*, *op. cit.*, p. 11.

75. Comprising the 9th subsection (*faṣl*) of the first chapter (*bāb*, on diseases of the conjunctiva) of the third section (*jumla*) of the second book (*namaṭ*). This chapter occupies in V fols. 125b-126b and is not included in S which is an incomplete manuscript.

76. The idea apparently is that the eyelids, through blinking, keep the central area of the eye clear while the superfluities build up in the corners.

77. *ziyāda ᶜaṣabīya*. The application of the term 'nervous' membrane or 'nervous' excrescence to pterygium can be traced back to Greco-Roman medicine. See for example, Celsus (*De medicina* VII,7) who calls it *membranula nervosa*, or Galen who refers to it as a *neurodes* projection of the conjunctiva (Galen [spurious?], *De remediis parabilibus* II,4; Kühn XIV, 410-411). While the conjunctiva is endowed with nerves, it is possible that ancient and medieval physicians intended the term *neurodes* and its Arabic equivalent ᶜ*aṣābīya* to mean 'fibrous' in this context.

The pannus may be accompanied by ophthalmia, in which case the basic procedure is purging and cleansing, without the coolants (*al-mubarridāt*) and narcotics (*al-mukhaddira*), while the Gray [Kuḥl] is in that case good. If along with the pannus there is inflammation, the Sumac Shiyāf is beneficial; it is produced from juice of macerated sumac thickened with gum and sarcocol, or it may be extracted from sumac alone. It is also useful for the ophthalmia accompanying pannus.

Among those things which are tested for mild pannus, there is the shell of fresh egg, boiled in vinegar and dried in the shade and used gently. Also there is marcasite along with the Ash-Colored [Kuḥl], and also a coolant of pure copper with urine; and similarly the Styptic Shiyāf[72] and the Mild Red, the Acrid Red, and the Trachoma Shiyāfs. And the medicament of magnet and the bleeding of the two [inner] canthi are good for pannus.

Similarly, the continual inhaling of sweet marjoram and snuffing with something like this medicine: white hellebore[73] 1 dirham, 2 dāniqs of myrrh, $\frac{1}{4}$ dirham of lycium and 4 dāniqs of aloe, kneaded with extract of sweet marjoram and ground like small lentils. A grain is used every day, with the milk of a wet nurse.[74] Similarly, white hellebore, sweet rush, and rose, in equal parts, are pulverized and blown into the nose.

72. The name of the Isṭifiṭīqān Shiyāf is a transliteration of the Greek word *styptikon* meaning astringent. For the recipe given by Ibn al-Nafis see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 109 nt. 28.

73. *Kundus*. In this context it is probably a type of sneezewort (Achillea ptarmica). It has also been interpreted as a type of soapwort and as white hellebore; see Werner Schmucker, *Die pflanzliche und mineralische Materia Medica im Firdaus al-Ḥikma des ᶜAlī ibn Sahl Rabbān al-Ṭabarī* (Bonn: Selbstverlag des Orientalischen Seminars der Universität, Bonn, 1969) pp. 362-363 and M. Levey, "Medieval Arabic Toxicology", *Transactions of the American Philosophical Society*, n. s., 56 pt. 7 (1966) 96. Ibn al-Baiṭār in his 13th-century treatise on materia medica criticized the translator Ḥunain ibn Isḥāq for having incorrectly identified the Greek *strouthion* (soapwort) with the Arabic *kundus* (see M. Meyerhof, *Ten Treatises, op. cit.*, p. 121 nt. 5). For numerous other Arabic references to this plant either as a plant containing saponin or as a sneezewort and sternutatory see *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache, op. cit.*, Vol. I, p. 317 a 27-b18. Note that this reading of *kundus* is a correction of may previous reading of *kundur* 'frankincense' (E. Savage-Smith, 'Drug Therapy", *op. cit.*, p. 104); the word is clearly written in the manuscript as *kundus*.

74. The use of human milk in applications of remedies for the eye can be traced back to Greco-Roman and Byzantine medical practices; see, for example, Paulus Aegineta, *Seven Books, op. cit.*, Vol. III, pp. 79-80. The term *laban jāriya*, 'milk of a young woman or wet nurse' employed by Ibn al-Nafīs here and in a recipe given in his earlier formulary (see above note 2) is not a common term for human milk in the ophthalmological literature, although it does occur in early medical writings. It is found in the 9th-century formulary by al-Kindī where it is used as a vehicle for applying a sternutatory taken nasally (M. Levey, *Medical Formulary, op. cit.*, pp. 46-47). Elsewhere in his formulary al-Kindī uses the more frequently encountered expression *laban imrā'a* 'woman's milk' where it is used in preparing a drug for a toothache which is administered nasally as well as in the corner of the eye (*ibid.*, pp. 96-97; *cf.* M. Meyerhof, *Ten Treatises, op. cit.*, p. 223). Al-Kindī also mentions *laban ummihi* 'milk of its mother' when referring to a vehicle to be used in applying a nasal remedy

eye is dressed with cotton dipped into the *duhn* of rose and egg yolk, repeating the dropping of that into the eye many times in that day and night, along with frequent turning of the eyeball and preventing the patient from sleeping through that night.

Then early on the following day he washes the face with water in which roses were cooked or with water mixed with rose-water. Then he examines under the eyelid by turning under the lid a probe wrapped in cotton which has been dipped in *duhn* of rose. If sticking is found, he breaks it with the *mislakh* and then continues the dropping in of saliva after chewing cumin and salt. If not, then he continues dropping in the *duhn* of rose with egg yolk, and after three days uses the following eye powder (*dharūr*) for three more days. Its recipe is: 1 dirham each of sarcocol, Sulaymānī sugar,[66] and starch, 1/2 dirham of 'seafoam', 1/4 dirham of saffron and 1/6 dirham of aloe.

If ophthalmia occurs in the eye, it is treated with its own treatment. If not, then the steam bath is entered, and then there is annointment with the 'cleansing' Kuḥls.[67] The abandonment of meats for three or four days is appropriate after excision, accompanied by exertion in the movement of the eye to prevent adhesion. This is when the pannus is true and thick.

As for the lesser and truly very thin type, after the cleansing there is strengthening of the brain with aromatic perfumes, such as are delicate and alleviate heat – for example, ambergris, *nadd*,[68] and black nightshade, and similarly the smelling of extract of myrtle with a little musk. There should be forsaking of thick foods such as cabbage, lentils, fish, milk, broad beans, and legumes, and such foods as are strongly aromatic, even if[69] they are hot, such as onion and garlic. The resolving and cleansing Kuḥls such as the Rūshnāyā and Bāsilīqūn, and likewise the *Dāraj* Shiyāf[70] and the Green Shiyāf, are used. The annointment is as follows: the eyelid is turned over and the eye rubbed with the medicine, and after the quiescence of the inflammation the Kuḥl is repeated. Then following that, it is annointed with the Ash-Colored Kuḥl or the Indian Coolant[71] or similar one.

---

roses were removed and the sesame seeds ground and pressed, and an oil produced. See S. K. Hamarneh and G. Sonnedecker, *Pharmaceutical View*, *op. cit.*, pp. 85-86 and 105-106.

66. See note 30 above.

67. The adjective *al-jallā'a* can mean polishing or brightening as well as cleansing or purgative. The latter is the more usual meaning in a medical context. It refers to a class of Kuḥls which are intended to clear and brighten vision, and obviously include those such as al-Rūshnāyā, the 'light-bringing' Kuḥl.

68. A perfume compounded of ambergris, musk, aloes and camphor. See Muḥammad ibn Qassūm ibn Aslam al-Ghāfiqī, *al-Morchid*, *op. cit.*, p. 105 nt. 4.

69. If the text is accepted as it stands *wa-in* 'even if' might imply a very special status given onion and garlic in which some would consider, since they are hot, that they were beneficial even though strongly aromatic. On the other hand, it is likely that a word was omitted from the text, and that it ought to read *wa-khāṣṣat (an) in*, meaning 'and especially if [they are hot]...'.

70. *dārij* means 'of current use'. For the recipe for it given by Ibn al-Nafīs in his chapter on compound ocular remedies see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 101.

71. For the recipes which Ibn al-Nafīs gave for the Ash-Colored Kuḥl and the Indian Coolant (Barūd) see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, pp. 99-100.

he begins by cutting from the outer angle of the eye what is along the root of the upper eyelid, and when he reaches the larger [inner] corner he cuts in a similar fashion what is along the root of the lower eyelid. When it remains attached only near the cornea, he draws up the hooks a little and moves them in order to accomplish the denuding of that which is along the 'crown'.[61] Then he cuts it from the outer angle of the eye toward the larger [inner] corner, and removes the entire thing with a single ring-like cut. The skilled of the physicians perform that with speed and agility and extirpate all the layers of the membrane at one time so that the conjunctiva is trimmed clean, without the repetition of the cutting and lifting,[62] both of which cause pain to the patient; but that is not prohibited.[63]

So he cuts the portion which is adjacent to the upper eyelid first, and then that which is contiguous with the lower lid; and it may be required to repeat the lifting and cutting when it happens that some of the layers of the pannus remain. This may come about through the insertion of the hooks [in a manner] so that they do not reach the conjunctiva.[64] Whether the conjunctiva has been properly cleared may be ascertained by passing the *mislakh* along the outside of it; if it is not attached at any point, it has been cleared. The same procedure is used to check whether the white of the eye is free of any trace of the parts of pannus. When [the physician] cuts in the larger [inner] corner, he must be careful not to overdo it; otherwise some flesh of the canthus may be removed and there would occur that danger which we have mentioned in its appropriate place.

When the excision is completed and he [the physician] has drawn up a sufficient amount of blood, a piece of cotton is twisted on the end of a probe and the eye is cleaned of the remaining blood with it. Then he [the physician] spits into the eye in order to stop the pain; then the remaining blood is washed away. He then drops into the eye the saliva pressed from cumin and salt, which have been chewed and pressed through tightly woven linen. Afterwards he drops into it *duhn* of rose taken from sesame,[65] mixed with egg yolk, and the

61. *iklīl* 'crown', that is, the limbus of the cornea, the periphery of the cornea where it joins the sclera.

See *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache* (Wiesbaden: Harrassowitz, 1970 +), Vol. I, p. 572a 31-38 for examples of earlier uses of the term *iklīl* for the sclerocorneal rim.

62. *taʿlīq*, the raising up of the membrane of pannus by means of the tenacula.

63. Further lifting up by the hooks and cutting of the membrane is not prohibited. However, removing it completely in one cutting is considered best, for it is less painful to the patient.

64. According to the view of pannus current at that time, some layers of pannus were on occasion not removed at the first attempt because the hooks had not been inserted far enough to penetrate through the entire membrane (pannus) and reach the conjunctiva.

65. According to the 10th cent. al-Zahrāwī, the method of making a *duhn* (ointment) of roses from sesame seed was developed in Iraq. Whole unhusked sesame seeds were spread on a sheet with a layer of roses over them, and the sheet was allowed to stand for a day and a night. The procedure was repeated with fresh roses for several days until the sesame seeds took on the scent of the roses. Then the

be gargles and snuff-medicines and similar things which cleanse [and clear] the head.

If the pannus is truly thick, then its excision (*laqṭ*) is required. The nature of that is [the procedure is] that the patient is laid on his back and his eyes opened, either with the 'openers'[57] or the two thumbs of the servant. If the eyelid is slippery because of being moist or some such reason, cotton or a piece of coarse cloth is put between it and the thumb. Care should be taken to avoid the eyelid being everted during this opening, for then something [might] be cut from it, and in most cases adhesion [then] occurs. Similarly it is necessary that the eyelashes be pushed out of the way so that the scissors[58] do not cut them.

Then the physician begins, and the pannus is lifted first at the larger [inner] corner of the eye with a hook,[59] at the smaller corner with another, and in the middle of the conjunctiva where it touches the root of the upper eyelid with two [hooks]; it is done similarly with the lower eyelid. It is cut at the outer angle of the eye (*laḥāẓ*) as far as the *mislakh*[60] can be inserted into it. He [the physician] perforates it along the conjunctiva up to the larger corner. Then

57. *fatāḥāt*, a surgical instrument used for keeping the eye open during surgery. For an illustration of a pair of such 'openers' see Fig. 4, top row, fourth from the right.

58. For an illustration of scissors (*miqrāḍ*) see Fig. 4, top row, second from the right, which shows a pair to be used specifically for 'cutting pannus from the conjunctiva'.

59. *ṣunnāra*, a small hook or tenaculum. For an illustration of three such hooks (*ṣanānīr*) recommended for lifting up pannus, see Fig. 4, top row, the left-hand column.

60. *mislakh*, an instrument, probably a very thin scalpel, used for skinning. The name is from a root meaning to skin or flay. It is not a common name for a surgical instrument in the Islamic literature. For example, it does not occur in the surgical section of *Kitāb al-taṣrīf* by the 10th-century al-Zahrāwī (Abulcasis), nor is it mentioned by the 10th-century oculist ʿAlī ibn ʿĪsā al-Kaḥḥāl nor the 13th-century Syrian oculist Khalīfā ibn Abī al-Maḥāsin al-Ḥalabī whose illustrated treatise written between 1266 and 1275 was the source for the illustrations in Figs. 4 and 5. Furthermore, the surgical tract by Ibn al-Quff also written in Syria in the 13th century does not mention it. It is possible that a surgical instrument of such a name first came into use in 13th-century Egypt, for Ibn al-Nafīs appears to be the first to use it. It occurs again as a surgical instrument in the ophthalmological treatise written about 1296 by Ṣalāḥ al-Dīn ibn Yūsuf al-Kaḥḥāl al-Ḥamawī (Paris, Bibl. Nat., arabe MS 3008, fol. 88a).

It is not entirely clear whether Ibn al-Nafīs intended for the *mislakh* to be used as the only cutting agent or whether it was to be used only to make the initial opening in the 'membrane' into which the scissors would then be inserted. The early 14th-century oculist Ibn al-Akfānī, who also practiced in Cairo as Ibn al-Nafīs had earlier, uses the instruments called *mislakh* and *mihatt* interchangeably in the removal of pannus. The latter is a needle used for couching a cataract (illustration in Fig. 5, middle row, third from the right). Ibn al-Akfānī says: "Then you take a lancet (*mibḍaʿ*) having a rounded head and with it you open a place [in the pannus] in which there is then inserted the head of the couching needle or the *mislakh*, cutting it from the conjunctiva. Then you cut with the scissors (*miqrāḍ*) having a rounded head, cutting with care and caution and not overlooking any of its vessels, for from them pannus can quickly arise again" (Cairo, Dār al-Kutub MS 87 ṭibb, fol. 26a, MS Ṭibb Ḥalim 46, fol. 25a). Earlier Islamic physicians frequently employed only the couching needle or a quill to remove the pannus, unassisted by scissors.

See the following chapter on pterygium where Ibn al-Nafīs used the *mislakh* interchangeably with the couching needle or a quill.

It occurs frequently in trachoma because of its weakening of the eye and because the pain of it draws the substances there [to the eye]. It is frequent after acute ophthalmia when there is excessive cooling [in the treatment]; and so resolution (*taḥallul*) seldom accompanies it, but rather the superfluities are held back. Similarly it may be frequent in cold countries or times, and even more in cold bodies; for then also the superfluities are rarely loosened.

Pannus is one of the transmissible (*muᶜdīya*) diseases on account of the inhalation of air mixed with vapors given off by it, and thus it changes the brain and nearby areas into its own substance.[53] Therefore, if a dwelling is narrow[54] its spreading (*iᶜdā'*) is fiercer. And it is among those diseases inherited by the offspring, because the part of the semen which is derived from the eye, in the case of one afflicted with it, includes a large amount of superfluities, and so the eye propagated from him is similar.

The symptoms: As for the true pannus, it is known by the evidence of a conspicuous membrane accompanied by reddened, engorged blood-vessels and redness in the eye because of pain, itching and a large amount of superfluities, and by the existence of those conditions which follow close upon it which we have mentioned, and by other sequelae. For there accompaines it redness in the face because of the large amount of what flows to it from the pericranium (*simḥāq*) and engorgement of the blood-vessels. Therefore, there is throbbing pain in the temples because of the pressure of the substances flowing to the artery which is there. When the lower eyelid is moved there is evidence of the detachment of the end of this membrance from the conjunctiva.[55] As for the cornea, there is evident on it something like smoke along with reddened blood-vessels. When this pannus is very acute there is frequently inflammation in the eye, and similarly, itching, throbbing pain and flowing of tears.

As for the other type, it is known by what we have discussed, and the evidence is something like thin clouds, and under the tunic of the conjunctiva it is accompanied by a slight inflammation.

The treatment required: You begin first with the cleansing of the body and head and its sides, with the regulation of food, with the forsaking of the anointing of the head, and the avoiding of vapors. In short, every avoidance[56] required of one affected by catarrh is appropriate, with the bleeding of the vessels of the two [inner] canthi being a clear benefit. Certainly there should

53. Literally, 'into its own nature (*ilā ṭabīᶜatihi*)'. Compare above note 41.

54. That is, the people live in crowded conditions (?).

55. This is probably a kind of symblepharon which frequently occurs in cases of chronic trachoma. See M. Meyerhof, "History of Trachoma", *op. cit.*, p. 60 nt. 1.

56. *ijtināb*. When al-Munāwī (see above note 52) repeats this passage by Ibn al-Nafīs, he uses the word *istiᶜmāl* (Cairo, Dār al-Kutub MS 181 ṭibb, fol. 88a). This gives a slightly different interpretation—that is, that every procedure or requirement, rather than avoidance, necessary for a person affected by catarrh is also appropriate for one having pannus.

veiling of the eye, for it[45] is beneficial to the eye since light hurts the vision; such damage is therefore not inconsistent with this design. As for the blepharitis and lachrymation, they result from the retention of the eye's superfluities (*fuḍūl*) under this membrane, and this is not inconsistent with the benefit derived from its veiling effect, for most of the diseases involving an abundance of discharges[46] result from these superfluities. As for the avoidance of sunlight and lamplight, it is because a large amount of light [entering the eye] is a function of the movement of a large amount of superfluities. As to the eye becoming smaller, that is because of the weakening of its firmness[47] on account of the large quantity of superfluities and because of the exchange of its nourishment for the nourishment of this membrane.[48] Even though damage is produced by something, it is not inconsistent that that thing is a natural occurrence. Thus, for example, excessive fatness is associated with harmfulness, as well as being a function of nature; and it is similar with a part of the body which is too large, and similar things. But the resolution of this matter is distant.[49]

It [pannus] may occur from a large amount of congestion[50] of the deep blood-vessels which are in the conjunctiva and the impediment of the substances (*mawādd*) and superfluities under its covering. Its state resembles the film (*al-sabal* 'pouring rain') and hence it is called also *al-musbal* ('the veiled'), and most of it comes about from the discharges[51] to the eye by way of the internal tunics. Therefore, sneezing frequently accompanies it, especially in strong light, because of its [pannus's] heating and irritating the substances. And throbbing pain in the orbit of the eye accompanies it because of the spreading of the substances into its cavity there. Pannus occurs frequently in [people with] moist brains,[52] because of the large amount of substances in their heads.

45. Emending the text from *wa dhālika wa-in* to *wa dhālika an*.

46. *al-amrāḍ al-māddīya*, literally, diseases having (an abundance) of matter, substance, discharges, or disease-matter (*mādda*; see above note 14). It is used here probably in the sense of diseases involving much congestion as well as an abundance of discharges. It may be intended as synonymous with *amrāḍ imtilā'īya* (see above note 44).

47. *haḍb*, firmness, strength (?).

48. The nourishment intended for the eye goes instead to the membrane.

49. That is, it would take the discussion far afield, or possibly that a complete resolution is not likely to occur. It is possible that the text is corrupt at this point.

50. *imtilā'*, repletion, congestion.

51. *nazalāt*, discharges, rheums, but also congestion.

52. *fī marṭūbīna al-admigha*. The significance of the statement is unclear. It is not known to occur elsewhere in the literature concerned with pannus, except for the ophthalmological tract by the 15th-century Egyptian oculist Nūr al-Dīn ʿAlī ibn Muḥammad al-Munāwī al-Shāfiʿī, where it is repeated with nearly the same wording (*fī marṭūbī al-dimāgh*, Cairo, Dār al-Kutub MS 181 ṭibb, fol. 86a). Al-Munāwī's treatise entitled *Kitāb wiqāyat al-ʿain bi-sharḥ tajrīd kashf al-rain* (Book of the Care of the Eye with a Commentary on the Abridgement of the Removal of Dirt) consists of the Abridgement which Ibn al-Akfānī (d. Cairo 749/1348) wrote of his own treatise entitled *Kashf al-rain fī aḥwāl al-ʿain*, alongside of which al-Munāwī placed the full text of the *Kashf al-rain* and relevant passages from the *Perfected Book on Ophthalmology* by Ibn al-Nafīs.

The same is true of pterygium; indeed pannus only differs from pterygium in that in most cases [of pannus] the eyeball is affected, and it is not so in pterygium. For the former [pannus] is peculiar only to the eye for the reason mentioned earlier – i.e., that it [the eyeball] is denuded of skin. So its state is that of a part stripped of its skin or whose skin is eaten away by ulcers or a similar thing. Indeed nature does not form it [the membrane of pannus] that way in the healthy state of the eye, for then [in that case] the eye because of its strength would not need the excessive protection provided by the eyelid against any eventualities.[42]

Then someone says to the speaker, if the matter were as you have said, it would have been necessary that there be formed something similar to this membrane on the penis after the cutting of the foreskin. His answer is that there are no substances (*mawādd*) in the penis out of which such a membrane could be composed, because it is an extremity and far from the humors (*raṭūbāt*). This is not so in the case of the eye, for it has a profusion of humors, by its very essence (*bi-jawharihā*), and sometimes they are transferred to it from the brain. So the substance (*mādda*) is plentiful in the presence of the faculty.[43] Therefore, it is possible that this membrance occurs in it [the eye], but not in the penis. Nevertheless, we admit that there inevitably occurs at the end of the penis following circumcision a thickening whereby it is less affected by blows. So it is possible to regard the latter phenomenon as analogous to the formation of this membrane [the membrane of pannus]. However, since it [the thickening following circumcision] is evidently harmless, it is not considered as a disease and not treated by excision or similar procedure. This membrane [pannus], by contrast, injures the sight in proportion to the extent to which the pupil of the eye is veiled.

It may be said: if this membrane were a function of nature then no harm would come of it, but such is not the case, for it weakens the sight until it is as if it were behind a distorting veil, and it brings on blepharitis and lachrymation in the eye and predisposes it to much ophthalmia and other congestive diseases,[44] and makes it [the eye] shun sunlight and lamplight; and frequently the eye becomes small because of it.

[In answer to this] we say: the occurrence of this damage is not inconsistent with the fact that this membrane is a function of nature. As for its damaging vision, that is evident. The purpose of nature in regard to it is the increased

42. The meaning appears to be: Pannus is formed when the eyeball is denuded in order to protect it. If pannus were formed on a healthy eyeball, the eyelids would then not be needed, for the eyeball would have more than enough protection. But the eyelids clearly must have a function, and therefore pannus must not form on a healthy eye.

43. That is, the substances (*mawādd*) out of which the membrane can be formed are plentiful in the area where there exists the faculty (*quwwa*) by which the humors (*ruṭūbāt*) are transformed.

44. *al-amrāḍ al-imtilā'īya*, diseases characterized by congestion, repletion, fullness of the head, and defluxion.

possible. If the trachoma aggravates the two conditions with its roughness then the eyelid should be turned over and the probe passed over it in orde to be softened a little; and better yet is the Haematite [Powder], but withou [employing] starch, stibnite,[36] the White Powder or the White Shiyāf, fo all of the latter are trachomagenic (*mujarriba*)-- that is, they cause trachoma.

II

On Pannus[37]

Pannus is a membrane (*ghishāwa*) observable on the eye, characterizec by inflamed blood-vessels, and there is disagreement concerning it. It is saic that all of its parts are natural,[38] but that in good health they are small anc imperceptible, but that when they grow and spread to all parts [of the eye] and are enlarged, they are easily observed and do harm to the eye and vision. But it is also said that all of its parts are diseased[39] and that if some of them were natural, then their excision, especially when repeated, would be harmful to the eye. In favor of the first [school of thought] is the argument that among those parts are blood-vessels and nervous parts [nerves] and the occurrence of these is not possible through the function of nature, so how then through disease.[40]

The truth is that this membrane is not altogether natural, for if it were, its creation would in the first place be useful and its excision would be harmful; nor is it altogether unnatural (*bi-khārij ᶜan al-ṭabīᶜi*), for in that case it could not be created and nourished, or, once created, would disintegrate of itself in the course of time, having no faculty for transmuting the incoming [nourishment?] into its own substance.[41] But rather, it is natural in the respect that it is a phenomenon of the function of nature, and it is not natural (*ghayr ṭabīᶜī*) in that it was created only with the creation of a state of the eye which is not natural. That is because when the eye is weak and the substances (*mawādd*) are profuse in it, nature changes those excessive substances into something which serves the eye as a covering or skin in order to protect it against the damages which would be encountered in weakness.

36. Curiously, Ibn al-Nafīs lists starch as one of the ingredients for his Mild Red Collyrium and his Green Collyrium, while stibnite from Isfahan is one of the components of the Ash-Colored Kuḥl, all of which he recommends for trachoma in his chapter on compound eye remedies (see E. Savage-Smith "Drug Therapy", *op. cit.*, pp. 99-100). The White Powder (Dharūr) and White Shiyāf he does not recommend for trachoma in his formulary.

37. Comprising the 8th subsection (*faṣl*) of the first chapter (*bāb*, on diseases of the conjunctiva) of the third section (*jumla*) of the second book (*namaṭ*). This chapter occupies in V fols. 122a-125b. Manuscript S is incomplete and breaks off before this section.

38 *ṭabīᶜīya*, in the sense of normal, part of the normal and healthy state.

39. *maraḍīya*, in the sense of unnatural, not part of the normal and healthy state.

40. The sense seems to be: New blood-vessels and nerves do not appear in the body even when th body is healthy (as a function of nature). Why should they do so under conditions of disease?

41. Literally, 'into its own nature (*ilā ṭabīᶜatihi*)'.

or with 'seafoam'[31] or fig leaves; or a scraper of haematite or iron pyrite is selected. But it may be scraped with the knife (*ḥadīd*), and then the scalpel (*qamādīn*) or the 'rose-leaf' (*warda*)[32] or similar thing is passed over the area. Then it is rubbed with the scoop of the style.

So when he [the physician] is finished with the scraping, he drops into the eye oil of rose[33] mixed with egg yolk and moves the eyeball. Then, in order to protect against adhesions, he drops in it saliva from chewed cumin and salt, after straining them through a tightly woven piece of linen cloth. Afterwards he continues moving the eyeball. Then on the second day he applies the Haematite [Powder][34] and strengthens the eye with the Gray or similar Kuḥl.

If the trachoma is accompanied by ophthalmia and ulcers, and the trachoma is not their cause, then he begins with the treatment of the opthalmia and ulcers, so that the treatment of the acute disease precedes that of the chronic and that which is of greater harshness is before that which is milder. The trachoma should also be cared for by cooling and drying procedures.

But if the trachoma is, through its roughness, a cause of the two diseases, then the treatment is begun by scraping the trachoma, if the two diseases are not very severe, and the trachoma is treated with what is milder, accompanied by the avoidance of the acrid and strong drugs. But if the two conditions are severe, so that scraping would aggravate them,[35] the indicated treatment should consist of cleansing, restorative and strengthening measures until [the ophthalmia and the ulcers] are reduced to the point where scraping becomes

---

off from the poured and cooled sugar loaf, but to specify a piece which had been along the edge of the mold which would, as a result, provide a larger and smoother edge with which to scrape.

31. The name *zabad al-baḥr* 'seafoam' was applied by various physicians to several different items. It refers at times to the 'bone' or bony shell embedded in the mantle of cuttlefish (*sepia*), a genus of cephalopod mollusks; it also was used to designate pumice as well as coral or sponges. All of these items were advocated as scrapers for trachoma by Islamic physicians as well as earlier Greco-Roman oculists. For a more complete discussion of the various descriptions of this term by Greco-Roman and Islamic oculists and physicians see my forthcoming study of the treatment of trachoma and its sequelae from antiquity through 16th-century Islam.

32. For an illustration of the surgical instrument called 'rose-leaf' see Fig. 4 which presents ophthalmological instruments from a treatise nearly contemporary with that of Ibn al-Nafīs. The instrument farthest to the right in the second row is the 'rose-leaf'. The instrument next to it is called a 'half rose-leaf' and was also used by some physicians for rubbing trachoma. The scalpel (*qamādīn*) is also illustrated in Fig. 4, top row, second from the left. For further discussion of the instruments presented in Figs. 4 and 5 see J. Hirschberg, *Khalīfa aus Aleppo, Das Buch vom Genügenden in der Augenheilkunde* (*Die arabischen Augenärzte nach den Quellen bearbeitet*, II, Leipzig: Veit, 1905) pp. 164-174.

33. For a discussion of *duhn* (oil) of rose and oils and ointments in general see S. H. Hamarneh and G. Sonnedecker, *A Pharmaceutical View of Abulcasis al-Zahrāwī in Moorish Spain with Special Reference to the "Adhān"* (Leiden: Brill, 1963) pp. 117-118.

34. For Ibn al-Nafīs's recipe for he Haematite Powder (Dhārūr) see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 100.

35. Literally, 'so that they cannot bear the scraping'.

The annointment of the eyes with the Rūshnāyā or Bāsilīqūn [Kuḥls][27] is good, but not the counteracting of this by scraping with sugar and similar things, for the eyelid is delicate and there is no need, since there is no roughness which the sugar can remove. When ophthalmia accompanies this stage, then the Mild Red Shiyāf is suitable.

As for the second type, its treatment is with something of greater acridness and resolution than the drugs for the first type–something like the Green Shiyāf and the ancient Bāsilīqūn [Kuḥl]. However, that produces burning and heat, so something like haematite, and especially washed haematite, is used, then gradually proceeding to the Mild Red Shiyāf; and the eye is annointed with the Gray [Kuḥl][28] so that it may be strengthened.

As for the third type, its treatment is like the second, but with increased acridness, and in most cases there ought to be scraping.

In the fourth type, the treatment is with the drugs such as we have mentioned, but the necessity of scraping is greater than in the third type.

The nature of scraping: The eyelid is everted either with the finger alone, and that is best, or by the end of the probe[29] being placed on the outside of the eyelid and extending its edge until the probe is covered. Then the inside [of the eyelid] is scraped either with the edge of a piece of *ṭabarzad* sugar – by its edge I mean that which is a part of the outside of the sugar loaf (*ablūj*)[30]–

27. For Ibn al-Nafīs's recipes for these two Kuḥls, see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op cit.*, pp. 98-99. Rūshnāyā (or Rūshnā'ā) is from the Persian meaning 'light-bringing' and as a name for a collyrium occurs in early Islamic ophthalmological literature. The first who seems to mention it is ʿAlī ibn Sahl Rabbān al-Ṭabarī (d. ca 240/855), who adds that it is the Persian name for the Bāsilīqūn Kuḥl (al-Ṭabarī, *Firdaus al-ḥikma*, ed. by M. Z. al-Ṣiddīqī (Berlin: Sonne, 1928) p. 175). *Bāsilīqūn* is a transliteration of the Greek *basilikon* meaning 'royal', which seems to have been a name for a collyrium among Hellenistic and Byzantine physicians, although it is not cited in the extant Greek literature.

28. See E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 99 for Ibn al-Nafīs's recipe for the Gray Kuḥl.

29. *mīl*, a probe or style, equivalent to the Greek *mele*.

30. *Sukkar* is the general term for the sap of the sugar cane which becomes solid upon boiling. There are many technical terms used for sugar, most of which appear to derive from the various processes involved in purifying and preparing the sugar. Ibn al-Nafīs names three types of sugar: *ṭabarzad* and *ablūj*, which he mentions as scrapers for trachoma, and *Sulaymānī* which he uses in a compound remedy for pannus.

When *sukkar* has been boiled twice and purified by being poured into a vessel in which the impurities are separated out, it is called Sulaymānī sugar, a name probably deriving from a trade name associated with the town of Sulaymān in Khūzistān. When *sukkar* is boiled a third time, after fresh milk equal in quantity to one-tenth its volume has been added to it, and it is boiled until is solidified, it is called *ṭabarzad*, from the Persian meaning literally 'chopped with an axe'. Sugar prepared in this manner was apparently so hard that it had to be smashed into smaller pieces. See J. Ruska, "Sukkar", *Encyclopaedia of Islam*, 1st ed. (Leiden: Brill, 1911-1938) Vol. IV, pp. 509-510, for further terms and processes used in refining sugar cane.

Ablūj is a Persian word for a sugar loaf and is frequently a synonym for *ṭabarzad* sugar (see F. Steingass, *Dictionary*, *op. cit.*, p. 10 and E. Ghaleb, *Dictionnaire des sciences de la nature* (Beirut: Imprimerie Catholique, 1965), Vol. I, p. 6). Perhaps Ibn al-Nafīs's intent was not only to give another word for the type of crystalline sugar to be used, but also to specify the edge of not just any piece broken

head, and tight-fitting clothes--in short, everything rousing the substances (*mawādd*) and tending to cause them to move in the direction of the face.

The treatment type by type: For the first type, after the treatment common to all the stages, the eyelid is everted and is rubbed with the Acrid Red Shiyāf. This treatment alone may suffice; but if not, the Green Shiyāf or the Trachoma Shiyāf should be used.[25]

Among the excellent drugs there is the one consisting of one part yellow amber and two parts scales of copper, kneaded with honey. There is also: 16 mithqāls of burnt copper, 8 mithqāls of pepper, 4 of cadmia,[26] 2 of myrrh, 2 of saffron, 5 of verdigris, and 20 of gum, kneaded with rain water.

---

meaning 'the leveling (or flattening) of the cushion' (Avicenna, *Liber canonis* (Venedig, 1507, reprinted Hildesheim: Olms, 1964) fol. 213r).

The prohibitions do not seem to be part of subsequent ophthalmological 'treatises until the 13th century. All the later spellings of the verb seem to derive from the same root, *l - ṭ -ʾ* meaning to cleave to the ground. In nearly all manuscripts, including those of Ibn al-Nafīs's treatise, the hamza itself is not written. In the treatise *Natījat al-fikar fī ʿilāj amrāḍ al-baṣar* (Result of Thinking about the Treatment of Eye Diseases) written for the Ayyubid Sulṭān al-Ṣāliḥ Najm al-Dīn Ayyūb (637-647/1240-1249), Fatḥ al-Dīn Abū al-ʿAbbās Aḥmad ibn ʿUthmān ibn Hibat Allāh al-Qaisī repeats the things to be avoided, loosely rendering the admonition against the lowering of the pillow by simply saying that one should avoid lowering the head (*tankīs al-rā's*) (Paris, Bibl. Nat. arabe MS 3007, fol. 70a). Writing between 1266 and 1275 Khalīfa ibn Abī al-Maḥāsin al-Ḥalabī in his *The Sufficient in Ophthalmology* (*Kitāb al-kāfī fī al-kuḥl*) presents the prohibitions, citing Ibn Sīnā as a source but using the spelling (*laṭāʾ*) given in the (spurious?) Rhazian text (Paris, Bibl. Nat. arabe MS 1043, fol. 33b). The same expression and spelling is found in the ophthalmological treatise written at the end of 13th century by Ṣalāḥ al-Dīn ibn Yūsuf al-Kaḥḥāl al-Ḥamawī (Paris, Bibl. Nat. arabe MS 3008, fol. 41b).

Ibn al-Nafīs gives the avoidances with some changes in wording and spelling and instead of 'lowering the bolster' gives *luṭuwʾ al-wisāda* 'lowering the pillow'. This identical expression and spelling occurs in the 14th-century treatise by al-Shādhilī (see above note 20) where the avoidances are presented in a different order and some new ones are added, such as 'wicked ideas'. While al-Shādhilī frequently used Ibn al-Nafīs as a source, in this particular instance he is citing a certain Ibn Kamūna who wrote a *Jāmiʿ kitāb al-kāfī*, apparently a summary of the treatise by Khalīfa (Munich, cod. arab. 834, fol. 34a; Chester Beatty Arab. MS 3990, fol. 61a which reads *laṭūl*, which must be a scribal error for *laṭuwʾ* as the Munich copy reads).

24. That is, lying on one's face in bed for a long time. See J. Hirschberg, *Die Augenheilkunde des Ibn Sina aus dem arabischer übersetst und erläutert* (Leipzig: Viet, 1092) p. 117; compare Avicenna, *Liber canonis*, *op. cit*., fol. 213r.

25. The recipes for the Trachoma, the Green and the Acrid Red collyriums were given by Ibn al-Nafīs in the chapter of his treatise concerned with compound remedies. For a translation of the recipes see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, pp. 100-101. Curiously, Ibn al-Nafīs in the section on compound remedies recommends the Mild Red Shiyāf for 'light, inflamed trachoma' and the Acrid Red Shiyāf for 'advanced trachoma', yet in this chapter he advocates the used of the Acrid Red for the first stage of trachoma. Collyriums named Trachoma (*trachomatikon*), Green, Mild Red, and Acrid Red are all found in Greco-Roman ophthalmological writings. Precise contents differed with each physician.

26. *iqlīmīya* frequently refers to cadmia (calamine, a zinc ore), but can also refer to a scoria of any metal. See M. Meyerhof, "Un glossaire... Maimonide", *op. cit.*, no. 342, and Martin Levey, *the Medical Formulary or Aqrābādhīn of al-Kindī, translated with a study of its Materia Medica* (Madison/Milwaukee: University of Wisconsin Press, 1966) p. 234 no. 20.

and also the forsaking of sweetmeats, salted nuts,[21] and things which ar dessicative. When meat is eaten, let it be that of kid or fattened domesti fowl. *Isfīd-bāj*[22] is an excellent food for sufferers from trachoma, as is als yolk of a boiled egg. Certainly there is the obligation of the wet steam bat and the forsaking of dusts, smoke, strong anger, shouting, protracted conversa tion, lowering the pillow,[23] prolongation of prostration[24] and bowing of th

3990, fol. 61a, and Munich, Bayerische Staatsbibliothek cod. arab. 834, fol. 34a). Al-Shādhilī use Ibn al-Nafīs as a major source for his writing and frequently cited him by his name Ibn Abī al-Ḥazı al-Qurashī. For a further discussion of al-Shādhilī and other oculists who employed this treatise b Ibn al-Nafīs, see my forthcoming study of the treatment of trachoma and its sequelae from antiquit through 16th-century Islam.

21. *mawāliḥ*, a Syrian word for salted nuts (H. Wehr, *A Dictionary of Modern Written Arabic*, e by J. M. Cowen (Ithaca: Cornell University Press, 1961), p. 920). This is a more likely interpretatio within the context than 'dates' as previously translated (E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit* p. 102).

22. *Isfīd-bāj* is a Persian word for a dish made of meat, onions, butter, cheese, etc., or sometime only bread and milk. See F. Steingass, *Dictionary*, *op. cit.*, p. 58, H. Kroner, *Zur Terminologi der arabischen Medizin und zur ihren zeitgenössischen hebräischen Ausdrucke* (Berlin: Ibskowski, 1921 p. 43, and Manfred Ullmann, "Yūhannā ibn Sarābiyūn, Untersuchungen zur Überlieferungs geschichte seiner Werke", *Medizinhistorisches Journal*, 6 (1971), 288. In Middle Parsion the wor *spēādbag* appears to have denoted a type of curd soup (see D. N. Mackenzie, *A Concise Pahlavi Dic tionary* (London, Oxford University Press, 1971) p. 76.

23. These various prohibitions, including lowering the pillow, great anger, shouting, much talking and tight-fitting clothes do not appear in Greco-Roman discussions of this condition nor in very earl Syriac or Arabic accounts. They appear to have been introduced into Islamic descriptions possibly i the early tenth century. They are by no means mentioned by all Islamic oculists, but can be trace through some of the literature where they are presented as a group with slight changes in wording Throughout the various listings there is some confusion concerning the word for 'lowering' the pillow perhaps arising from the various orthographical conventions in vogue at different times. The firs mention of the prohibitions appears to be in the *Kitāb al-dhakhīra* ascribed to Thābit ibn Qurra (d 288/901) where it is said that one should avoid *liṭām al-mikhadda* 'beating [down] the bolster' (Thābi ibn Qurra, *The Book of al-Dhakhīra*, ed. by G. Sobhy (Cairo: Government Press, 1928) p. 38). Thi verb may be an error on the part of the editor of the printed edition, for when this passage is late cited by al-Rāzī in the *Kunnāsh* (or *Kitāb al-fākhir*) it is given as *laṭā' al-mikhadda* 'putting th bolster down on the ground' (Cambridge University Library, Browne MS P2(7), fol. 103a). Al-Rāz uses the same expression again when citing as a source a certain Muḥammad (Cambridge Univ. Lil Browne MS P2(7), fol. 104a); for a suggested identification of this Muḥammad see M. Meyerhof, "Nach träge", *op. cit.*, p. 393 nt. 3. The attribution of the *Kitāb al-dhakhīra* to Thābit ibn Qurra has bee questioned (see for example M. Ullmann, *Medizin im Islam*, *op. cit.*, p. 136), although others argu convincingly that it is genuine (R. Y. Ebied, "Thābit ibn Qurra: Fresh Light on an Obscure Medica Composition", *Muséon*, 79 (1966), 453-473). Furthermore, it is uncertain if al-Rāzī was actually th author of the *Kunnāsh* in which the passage by Thābit is quoted (see Ullmann, *Medizin im Islam*, *op cit.*, p. 132). It is clear, however, that both treatises were written and circulating by the early 10tl century.

Ibn Sīnā (d. 428/1037) borrowed extensively from al-Rāzī when writing his *Kitāb al-Qānūn fī ṭibb*, although mostly from *al-Ḥāwī* by al-Rāzī where there is no mention of these prohibitions. Whatev his source, Ibn Sīnā gives the set of things to be avoided including *laṭ' al-mikhadda* (*Qānūn* III,3,iii,l *al-Qānūn* (Rome: Typographia medicea, 1593) Part I, p. 347). In the Latin translation made by Gera of Cremona about 100 years after Ibn Sīnā died, the words are translated as *et applanatonis pulvinar*

have mentioned. As for the first type, the roughness (*khushūna*) is light and the flowing of tears profuse, because the substance (*mādda*) in it tends to be rather thin. The symptom for the second type is that the roughness is more extensive than in the first type and subsequently the tears are copious. As for the symptom of the third type, in addition to the greater roughness, there are in the eyelids cracks like those of a fig. In the fourth type there is a blackishness or ash-color observable on the eyelid, along with increased burning; there is also a large amount of melancholy and something like a dry scab of a wound (*khushkrīsha*) on it, because of the inflammation (*iḥtirāq*).

There are two onsets (*wāriday*) of trachoma: that which follows ulceration of the eye, because its substance is acrid, and that which follows ophthalmia. The less injurious form of it is that which follows blepharitis alone, because the substance of the latter is slight, and therefore its injury to the eye is not extensive.

The treatment: As for the treatment of trachoma in general, there should first be cleansing of the body and head of the acrid burning substance – and this is by means of bleeding, beginning first with the cephalic vein and then with the veins of the two [inner] corners of the eyes.[18] When it is in the fourth stage, or the temperament is melancholic, it should certainly be accompanied by purging [induced] by means of cooked sweetmeats or mashed violets or cooked thymeweed. It should definitely be accompanied by anti-inflammatory and cooling measures to regulate the temperament, such as the drinking of barley water with sugar, or similarly the dilution taken from jujube fruit, plums, apricots and similar things. And certainly there should be regulation of food and the employment of things which cool and dampen, such as cushaw [melons], squash, cucumber pith,[19] garden purslane, and the quenching gruel[20]

18. A small tract on phlebotomy has been attributed to Ibn al-Nafīs. See M. J.L. Young, "A Medieval Arabic Treatise on Venesection", *Abr-Nahrain*, 3 (1961-1962), 37-44.

19. The terms *qiththā'*, *qur*ᶜ, and *lubb al-khiyār*, translated here as cushaw (melons), squash, and cucumber pith, are vague terms applying to a variety of plants. *Qiththā'* generally means a variety of cucumber or cushaw, but in Egypt it was also applied to a type of melon, *Cucumis melo*. *Qar*ᶜ appears to be a comprehensive term for several varieties of squash, vegetable marrows, and pumpkins, while *khiyār* usually refers to a cucumber, smaller in size than that meant by the term *qiththā'*. For fuller discussions of these plant names see Max Meyerhof (ed. and trans.), "Un glossaire de matière médicale de Maimonide", *Mémoires à l'Institut d'Egypte*, 41 (1940). nos. 343, 332, and 388.

20. The word *al-mazāwīr* is clearly written in both manuscripts. It is probably an unusual spelling of *mazāwir*, the plural of *muzawwar*, meaning any dish, usually without meat, given the sick person; see R. Dozy, *Supplément aux Dictionnaires Arabes* (Leiden: Brill, 1881; reprinted Beirut: Librairie du Liban, 1968) Vol. I, p. 612. F. Steingass suggests that the form *muzāwir* is short for *āshi tazwīr*, the Persian for a gruel or broth served the sick (*A Comprehensive Persian-English Dictionary* (London, 1892; reprinted Beirut: Librairie du Liban, 1977) p. 1223). Ibn al-Nafīs modifies the word with the adjective *muṭaffiya* 'quenching' or 'anti-inflammatory'. The 14th-century Egyptian oculist Ṣadaqa ibn Ibrāhīm al-Shādhilī in his *al-ᶜUmda al-nūrīya fī al-amrāḍ al-baṣrīya* (Oculistic Principles for the Diseases of the Visual Apparatus) also recommends the gruel. spelling it in the same way as did Ibn al-Nafīs, but modifying it with the adjective *muraṭṭiba* 'cooling' (Dublin, Chester Beatty Arab. MS

the substance in the two diseases is the same, then most of the time blepharitis precedes trachoma and is a warning of it, because the place of the outbreak on the eyelid is at first thin, but afterward thickens and produces trachoma. Ulceration of the eye also precedes and forewarns of trachoma because the ulcer-producing (*muqarriḥa*) acrid substance (*mādda*) reaches the eye, in most cases, by way of the thin integument; and this can happen only after it has developed on the eyelid. Thus this substance produces first blepharitis and then ulceration of the eye. For the eye is soft and substances (*mawādd*) are retained in it; thus it is affected by that [acrid and ulcerating] substance before that same substance can affect the eyelid sufficiently to cause trachoma.[16] And ophthalmia (*ramad*) without ulceration may precede it, and that is when the substance is not acrid enough to produce ulcers.

The trachoma may be made up of four stages which they call 'types'. The first type is the appearance on the eyelid of inflammation and roughness which is like dry mange but not like pustules. The cause of this redness is the fever (*sukhūna*) of the blood and the blood's being drawn (*injidhāb*) to the eyelid due to the heat of the substance (*mādda*) and the irritation of rubbing.

In the second kind the roughness increases on the eyelid, accompanied by pain and heaviness, because of the large quantity and detrimental nature (*radā'a*) of the substance (*mādda*).

The third type is called the 'fig-like'[17] because on the inside of the eyelid there is something resembling the core of the fig, and on it there are cracks and greater roughness.

In the fourth type there is more roughness and greater damage, and there is itching accompanied by pain and increased hardness, and the scaliness can hardly be scraped off, especially the part of it which has been there for some time. Sometimes it [the fourth type] is accompanied by superfluous eyelashes [distichiasis and trichiasis] since the substance, with its inflammation and corruption, may be conducive to the development of eyelashes. The substance of the trachoma may be nitrous phlegm; it may come about from feverish blood or sometimes from slightly melancholic blood which is also fevered. Often it results from continued exposure to sunlight, dust, or smoke, accompanied by poor eating habits, unhealthy food, salty things, condiments, pungent vegetables, or similar things.

The symptoms: The general symptom of trachoma is the itching of the eyelid, and when it is everted there is evidence of the redness and roughness we

16. The sense seems to be that the acrid substance gets its start in the eyelid, where it produces blepharitis and eventually trachoma, meanwhile spreading to the eye itself where it produces ulceration. The ulceration of the eye is then observable before the trachoma of the eyelid is.

17. *tīnī*, a translation of the Greek *sykosis*. The adjective fig-like was applied to the papillary stage of trachoma, resembling the inner surface of a fig ripe to bursting and is found in Hellenistic medical writings and all subsequent discussions of the subject.

Fifth Section (*jumla*): On diseases related to the visual faculty (*al-quwwa al-bāṣira*); the discussion is divided into an introduction and 7 subsections (*fuṣūl*).

Introduction (*muqaddima*), in which we will discuss the infirmities of vision and other functions [discusses 8 types].

(1) On dimness of vision (*ḍuʿf al-baṣar*) [amblyopia and amaurosis].
(2) On nightblindness (*al-ʿashā'*), which is called *al-shabkara* [nyctalopia].
(3) On dayblindness (*jahar*) and it is called *al-khafash* ('being able to see only at night') [hemeralopia].
(4) On snowblindness (*qumūr*).
(5) On the eye's avoidance of brightness and sunlight.
(6) On the destruction of vision (*buṭlān al-baṣar*).
(7) On the mixing up of vision (*nushūsh al-baṣar*), that is, the seeing of phantoms (*ru'ya al-khayālāt*).

Sixth Section (*jumla*): On the conditions (*aḥwāl*) related to the humors (*ruṭūbāt*) and pneumas (*al-arwāḥ*) which are in the interior of the eyeball. The discussion is divided into 4 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the affections (*al-aḥwāl al-ʿāriḍa*) of the albuminoid [aqueous] humor (*al-ruṭūba al-bayḍīya*).
(2) On the affections of the crystalline humor (*al-ruṭūba al-jalīdīya*).
(3) On the affections of the vitreous humor (*al-ruṭūba al-zujājīya*).
(4) On the affections of the pneuma (*rūḥ*) in the eye.

Seventh Section (*jumla*): On the diseases related to the remaining parts of the eye. It is divided into 2 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the diseases occurring in the remaining tunics of the eye.
(2) On the diseases affecting the optic nerves (*al-ʿaṣab al-nūrī*).

I

On Trachoma Occurring on the Eyelid[13]

The difference between blepharitis and trachoma is that even though an itching does accompany both, with the one called blepharitis (*ḥikka*) there are no pustules and no crustiness to be reckoned with, and there is no ulceration or cracking, as in trachoma. The substance[14] of the two diseases is an acrid, nitrous moisture (*ḥadda bawraqīya ruṭūba*), but in blepharitis it is thin and scraping alleviates it and removes it from the pores, while in trachoma it is thicker because of its building up[15] and being covered with pustules. Since

13. Comprising the 20th subsection (*faṣl*) of the first chapter (*bāb*, on diseases of the eyelids) of the second section (*jumla*) of the second book (*namaṭ*). This section occupies in S fols. 93b-96a and in V fols. 92a-94a.

14. The word *mādda* 'substance, matter' refers in this context to both the moist discharge of the eye and the internal substance of the eyelid. The term *mādda*. is also employed in some medical writings in the sense of the substance or material of the disease itself. It is apparent that overtones of this use of *mādda* as disease-matter are intended here as well. For an interesting discussion of the uncertain origins of this notion of *mādda* as disease-matter see *Rufus von Ephesos, Krankenjournale*, ed. by Manfred Ullmann (Wiesbaden: Harrassowitz, 1978) pp. 26-28.

15. literally, 'because it is retained' (*tuḥtabasu*).

Introduction (*muqaddima*).

First Chapter (*bāb*): On diseases relating to the conjunctiva (*al-ṭabaqa al-multaḥima*): it is divided into 13 *fuṣūl*.

(1) On ophthalmia (*ramad*).
(2) On inflation (*intifākh*) occurring to the conjunctiva [edema].
(3) On the blood spot (*ṭarfa*) [ecchymosis of the conjunctiva].
(4) On callosity (*jasā'*) happening to the conjunctiva.
(5) On phlyctenulosis (*al-wadaqa*).
(6) On purulent ulceration (al-dubayla) in the conjunctiva.
(7) On the separation of the connection which occurs in the conjunctiva (*tafarruq al-ittiṣāl*) [rupture of tissues].
(8) On pannus (*sabal*).
(9) On pterygium (*ẓafara*).
(10) On the overgrowth of flesh along the conjunctiva (*al-laḥm al-zā'id*) [granulation].
(11) On papilloma (*al-tūta*).
(12) On itching (*ḥikka*) of the conjunctiva.
(13) On lachrymation (*dam*ᶜ*a*).

Second Chapter (*bāb*): On the diseases related to the cornea (*al-ṭabaqa al-qarnīya*). It is divided into 7 *fuṣūl*.

(1) On pustules (*buthūr*) occurring on the cornea.
(2) On corneal ulceration (*qurūḥ*) and pitting (*ḥafar*).
(3) On perforation (*khurūq*) of the cornea and corneal protrusion (*nutū'*) [staphyloma or keratectosia] and corneal abrasion (*silkh*).
(4) On the alteration of the color of the cornea to white, red, or yellow or similar color.
(5) On the 'hidden matter' (*kumnat al-midda*) under the cornea [formation of pus behind the cornea, hypopyon].
(6) On cancer (*saraṭan*) of the cornea.
(7) On departure (*khurūj*) of the cornea from its normal state (*i*ᶜ*tidāl*, equilibrium) due to moisture or dryness.

Third Chapter (*bāb*): On the diseases related to the 'grapelike' tunic (*al-ṭabaqa al-*ᶜ*inabīya*) ['uvea', iris]. The discussion is divided into 3 subsections (*fuṣūl*).

(1) On 'blueness' occurring in the eye (*zurqa*) [glaucoma].
(2) On prolapsis of the iris (*nutū' al-* ᶜ*inabiya*).
(3) On the separation of connection (*tafarruq al-ittiṣāl*) which happens to the iris [rupture of tissues].

Fourth Chapter (*bāb*): On the diseases related to the pupil (*ḥadaqa*), that is, the perforation of the 'uvea'. These diseases are three in number, namely dilation, contraction, and blockage (*insidād*); so therefore in this chapter the discussion will be divided into 3 subsections (*fuṣūl*).

(1) On dilation (*ittisā*ᶜ) of the pupil, and this is called 'the spreading' (*al-intishār*)
(2) On contraction (*ḍīq*) of the pupil.
(3) On water descending (*al-mā' al-nāzil*) in the eye [cataract].

Fourth Section (*jumla*): On the diseases of the body of the eyeball (*jumlat al-muqla*)... Their treatment is divided into 3 subsections (*fuṣūl*).

(1) On squint (*ḥawal*) [strabismus].
(2) On protruberance (*juḥūẓ*) of the eye [exophthalmus].
(3) On the sinking (*ghawr*) of the eye and its reduction in size [atrophy].

Second Chapter (*bāb*): On the principles (*aḥkām*) of individual ocular drugs, divided into a 2 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the principles of simple drugs.
(2) On the principles of compound drugs.

Second Section (*jumla*): On diseases of the external part of the eye; the discourse is divided into 2 chapters.

First Chapter (*bāb*): On the diseases of the eyelid (*jafn*); it is divided into an introduction, 30 subsections (fuṣūl) and an appendix.

Introduction (*muqaddima*).

(1) On lice (*qaml* and *qimqām*) which attack the eyelids.
(2) On ulcerative blepharitis (*sulāq*) of the eyelids, and in Greek its name is *abūsīmā*.
(3) On callosity (*jasā'*) [induration].
(4) On the thickening (*ghilaẓ*) of the lids.
(5) On the swelling (*tahbīj*) of the eyelids.
(6) On inflation (*intifākh*) of the eyelids [edema].
(7) On heaviness (*thiqal*) of the lids.
(8) On boils (*dummal*) in the eyelids.
(9) On the rash (*sharā*) which occurs on the eyelids.
(10) On hailstone (*barada*) [chalazion].
(11) On the stye (*shaᶜīra*).
(12) On lithiasis (*taḥajjur*).
(13) On corrosion (or ulceration, *ta'kīl*) in the eyelid.
(14) On cystic tumors (*silaᶜ*) occurring in the eyelid.
(15) On itching (*ḥikka*) of the lid.
(16) On roughness of the eyelids (*khushūnat al-ajfān*).
(17) On excoriation (or a mild and dry eruption; *saᶜfa*).
(18) On the ulceration (*qurūḥ*) of the eyelid and its rupture (*kharāq*).
(19) On 'the ant' (*namla*) [cracking or formication].
(20) On 'scabies' (*jarab*) occurring on the eyelid [trachoma].
(21) On the papilloma (*tūta*) of the lid.
(22) On excessive edema (*wardīnaj*) occurring in the lid [chemosis].
(23) On a hydatid cyst (*shirnāq*).
(24) On the sticking together (*iltiṣāq*) of the eyelids [symblepharon].
(25) On shrinkage (*shatra*) of the eyelid [and eversion; ectropion].
(26) On slackening (*istirkhā'*) and drooping (*insiᶜāl*) of the eyelid [ptosis].
(27) On superfluous lashes (*shaᶜr zā'id*) [distichiasis].
(28) On ingrown lashes (*shaᶜr munqalab*) [trichiasis].
(29) On falling out of the eyelash (*intithār al-hudub*).
(30) On whiteness of the eyelashes (*bayāḍ al-ahdāb*).

Appendix (*khātima*) to the chapter in which we discuss unnatural (*ghair ṭabīᶜīya*) things which occur to the eyelid [including 'dead blood', a black eye].

Second Chapter (*bāb*): On diseases of the corners [canthi] of the eye. The discourse is divided into 3 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the lachrymal abscess and fistula (*gharb*).
(2) On the overgrowth of flesh of the canthus (*ziyāda laḥm al-mu'q*) [granulation].
(3) On the loss of some of the flesh of the canthus (*nuqṣān laḥmat al-mu'q*).

Third Section (*jumla*): On the diseases of the middle of the eye. The discussion is divided into an introduction and 4 chapters.

Third Chapter (*bāb*): On the causes of the conditions (*aḥwāl*) of the eye; and it is divided into 2 sections (*fuṣūl*).
- (a) On the general (*kullīya*) causes.
- (b) On causes of fever (*al-musakhkhināt*) in the body.

Fourth Chapter (*bāb*): On the symptoms of the conditions of the eye; and the discussion is divided into 2 sections (*fuṣūl*).
- (a) On the evidence from which the conditions of the eye are known; it is divided into 10 topics (*qism*).
  - (1) Vision (*ibṣār*).
  - (2) The function (*fiʿl*) of the eye in regard to nourishment (*ghidhā'*).
  - (3) The function of the eye in regard to superfluities (*fuḍūl*).
  - (4) The functions of perception (*ḥiss*) and motion which belong to the eye.
  - (5) The parts of the eye.
  - (6) Things agreeing and disagreeing with the eye.
  - (7) The color (*lawn*) of the eye.
  - (8) The feel (*malmas*) of the eye.
  - (9) The shape (*shakl*) of the eye.
  - (10) The size (*miqdār*) of the eye.
- (b) On the prognostic symptoms (*ʿalāmāt dālla*) of the conditions of the eye.

Second Section (*jumla*); On the principles of the practical (*ʿamalī*) portion of this art; it is divided into 2 chapters.

First Chapter (*bāb*): On the care (*ḥifẓ*) of the healthy state (*ṣiḥḥa*) of the eye. The discussion is divided into 2 subdivisions (*fuṣūl*).
- (1) A general discussion on the care of the health of the eye.
- (2) On the rules of everyday eating from which are chosen what is suitable for maintaining the health of the eye.

Second Chapter (*bāb*): On the treatment (*ʿilāj*) of eye diseases, in a general discussion; it is divided into an introduction and 5 subdivisions (*fuṣūl*).

Introduction (*muqaddima*).
- (1) On the regimen (*tadbīr*) by means of diet (*ghidhā'*).
- (2) On the treatment (*ʿilāj*) by means of drugs (*dawā'*).
- (3) On the treatment by means of the hand [surgery].
- (4) On the treatment of dyscrasia (*suwā'*; imbalance) of the temperament of the eye.
- (5) On things which lessen the pains of the eye.

SECOND BOOK (*namaṭ*): On the ramifications of this art. We thought that in this book we would combine theory (*ʿilm*) and practice (*ʿamal*) since that is easiest for teaching, and that we would divide the discussion into 7 sections.

First Section (*jumla*): On eye medicines (*adwīya*), both simple and compound; it is divided into 2 chapters.

First Chapter (*bāb*): On the practical principles concerning these drugs; it is divided into 5 subsections (*fuṣūl*).
- (1) On the classes of eye medicines.
- (2) On determining the temperaments (*amzija*) of the eye medicines.
- (3) On the qualities (*ṣifāt*) of the drugs of the eye.
- (4) On the determination of the functions (*afʿāl*) of eye medicaments.
- (5) On things which counteract the eye medicines because of the composition (*tarkīb*) and the like.

Following the outline of the complete contents of the treatise there will the translation with commentary of the three chapters. A glossary of terms ıployed by Ibn al-Nafīs in the three chapters on trachoma, pannus, and :rygium follows the edited Arabic texts. In the treatise itself there is no)arate table of contents. The following outline is drawn from the section adings throughout the treatise.

The Perfected Book on Ophthalmology

by Ibn Abī al-Ḥazm al-Qurashī [known as Ibn al-Nafīs]

PREFACE (*muqaddima*), consisting of three sections (*fuṣūl*).

First Section: On what is the nature of the ocular art (*hī'at ṣinā*ᶜ*at al-kuḥl*).

Second Section: On the distinguishing features of animals in regard to the eye.

Third Section: On the special properties of men in regard to the eye.

FIRST BOOK (*namaṭ*): On the principles of this art, and it is divided into two sections.

First Section (*jumla*): On the principles of the theoretical part (*al-juz' al-naẓarī*) of this art: it is divided into 4 chapters.

First Chapter (*bāb*), which is divided into 2 subsections.

First Subsection (*fann*): On the constitution (*khilqa*) of the eye. The discussion of it is divided into 10 divisions.

(1) On what is the nature of the eye and its parts and utility.
(2) On the distinguishing features of the eye (*aṣnāf al-*ᶜ*ain*).
(3) On the path of the visual pneuma, which is to say the optic nerves.
(4) On the nerves moving the eyeball (*muqla*).
(5) On the nerves moving the eyelids (*ajfān*).
(6) On the muscles of the eyeball.
(7) On the muscles of the eyelids.
(8) On the nature of the eyeball.
(9) On the nature of the eyelids.
(10) On the temperament (*mizāj*) of the eye and its parts.

Second Subsection (*fann*): On the function (*fi*ᶜ*l*) which is unique to the eye, which is to say vision (*al-ibṣār*). It is divided into 10 divisions (*fuṣūl*).

(1) On the enumeration of the visual things (*al-ashyā' al-mubṣira*).
(2) On the explanation of statements frequently employed concerning the subject of this subsection.
(3) On the conditions favorable for vision by the eye.
(4) On the opinion of the learned (ᶜ*ulamā'*) concerning vision (*al-ru'ya*).
(5) On the arguments of those talking about these ideas.
(6) On the idleness of the opinions of those disagreeing, and their arguments, and the victory of the truth, which is to say our belief and conviction about it.
(7) On the simplicity of the argument concerning the reasonableness of our belief and its demonstration.
(8) On uncertainties (*shubah*) which might be presented with regard to our theory of vision.
(9) On the main part of these doubts (*shukūk*).
(10) In which we discuss an uncertainty (*shubha*) generally presented with regard to vision (*ibṣār*).

Second Chapter (*bāb*): On the diseases of the eye, and it is one section (*faṣl*).

The *Perfected Book on Ophthalmology* is extant in three known manuscripts. The oldest manuscript is in the Biblioteca Vaticana Arab. MS 307, entitl *Kitāb al-muhadhdhab fī ṭibb al-ᶜain*, consisting of 186 folios and completed b the scribe on 30 Shawwāl[12] 851 A.H. (7th January 1448 A.D.). The secon copy was in the private collection of Paul Sbath, MS 17, now housed at th Biblioteca Vaticana as Sbath MS 17, entitled *Kitāb al-muhadhdhab fī ḥikm al-ᶜain*; it is undated (ca. 18th century) and incomplete with only 97 folio Both manuscripts are written in *naskhī* script. The first and last folios of Bib Vat. Arab. MS 307 (hereafter designated by V) are illustrated in Figs. 1 and while Fig. 3 shows the first folio of Sbath MS 17 (hereafter designated by S).

In editing the three chapters I have made certain orthographical correctio in the text, adopting the modern form of writing the words, which I have n given as variant readings. In both manuscripts when an alif is followed by hamza, the hamza is not written and the alif has a madda; thus ماء is writt as مآ , حمراء as حمرآ , and اجزائها as اجزآها . I have consistently omitted th madda and added the hamza. The orthography of the medial and final ham varies in the manuscripts, and I have written them in the text in the mo common form found today. For example, زائدة appears as زايدة in both man scripts, جزء is written as جزو , هيئة occurs as هية , and ردائها is written as ابها in S and ردآها in V. In V there is occasionally found an extra alif not requir today in the imperfect third person singular form of the verbs ending in wa e.g., يخلوا instead of يخلو.

Both S and V nearly always write the expression أما ... فإن 'as for...' اما ··· بان. Perhaps they both derive from a copy written in a *maghribī* scrip I have chosen to write اما ... فان in the text. In S alone, both (فان) بان ... 'as for ...' and لأن 'because' are always followed by the jussive, e.g., ن يكن This usage has not been noted in the variant readings.

In the edition of the text for these three chapters, the underlining of wor corresponds to words in the manuscripts which are either rubricated overlined.

11. The third manuscript is in the Staatsbibliothek Preussischer Kulturbesitz in Berlin, MS oct. 2365. It is entitled simply *Kitāb al-muhadhdhab* and consists of 225 folios, completed by scribe on 15 Dhū al-Qaᶜda 1115 A.H (21 March 1704 A.D.). It is also written in *naskhī* script. T third copy of the treatise was just brought to my attention as this article was going to press and th fore, unfortunately, has not been used in the preparation of the edited text. The manuscript is descri by Rudolf Sellheim, *Materialien zur arabischen Literaturgeschichte* (*Verzeichnis der orientalischen Ha schriften in Deutschland, XVII*, A, Wiesbaden: Steiner, 1976) pp. 213-216. The author wishes to th Professor Manfred Ullmann of Tübingen for bringing this to her attention.

Yet a fourth copy of this treatise is listed by Paul Sbath in *Al-Fihris* (*Catalogue de Manus Arabes*), *première partie: ouvrage des auteurs antérieurs au XVII^e siècle* (Cairo, 1938) p. 85, where mentions among manuscripts held in private collections in Aleppo a copy of this treatise owned b Zabīdī. The present location of this fourth copy is unknown.

12. There are only 29 days in the month of Shawwāl; it is supposed that the scribe inten the end of Shawwāl, or the 29th rather than the 30th.

By and large we can see him holding to his maxim as reported[9] by al-ᶜUmarī that "he never departed from the method to which he was accustomed; he did not prescribe a remedy as long as he could prescribe a diet, and he did not prescribe a compound remedy as long as he could content himself with a simple drug". His emphasis upon regimen and diet is clearly greater than other medieval oculists, and while frequently referring to compound remedies he nonetheless does not employ as many as his predecessors. On the other hand, he advocates less purging and phlebotomy than his predecessors. His post-operative instructions are more detailed and extensive than most writers. His emphasis, consonant with that of his other writings, is more on the theoretical than on the practical, although the practical is not overlooked. He does not describe personal cases and seldom quotes previous authors by name. Yet his surgical procedures are thoroughly described and more detailed than those of his predecessors. In the procedure for excising pannus and pterygium he employs an instrument – a thin knife called a *mislakh* – which it seems is first mentioned in his writings. He also implies that some questioned the advisability of surgically removing pannus. A detailed comparison of Ibn al-Nafīs's ideas with those of his predecessors and successors will be made in a later study of the treatment of trachoma and its sequelae from antiquity through sixteenth-century Islam.

The *Perfected Treatise on Ophthalmology* is divided into two books and a preface. The preface contains an interesting discussion of the distinguishing features between different animals with regard to the eye. The first book is divided into two parts, the first dealing with theoretical matters including theories of vision and causes and symptoms of ocular affections, and the second portion on practical principles of care for the healthy eye and the diseased eye. The second book combines theory and practice, encompassing sections on simple and compound remedies and the treatment of diseases occurring in different regions of the eye. The order, arrangement, and emphasis are indeed quite different from the well-known ninth- and tenth-century manuals of Ḥunain ibn Isḥāq and ᶜAlī ibn ᶜĪsā al-Kaḥḥāl. This treatise is of interest first of all because it is possibly the most thorough and complete of all medieval Arabic ophthalmological tracts, and secondly because it contains some original ideas and approaches introduced into the treatment of these diseases by a well-known medical theoretician. All in all, it certainly does not deserve the dismissal afforded it by previous historians.[10]

9. M. Meyerhof and J. Schacht, *Theologus Autodidactus*, *op. cit.*, p. 16.

10. See M. Meyerhof and J. Schacht, *Theologus*, *op. cit.*, p. 23, and M Ullmann, *Medizin im Islam*, *op. cit.*, p. 213; see also Casey Wood, "The Lost Manuscript on Ophthalmology by the Thirteenth-Century Surgeon Ibn al-Nafīs", *Journal of the American Medical Association*, 104 (1935), 2122-2123. The treatise has not been studied in any detail by medical historians prior to the present author; Max Meyerhof was able to quickly examine one of the manuscripts not long before his death.

procedure known in the West as peritomy and practiced well into this century – was viewed by medieval physicians as a means of stripping off the pannus from the conjunctiva. In actual fact peritomy consisted of excising a strip of conjunctiva from the sclera around the limbus adjacent to the cornea with the purpose of cutting off the vascular supply. The medieval procedure frequently resulted in removing layers of the corneal epithelium. It could result in a great deal of bleeding and the formation of a corneal scar. Pterygium, on the other hand, was and is successfully removed surgically, although it frequently recurs later.

The ophthalmological tract by Ibn al-Nafīs represents a fuller treatment than in the 'classic' ophthalmological manuals of the late tenth century, such as those of ʿAlī ibn ʿĪsā al-Kaḥḥāl or ʿAmmār ibn ʿAlī al-Mawṣilī.[8] The treatise allows us to see Ibn al-Nafīs at his most creative and original, especially with regard to the theoretical aspects of his analysis. This is particularly evident in his discussion of whether pannus is natural or unnatural (normal or pathological), the parallel drawn between excision of pannus and circumcision, his theorizing as to the condition under which pannus is especially contagious, his laying down two conditions which provoke the onset of trachoma, and generally his concern with the causes of and relationships between diseases. He compares in detail pterygium and pannus, and it appears that he was the first to introduce the idea that pterygium is a form of pannus. Ibn al-Nafīs does not show as much dependence upon the ideas of Ibn Sīnā as one might expect from a commentator and epitomizer of the Qānūn. Nor is his treatise merely a rewording of the major ophthalmological tracts written up to his day, although there are, of course, many ideas and techniques common to them all.

(Cairo: Government Press, 1928) p. 57. Ḥunain wrote the Greek word as *qirsūfthālmīyā* which suggests a Greek word from *kirsos* meaning an enlargement of a blood-vessel and *ophthalmia* a disease of the eye. Al-Rāzī, citing Ḥunain as a source, stated that the Greek name is derived from the word *al-dawālī*, apparently trying to define the transliterated Greek word given by Ḥunain (al-Rāzī, Abū Bakr Muḥammad ibn Zakarīyā, *Kitāb al-ḥāwī fī al-ṭibb, Rhazes' Liber Continens. An Encyclopedia of Medicine. Part II. On the Diseases of the Eye* (Hyderabad: Osmania Oriental Publication Bureau, 1374/1955) p. 145; see also Max Meyerhof, "Nachträge zur Geschichte des Begriffes Pannus", *Archiv für Geschichte der Medizin*, 20 (1928) 391. The Arabic word *al-dawālī* is an early technical medical term for varicosity; for examples of its use see P. de Koning, *Trois traités d'anatomie arabes par Muḥammad ibn Zakarīyya al-Rāzī, ʿAlī ibn al-ʿAbbās et ʿAlī ibn Sīnā* (Leiden; Brill, 1903) p. 817.

8. For texts and translations see ʿAlī ibn ʿĪsā al-Kaḥḥāl, *Tadhkiratu'l Kaḥḥālīn*, ed. by al-Hakim al-Sayyid Ghous Mohiuddin al-Sharafi (Hyderabad: Osmania Oriental Publication Bureau, 1964); Casey A. Wood, *Memorandum Book of a Tenth-Century Oculist for the Use of Modern Ophthalmologists* (Chicago: Northwestern University Press, 1936); *ʿAlī ibn ʿĪsā, Erinnerungsbuch für Augenärzte aus arabischen Handschriften*, trans. by J. Hirschberg and J. Lippert (*Die arabischen Augenärzte nach den Quellen bearbeitet*, I, Leipzig: Veit, 1904); and ʿAmmār ibn ʿAlī al-Mawṣilī, *Das Buch der Auswahl von den Augenkrankheiten*, trans. by J. Hirschberg (*Die arabischen Augenärzte nach den Quellen bearbeitet*, II, Leipzig: Veit, 1905) pp. 1-152.

with the liquid immediately before applying.[3] The previously mentioned article on Ibn al-Nafīs's drug therapy can be referred to for the particular recipes of the drug remedies which Ibn al-Nafīs mentions only by name in the following sections.

A brief word is necessary here concerning the conditions themselves. Trachoma (from the Greek *trachōmata* 'roughnesses') was well-known to both Greco-Roman and Islamic physicians. It was considered to consist of four stages and to be a disease of the eyelid.[4] Today it is viewed as a disease of the conjunctiva in which dense, hard-packed papillae form on the inner surface of the eyelid, resulting when untreated in several complications and sequelae. It was given the Arabic name *jarab* meaning 'scabies'. The condition known today as pterygium (from the Greek *pterygion* 'wing') is a triangular-shaped ingrowth of the conjunctiva onto either side of the cornea, most frequently on the nasal side. It was known to Greco-Roman physicians who classified it as a disease of the conjunctiva and described procedures for removing it surgically. The Arabic term for the condition is *ẓafara* 'pellicle'.

The first description we have of pannus is by the ninth-century physician Yūḥanna ibn Māsawaih.[5] By the tenth century Islamic physicians knew it to be always associated with trachoma. This invasion of the cornea by vessels from the limbus is indeed a secondary characteristic of trachoma. Occasionally the entire cornea becomes vascularized and the overlying corneal epithelium becomes irregular and shows small punctate ulcers.[6] The Arabic for it is *sabal* meaning 'rain', and the disease was classified by medieval Islamic physicians as a disease of the conjunctiva. There are no known Hellenistic or Byzantine sources which describe a condition which could be interpreted as pannus. However, the ninth-century oculist and translator. Ḥunain ibn Isḥāq stated that there was a Greek name for the condition.[7] The excision of pannus – a

3. For further discussion of the manufacture and use of various compound ocular remedies see Harald Nielsen, *Ancient Ophthalmological Agents* (Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium, Vol. 31, Odense, Odense University Press, 1974); Muḥammad ibn Qassūm ibn Aslam al-Ghāfiqī, *Al-Morchid fi'l-Kohhl ou Le Guide d'Oculistique*, trans. by Max Meyerhof (Barcelona: Laboratoires du Nord de l'Espagne, 1933) pp. 159-165; Paulus Aegineta, *The Seven Books of Paulus Aegineta*, trans. by Francis Adams (London: Sydenham Society, 1844) Vol. III, pp. 548-577; and E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.* See also J. Hirschberg, *Geschichte der Augenheilkunde, Buch I: Geschichte der Augenheilkunde im Altertum* (Vol. XII of 2nd ed. of Graefe-Saemisch, *Handbuch der gesamten Augenheilkunde*, Leipzig: Engelmann, 1899) pp. 232-242.

4. See Max Meyerhof, "The History of Trachoma Treatment in Antiquity and During the Arabic Middle Ages", *Bulletin de la Société d'Ophtalmologique d'Egypte*, 29 (1936), 25-87.

5. Max Meyerhof, "Neues zur Geschichte des Begriffes Pannus", *Archiv für Geschichte der Medizin*, 19 (1927), 240-252.

6. For all three conditions see Patrick D. Trevor-Roper, *The Eye and its Disorders* (Oxford/London: Blackwell, 1974) pp. 404-410 and 461.

7. Ḥunain ibn Isḥāq, *The Book of the Ten Treatises on the Eye Ascribed to Ḥunain ibn Isḥāq (809-877 A.D.). The Earliest Existing Systematic Textbook of Ophthalmology*, ed. and trans. by Max Meyerhof

The present study will consist of a translation and edited text of the conten for the entire treatise and three complete chapters concerned with the trea ment of trachoma, pannus, and pterygium. These three conditions were selecte as examples of ophthalmological techniques to be analyzed in detail in tl treatise by Ibn al-Nafīs because they were and still are today in the Ne East major causes of blindness, and because they illustrate some intricat surgical procedures as well as the general therapeutic principles used fo treating eye afflictions.

Pannus was recognized, at least by the tenth century A.D., as being characteristic companion of trachoma, while several thirteenth-century an later physicians including Ibn al-Nafīs clearly considered pterygium to b related to or a form of pannus, although today a direct relation between tra chomatous pannus and pterygium is not recognized. Islamic physicians recog nized trichiasis and entropion (ingrown eyelashes and rolled in eyelids) a sequelae of trachoma, but for the present only trachoma, trachomatous pannu and pterygium are dealt with here.

In an earlier article I translated the recipes for compound remedies fo these three diseases given by Ibn al-Nafīs in the formulary comprising a earlier chapter in his *Perfected Book on Ophthalmology*.[2] Throughout the fol lowing translations references will again be made to different compound drugs Among Islamic writers ocular remedies fell into two categories: a *kuḥl* (a ver fine powder) and a *shiyāf* (roughly translated as collyrium). The *kuḥls* wer of three types: the simple *kuḥl* applied to the eye with a probe (*mīl*), a *barū* (coolant) whose ingredients were considered cooling, and a *dharūr* (powder which was sprinkled on the eye without the use of a probe. The *shiyāf* had gun arabic or sarcocol as a base and was mixed with a plant juice, wine, vinegar rainwater, or other liquid. There were two classes of *shiyāf*, mild ones an acrid ones, while some were classified according to the action of their ingredi ents, such as caustic or cicatrizing or narcotic (usually if they contained opium) The *shiyāf* was customarily formed into a cake or bar for storage and mixe

2. Emilie Savage-Smith, "Drug Therapy in Trachoma and its Sequelae as presented by Ibn al-Nafīs' *Pharmacy in History*, 14 (1972), 95-110. In this earlier article I also translated selected paragraph of the three chapters given in their entirety here. The present study in several respects constitutes correction to those parts of the earlier article. Moreover, in translating portions of his Formulary inadvertently omitted two recipes specified as useful for pterygium. Among the Shiyāfs they numbe 26th and 27th in his listing. Their translation is as follows:

> [No. 26] The Qaiṣar (Caesar's) Shiyāf for pterygium. Its recipe: washed haematite 12 dirhams gum arabic and burnt copper 1 dirham each: burnt yellow vitriol and verdigris 2 dirhams each kneaded with fennel water. [No. 27] Shiyāf for pterygium; its recipe: washed haematite 3 dir hams; burnt copper 2 dirhams; coral and pearl ½ dirham each; gum arabic and gum tragacant 2½ dirhams each; pepper 4½ dāniqs; white lead 1 dirham; realgar, Dragon's blood, saffron and yellow amber, ½ dirham each; kneaded with chicken blood (*dam al-farārīkh*), dried an applied with milk of a wet nurse (*laban jārīya*: see note 74 below).

Ibn al-Nafīs's *Perfected Book on Ophthalmology* and His Treatment of Trachoma and Its Sequelae

EMILIE SAVAGE-SMITH*

THE THIRTEENTH-CENTURY SYRIAN-TRAINED OPHTHALMOLOGIST and chief of physicians in Cairo, Ibn al-Nafīs, is well-known to medical historians for the earliest description of the pulmonary circulation of the blood which he presented in his *Commentary on the Anatomy in Ibn Sīnā's Qānūn* (*Sharḥ tashrīḥ al-Qānūn*) and again in his *Commentary on the Entire Canon of Avicenna* (*Sharḥ al-Qānūn*). Ibn al-Nafīs, better known in the Islamic world by his *nisba* al-Qurashī, was an authority on religious law, logic, and theology, as well as a prolific writer of medical tracts. In addition to the commentaries on the *Qānūn* of Ibn Sīnā (Avicenna), he wrote a popular *Epitome of the Qānūn*, commentaries on the Hippocratic treatises *The Nature of Man* and *Epidemics*, a commentary on the *Questions on Medicine* written in the ninth century by Ḥunain ibn Isḥāq, a *Reference Book for Physicians*, and an extensive *Comprehensive Book on the Art of Medicine*, and *The Perfected Book on Ophthalmology*.[1]

In the latter treatise Ibn al-Nafīs presents a very thorough and systematic summary of ophthalmological practices in the thirteenth century, in which he presents some topics and approaches not to be found in the earlier literature.

*Gustave E. von Grunebaum Center for Near Eastern Studies, University of California, Los Angeles, California 90024. The author wishes to thank La Biblioteca Apostolica Vaticana and the Bibliothèque Nationale, Paris, for supplying copies of manuscripts used in this study and for permission to publish photographs and translations of portions of them. The examination of manuscripts at the Dār al-Kutub in Cairo was made possible by the Smithsonian Institution through the American Research Center in Egypt. The author also wishes to thank the staff of the Dār al-Kutub for its assistance and the Chester Beatty Library, Dublin, the Bayerische Staatsbibliothek, Munich, and the Cambridge University Library for supplying copies of manuscripts. These microfilms as well as other materials were made available with the support of a grant from the American Philosophical Society, Penrose Fund, Grant No. 5714. Most especially the author is grateful to Bruce G. Inksetter who carefully and painstakingly read the edited text and translation and generously offered suggestions. All errors, however, are the responsibility of the author.

1. For the life and writings of Ibn al-Nafīs see A. Z. Iskandar, "Ibn al-Nafīs", *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. IX, pp. 602-607, and Manfred Ullmann, *Medizin im Islam* (*Handbuch der Orientalistik* Erste Abteilung, Ergänzungsband VI, Abschnitt 1, Leiden: Brill, 1970) pp. 172-176 and 213. For a discussion of his full name and a translation of the 18 biographical sources regarding Ibn al-Nafīs see Max Meyerhof and Joseph Schacht, *The Theologus Autodidactus of Ibn al-Nafīs* (Oxford: Clarendon Press, 1968).

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

مسلمة المجريطي وكتاب ألفونس في إنشاء الأسطرلاب

خوليو سامسو

إن لمؤلفات ألفونس الفلكية والتنجيمية أهمية بالغة لدى مؤرخي العلوم العربية ، لا لأنها تنطوي أحياناً على ترجمات للمصادر العربية المفقودة وحسب ، وإنما لأنها تشهد على وسيع انتشار الكتب العربية الفلكية التي ترجمت إلى اللغات الرومانية (الناشئة عن اللاتينية) في القرن الثالث عشر . إن المفردات التقنية الجديدة التي ظهرت في اسبانيا إبان عصر ألفونس تأثرت تأثراً قوياً باللغة العربية ، بحيث إن النثر الفلكي الألفونسي كان يصعب فهمه في بعض الأحيان ما لم يترجم القارىء ذهنياً بعض العبارات إلى العربية . ومما يؤسف له أن هذه الكتب الألفونسية ما خلا جداول ألفونس لم تجذب اهتمام العلماء . ثم إن كثيراً من المصادر العربية « لكتب معرفة الفلك » (الاسبانية) لم تتحدد بعد .

وغرض هذا البحث اسهام متواضع في حل هذه المشكلة بتبيان أن واحداً من المصادر المباشرة أو غير المباشرة التي اعتمدت لتأليف أول كتابي ألفونس في الأسطرلاب المستوى هو على الأرجح الملاحظات التي كتبها مسلمة المجريطي (ت ٣٨٩ / ١٠٠٧) عن خريطة الكرة السماوية لبطليموس .

إن ما يهدف إليه كتابا ألفونس في الأسطرلاب المستوى هو إنشاء الأسطرلاب (في

٢٤ فصلاً) واستعماله (في ٥٨ فصلاً) . ولم يذكر لنا النص شيئاً عن المصادر التي اعتمدها . ولا نعرف أكان الكتابان مترجمين أم هما أصليان ، كما لا نعرف شيئاً عن اسم المؤلف أو المترجم ولا تاريخ التأليف الأصلي. إلا أنا نجد في فاتحة الكتاب مرجعاً إلى ترجمتين لألفونس سابقتين وهما : رسالة في الكرة السماوية (ترجمها حرفياً يهودا بن موشي وجوهان داسبا عام ١٢٥٩ ونقحت وزيدت عام ١٢٧٧) ، ورسالة في النجوم الثابتة (ترجمها يهودا عام ١٢٥٦) . فإذا ما استندنا إلى هذه المراجع قلنا إن كتابي ألفونس في الأسطرلاب المستوى قد كتبا بعد عام ١٢٥٩ ، وأمكن التساؤل عن يهودا أهو مترجم هذين الكتابين أم مؤلفهما ، وإن يكن يبدو في هذه المؤلفات كأنه المترجم الرئيس .

كتاب ألفونس في إنشاء الأسطرلاب المستوى موجز وواضح وقويم ، مما يبعث على الدهشة ما نراه من ملاحظة في الفصل الخامس « من أين يجب انطلاق دائرة البروج» الذي يمت بصلة إلى تقسيم دائرة بروج الاسطرلاب (دائرة الشمس الظاهرية) إلى إشارات ودرجات ....

وأول انطباع يتكون لدى قارىء نص ألفونس هو أن قوس GT يجب أن تكون مساوية لميل دائرة البروج لا لنصفه ، وستكون النقطة Q إسقاط القطب الشمالي على دائرة البروج ، أما PLQMN فتمثل قوساً لدائرة كبيرة متعامدة مع دائرة البروج . وسيكون إنشاء الأسطرلاب هذا شبيهاً بالانشاء الموصوف في الفصل الخامس عشر من خريطة الكرة السماوية لبطليموس ، ومع ذلك فإن ملاحظات مسلمة على مصنف بطليموس تلقي بعض الضوء على المسألة . فهو يصف ثلاثة إنشاءات مختلفةويبين أن غرضها إنما هو تقسيم البروج إلىعلامات (إشارات) ودرجات . وثالث هذه الإنشاءات يتفق كل الاتفاق مع إنشاء ألفونس ولكنه يزيد عليه شيئاً واحداً : ذلك أن مسلمة يعد قوس GR ضعف الميل ويحدد النقطة F بعد أن يعدها وقطب دائرة البروج شيئاً واحداً وحيداً ، بينما تعرف النقطة Q على أنها « قطب لدائرة عظيمة تقاطع مع دائرة معدل النهار على نقطتي GA وتقسم ما بين المنقلبين بنصفين » .

إن دور النقطة لا يتضح إلا إذا أخذنا بالحسبان نظرية سبق لمسلمة أن برهن عليها : إن الدائرتين العظيمتين GZA (دائرة البروج) و GBA (دائرة معدل النهار (الشكل الثاني)

تتقاطعان في النقطتين G ، A وأقطابهما المتعاقبة هي E,F . لنرسم الدائرة العظيمة GWA التي تمر خلال النقطتين A,G وتقسم القوس BZ إلى نصفين في نقطة W . فإذا رسمنا قوس الدائرة العظيمة QNYM أمكننا البرهنة بسهولة (كما فعل مسلمة) على أن GN = GM. مما يغدو معه واضحاً أن النقطة Q في الانشاء الألفونسي (شكل ١) ليست بإسقاط القطب الشمالي لدائرة البروج، وأن القوس PLQMN ليست بقوس الدائرة العظيمة المتعامدة على دائرة البروج. وما نبلغ الهدف من الانشاء إلا عندما تكون النقطتان N و P هما في واقع الأمر بدايات برجي التوأمين والقوس (الرامي) على الأسطرلاب . ويبدو تأثير مسلمة ههنا واضحاً إلى حد ما .

ويتلقى انطباعنا الأول هذا بعض التأكيد إذا ما نحن نظرنا في الفصل السادس من كتاب ألفونس « أين يجب وضع النجوم الثابتة في الشبكة » والذي يعالج اسقاط النجوم الثوابت على شبكة (عنكبوت) الأسطرلاب ، وذلك بعد إذ تعطى إحداثياتها الاعتدالية (أي على خط الاعتدال) . يصف مسلمة لذلك الغرض ثلاثة إنشاءات مختلفة ، وأحدها إنشاء ألفونس نفسه . ومع ذلك فإن الوضوح هنا أقل إقناعاً : يحل الفصل الأول من خريطة الكرة السماوية لبطليموس وبالطريقة نفسها مشكلة إيجاد الاسقاط الاستيريوغرافي (التصوير المجسامي) لنقطة ما وذلك بعد معرفة صعودها وانحدارها . ويجب علينا أيضاً أن نضع نصب أعيننا أن كتاب ألفونس وملاحظات مسلمة على خريطة الكرة السماوية لبطليموس تستخدم ٢٤° وتعدها قيمة ميلان خط البروج ، على الرغم من أن هذه الضلع القائمة تستخدم أيضاً (مع ٢٣؛٥١° ٢٣؛٥١,٢٠°) في خريطة الكرة السماوية . إن السبب البين الذي دفع بطليموس إلى استخدام ٢٤° ($24^{\circ} = 2$) هو أن للعدد (٢٤) قواسم مشتركة مع العدد (٣٠) وهي (٢ ، ٦ ، ٣) . ونستطيع بذلك استخدام العدد نفسه من التقسيمات للبروج والدرجات الاعتدالية (خط الاعتدال) .

ويشتمل الفصل التاسع من كتاب ألفونس « أين يجب أن ينشأ السمت » على بينة أخرى دالة على تأثير مسلمة . فإذا ما قارنا بدايات النصين كليهما (النص الأسباني ونص مسلمة) عن هذا الانشاء رأينا أنا لا نستطيع أن نزعم أن مقطع ألفونس إنما ترجم عن مسلمة ، إلا أن هناك عناصر مشتركة في النصين تكفي للقول بإقتراح وجود تأثير ما . وأحد هذه العناصر أن النص الاسباني يشير بوضوح إلى أن هناك ثلاثة إنشاءات مختلفة تستخدم لتأكيد تقسيم دائرة البروج ، وهذا ما نراه في ملاحظات مسلمة لا في كتاب الأسطرلاب المستوى ، ذلك

بأن هذا الكتاب لا ينطوي ، كما رأينا ، إلا على واحد من إنشاءات مسلمة . ونجد لهذه البينة توكيداً آخر إذا ما درسنا الانشاء الذي يصطنعه الفصل التاسع من هذا الكتاب لكي يقسم إسقاط الأفق بحسب الزوايا السمتية . وما هذا إلا واحد من الانشاءات الثلاثة التي وضعها مسلمة للغرض نفسه وهو يشبه كل الشبه المنهج الذي سقنا صفته من قبل وما يستخدم له من تقسيم إسقاط دائرة البروج .

وهذا كله لقمين أن يدعونا إلى طرح اقتراح مؤداه أن ملاحظات مسلمة إن هي إلا مصدر من المصادر المباشرة أو غير المباشرة التي اعتمدها المؤلف الألفونسي . ومن الواضح البين أن مؤلف كتاب الاسطرلاب المستوى ، وهو ليس بترجمة ، قد استند إلى مصادر أخرى أيضاً ، ذلك أن ملاحظات مسلمة ليست رسالة كاملة في انشاء الأسطرلاب واستخدامه. فإذا ما اثبتت بينات متبلات أن كتاب ألفونس قد ترجم عن العربية فإنا نعتقد أن مصدر الترجمة قد يكون كتاب ابن السمح المفقود في إنشاء الأسطرلاب . ومن الجدير ذكره أن ابن السمح وابن الصغار هما تلميذا مسلمة، وربما عمد الأول منهما إلى رسالة أستاذه في إنشاء الاسطرلاب فاصطنعها وتوسع في اصطناعها ، هذا فضلاً عن أنه كان مؤلفاً يعرفه فلكيو البلاط الألفونسي كل المعرفة .



علم الأجنة لدى يوحنا بن ماسويه

أورسولا ڤايسر

ولد أبو زكريا يوحنا بن ماسويه عام ١٦١ هـ / ٧٧٧ م ، وينسب إليه أصحاب التراجم كتابين طبيين وأكثر من أربعين رسالة في موضوعات شتى. وهي تعتمد في المقام الأول على ترجمات سريانية لكتب بيزنطية . ومن بين كتبه التي لم يصلنا إلا جزء منها كتاب صغير بعنوان « المقالة في الجنين وكونه في الرحم » . ولم يكن الطب وحده يقصر اهتمامه على التناسل ونشوء الجنين بل كانت تقاسمه ذلك الاهتمام الفلسفة الطبيعية . وكانت المعرفة

التجريبية لتطور الجنين مقصورة على وقائع غير تامة وعرضية تكتسب بفحص المجهض وتشريح الحبلة من الحيوانات. فاضطر العلماء، ابتغاء بلوغ تفهم عقلي دراك لقوانين التناسل، أن يعوضوا عن ندرة الوقائع ومعطيات الملاحظة بالتفكر والاستنتاج بالمقايسة . وهذا ما ينطبق بخاصة على تحديد مراحل النمو قبل الولادة ومدتها . ذلك أن ما يلاحظ على الحيوان هنا لا يمكن نقله إلى الإنسان بسبب اختلاف أطوال (مدة) الحمل . ومزية علم الأجنة اليوناني القديم تتمثل في محاولته ملاءمة هذه المعطيات الايجابية عن هذه المدد ضمن مخططات عددية تهيأت في الأغلب بالتشابه مع نماذج منتظمة اكتشفت في ظاهرات طبيعية أخرى. إلا أن معظم هذه الطرائق تنحرف عن الحقيقة بسبب من ضعف أساسها التجربي وطابع حجبها القَبْلي (a priori) .

وقد قل الاهتمام بالمعطيات العددية للحمل في العصور الهلينية ، ذلك أن الأطباء يقرون الآن أن الاختلافات الفردية في طول الحمل قد أفضت إلى عجز المعرفة التجريبية المتاحة عن صياغة نظرية عددية صحيحة لنشوء الجنين . ولما كان العرب هم أوائل من اطلعوا على ما أتى به سابقوهم من علوم ، كان ذلك مدعاة إلى أن نقع في الأدب الطبي العربي القديم على تفضيل معين لحسابات مراحل تكون الجنين في الرحم . والواقع أن رسالة ابن ماسويه تعطينا فكرة جيدة عن هذا الاتجاه من التفكير في علم الأجنة الذي كان سائداً في العصور الاسلامية الأولى والذي كان يعالج بإيجاز فيزيولوجية نشوء الجنين معتمداً في المحل الأول على رسائل أبو قراط في « الولادة » « وطبيعة الطفل » وعلى رسالة جالينوس في « المني » ، بينما خصص القسم الأكبر من النص لأدوار الحمل وتكون الجنين في الرحم وتبيانها بحجج نظرية العدد .

يقول ابن ماسويه بدءاً إن الجنين يتكون من حيوانين منويين مذكر ومؤنث يختلطان في الرحم. وهو قد اتبع جالينوس في رأيه القائل إن وظيفة المبيضات شبيهة بخصيتي الرجل، فهي بذلك تفرز منياً يحمل إلى الرحم بوساطة أنابيب الرحم التي شبهت بالمجاري المنوية الذكرية، هذا بعد أن طال النقاش في الطريقة التي يسهم بها الذكر والأنثى في التناسل في علم الأجنة اليوناني ، فجماعة من العلماء قالت إن الأنثى تقوم بوظيفة غذائية محض فضلاً عن أنها تمد الجنين بالمكان ، بينما يزعم آخرون أن كلا الجنسين يفرز منياً . وفضلاً عن ذلك فإن ابن ماسويه اتبع جالينوس في قوله إن مني الجنسين ليسا متماثلين كل التماثل ،

ذلك بأن المني الذكري أكثر فعالية بسبب تماسكه الأكبر في حين أن مني المرأة رقيق يشبه مني الخصيان . وهذا الاختلاف إنما يفسر اختلافاً في الوظيفة : فمني المرأة يغذي المني الذكري في أثناء الأيام الخمسة الأولى بعد الحمل ، ثم يتغذى الجنين بعد ذلك بدم حيض الأم ، وذلك لأن المني الذكري في بداية أمره ليس بذي قوة كافية لهضم الدم مما يضطره إلى التغذي بالمني الأنثوي وهو مادة أقرب بطبيعتها إليه من الدم .

ثم تتشكل أغشية ثلاثة حول المني : الأول هو المشيمة المؤلفة من الشرايين والأوردة التي تنقل دم الأم إلى الجنين . والثاني هو الغشاء اللفائفي وما وجد إلا ليجمع بول الجنين، أما الغشاء الثالث فأشبه بوعاء يجمع عرقه . وكل ذلك إنما يصدي أقوال جالينوس بإيجاز يحذف خصائص التكون . وكان الأطباء اليونان وفلاسفتهم يؤكدون على الرأي الذي يزعم أن الذكور ينمون بأسرع مما تنمو الإناث ، ذلك أن ملامحهم الخارجية تتكون في وقت أبكر ولكنها تنحرف في الوقت الذي يبلغ فيه الجنسان المظهر الانساني . إن أرقام ابن ماسويه لمرحلتي التكون والنشوء تشبه ما اقترح المؤلف الأبوقراطي لكتاب « في طبيعة الطفل » من أرقام (أعداد) ، وهي ثلاثون يوماً للذكور وأربعون يوماً للإناث . ويرى ابن ماسويه أن السبب العام للاختلاف يكمن في أن طبيعة الإناث أقرب إلى المادة من حيث الانفعال ، وما ينمون ببطء إلا بسبب انفعالهن كالمادة ، بينما لا يتأثر الذكور بعطالة المادة ، فهم يشبهون الصورة التي هي المبدأ الفعال للعالم . هذه الحجة مشتقة من التعارض الأرسطي بين الصورة والمادة كعلل عامة للكون . وتعني هذه الطريقة الثنائية للنشوء والنماء أن مساهمة الأنثى في التناسل متصلة بالمادة التي يتشكل منها الجنين (أي دم الحيض) ، بينما المني الذي ينقل المبدأ الديناميكي ويمنح المادة التي تقدمها المرأة القدرة على النماء (التطور) إنما يجيء من الذكر وحسب . إلا أن حجة المادة والصورة لا تتفق مع مفهوم ابن ماسويه الأساسي عن التناسل لما قاله من عزو تولد المني إلى الجنسين معاً .

إن الدعوى القائلة بالأيام الثلاثين والأربعين لأوقات النشوء مستندة إلى حجج عزيت إلى فيثاغورس ولم نجد لها أثراً في الأدب الطبي الجاهلي ... وكان الفرد يعد ذكراً والزوج أنثى ، وأما أن الفرد يسبق الزوج في تسلسل الأعداد فتلك بينة إضافية على أن الذكر الذي يناسب المفرد يتقدم الأنثى في اكتمال الشكل الجسمي ...

ثم إن الاختلاف نفسه بين الذكر والأنثى يلاحظ في تاريخ الحركة الأولى التي يبديها

الجنين في الرحم ، فهي تحدث عادة لدى الذكور بعد مضي ثلاثة أشهر على الحمل في حين تحدث لدى الإناث بعد مضي أربعة أشهر ، وهي أرقام اقتبست من مجموعة أبوقراط أيضاً. وابن ماسويه يشرح ذلك مستعيناً بالمذهب المشهور القائل إن الكائن الحي المذكر يمتلك قدراً أكبر من الحرارة ، وهي سبب سرعة نمو الذكور . وقد اصطنع الحجة نفسها جالينوس لتفسير الاختلاف في مراحل التكون أو النشوء . ويمكن القول بعامة إن الحركة الأولى تحدث بعد مضي ثلث مدة الحمل ، وهو قول مبني على الاعتقاد الأبوقراطي أن الأزمنة التي تنقضي منذ بداية الحمل حتى الحركة الأولى ومن هذه حتى الولادة إنما تجري بنسبة ١ إلى ٣ . ويقال إن هناك ثلاثة أنواع من المني تتميز في سرعة النمو ، وثلاثة أزمنة تناسبها وهي الشهر السابع والتاسع والعاشر . أما الطفل المولود قبل الانقضاء التام للزمن المناسب له فيغلب عليه ضعف البنية . والحقيقة أن لهذه المراحل الثلاث صلة بالعدد بالمعنى الفيثاغوري ، إذ كان العدد يعد مبدأ النظام الكوني. وقد أفضى العقد إلى شكل معقد من الحساب سمي بلاهوت الأعداد. وموضوعه خصائص الأعداد العشرة الصحيحة الأولى ومعانيها العميقة بحيث ترتبط خصائصها الرياضية بالفضائل الفيزيائية للأشياء المعدودة بها ، مما فسر معه التوازي على أنه هوية والتوافق على أنه سببية ، وهذا ما يبين ألوهية هذه الأعداد وأهميتها من أجل بناء الكون .

اقتبس ابن ماسويه من الرمزية العددية الفيثاغورية مفهوم التناسل من أجل تفسير فضائل الرقم (٧) ، وهو أول مدة ممكنة لولادة كائن حي ما ، ولهذه الرمزية جانبان : المولِد والمتولد ، فإذا صنفنا أعداد العقد بحسب هذين الجانبين وجدنا ثلاثة ضروب مختلفة . هناك عدد لا يتولد ولكنه يولد وهو العدد (٥) الذي إذا ما تضاعف انتج العدد (١٠) وهو ليس مضاعف العدد (٢) لكونه مفرداً : أما العدد (٤) فهو مولد ومتولد لأنه ضعف العدد (٢) وينتج بمضاعفته العدد (٨) : أما العدد (٧) فهو غير متولد لفرديته إلا أنه يضاعف ، وهو ليس بمولد لأن مضاعفه العدد (١٤) لا يقع في مجال العقد الأول. فالعدد (٧) إذن هو أكثر الأعداد مناسبة ومواءمة لقياس مدة النماء الجنيني وذلك بسبب وقوعه ما وراء جانبي النشوء .

أما مدة الأشهر التسعة فتستند إلى العدد الفردي الأول (٣) ، وامتيازه يتضح من السمو الجوهري للأعداد الفردية إذا ما قيست إلى الأعداد الزوجية ، والطفل المولود بعد

المدة المقاسة بالعدد (٩) سيكون سليماً وخلواً من كل أذى . أما الشهور العشرة فهي أفضل مدة للولادة لأنها تلائم أكمل عدد .

ثم يعود ابن ماسويه إلى الأسباب الفيزيولوجية للولادة مستشهداً بقول لأبوقراط مؤداه أن الولادة تحدث بفعالية يقوم بها الطفل ، ذلك أنه لكبره يحتاج إلى قدر من الطعام أكبر مما يستطيع أن يقدمه له الرحم ولذلك يسعى إلى الخروج من أجل الحصول على غذاء كافٍ ، ويتولد من حركته العنيفة تمزق للأغشية التي كانت تدعمه في الرحم. ثم يلتفت ابن ماسويه بعد بحثه في الولادة إلى الاختلاف الحادث بين الأعضاء الأساسية فيقول إن المني ينتفخ بعد مضي أربع وعشرين ساعة على بداية الحمل ويحدث شق في منتصفه تنمو منه السرة، وما تتشكل السرة والحبل المشيمي في البداية إلا لأنهما يقومان بتغذية الجنين . ويتشكل القلب بعد ذلك لأنه مصدر الحرارة الفطرية أي مركز الحياة نفسها ، ثم يليه الدماغ والنخاع الشوكي الذي يتولد منه الحركة والادراك الحسي ... أما الأعضاء الأخرى فلم تعالج بالتفصيل .

أما الفصل الأخير من المقالة فيتخذ له موضوعاً الأطوال الدقيقة لمراحل النمو المتعاقبة والتي صنفت لأطفال تبلغ أعمارهم الأشهر السبعة والثمانية والتسعة والعشرة . وهو يعتمد بعض الاعتماد على مقطع في كتاب أبوقراط « في التغذية » ويميز ثلاث مراحل تمتد الأولى من بداية الحمل حتى التشكل ثم الثانية من التشكل حتى الحركة الأولى أما الثالثة فمن الحركة الأولى حتى الولادة . والأرقام الموضوعة لكل مرحلة تشكل نسباً محددة ثابتة لكل ضرب من ضروب الحمل الأربعة. فمثل المرحلة الأولى بالنسبة إلى الثانية كمثل ١ بالنسبة إلى ٢ ومثل الثانية إلى الثالثة كمثل ١ إلى ٣ . وقد عدل ابن ماسويه النموذج الأبوقراطي فقسم المرحلة الأولى إلى أربع خطوات، وعرف فيها المني في مراحله بقوله إنه يشبه الرغوة والدم ومضغة اللحم ثم تتم صورته. وهذا التقسيم يماثل تقسيم جالينوس وأثيناوس الأتالي على الرغم من الاختلاف الطفيف في تعريفهما للمراحل الأربع . وجالينوس لم يدل بقيم معينة لأطوالهما ، أما أرقام أثيناوس فتستند إلى سلسلة تساعية ، أي أن كل مرحلة تشتمل على تسعة أيام . أما ابن ماسويه فيصطنع نسبة عددية أخرى ، وهذه المحاولات جميعاً ترجع إلى مصادر فيثاغورية في لاهوت الأعداد ...

إن علم الأجنة الفيثاغوري لا يأخذ بالحسبان إلا مرحلتين مختلفتين للحمل وهما سبعة أشهر وتسعة أشهر ، فإذا ما شئنا حساب مراحل النمو عمدنا إلى النحو التالي وصدرنا

المجموعتين كلتيهما بالعدد (٦) لأنه عدد تام . أما الحد الأقصى للحمل الأدنى فهو العدد (١٢) ونحصل عليه بمضاعفة العدد الأساسي وبإحلال النسبتين المتوسطتين الانسجامية (٨) والعددية (١٢) محل الاختلاف بين الحدين . فإذا ثلثنا العدد (٦) من أجل الحمل الأكبر حصلنا على الحد الأكبر (١٨) والحدين الأوسطين (٩) (الانسجامي) و ١٢ (العددي) وفي كل مرة يحسب تاريخ الـــولادة بضرب مبلـــغ الحـــدود الأربعـــة (أي ٣٥ أو ٤٥) في القاعدة (٦) ، وينجم عن ذلك ٢١٠ أيام أو ٢٧٠ يوماً أي سبعة أشهر أو تسعة أشهر على التوالي .

إن الأرقام المعزوة إلى الأطفال الذين يبلغون الأشهر الثمانية أو العشرة لا تتفق بشكل واضح مع الخطة الفيثاغورية . وما يثبت ذلك أن الحدود الكبرى يمكن أن تعد مضاعفات للعدد الأساسي (٦) ، أما الحدود الوسطى فلا تظهر تلك الخصائص الفردية التي يقتضيها التناسب الفيثاغوري . ومن البين كل التبيان أنها لم تتخذ إلا لكي تناسب المقادير (٤٠) و(٥٠) التي حددها التقليد الطبي ، وكيما تظل أقرب ما يكون القرب إلى حدود الحد الأصغر والأعظم . ويمكن القول إنها إنما أضافها طبيب كان اهتمامه منصرفاً إلى إتمام معطيات النموذج الأبوقراطي بأكثر مما هو منصب على البحث عن التماسك الرياضي . بل إنه ربما لم يفهم القاعدة التي يستند إليها التسلسل العددي الفيثاغوري .

لا شك أن ابن ماسويه لم يقم بدمج النظرة إلى العدد كما وردت في علم الأجنة الفيثاغوري في صلب التقليد الطبي المستقى من أبوقراط . فقد نقل النظرية نفسها ، مع شيء من الاختلاف في أسلوب التعبير ، البلدي (في القرن العاشر الميلادي) وذلك بالاستناد إلى بولس الإيجي (وهو طبيب بيزنطي كان يعيش في الاسكندرية في زمن الفتح العربي لمصر عام ٦٤١) . وكان العرب يعدون بولس مرجعاً في علم الولادة فكانوا يلقبونه بالقوابلي . ولم يبقَ من مؤلفاته إلا خلاصة يونانية لم يعالج فيها باسهاب علم الأجنة . لم يذكر البلدي عنوان مصدره وإن يكن من المحتمل أنه مستوحى من مقطع من كتاب مفقود لبولس . وقد يستنتج من التطابق الوثيق بين نصي البلدي وابن ماسويه ، مما يدل على أن لهما جميعاً مصدراً مشتركاً ، أنه قد استقى الفصل الأخير من مقالته من بولس .

إن ما كتبه ابن ماسويه لا يقدم عرضاً كاملاً لما تيسر من معرفة عن علم الأجنة ولا

يشتمل على مناقشة لمختلف الآراء في الموضوعات المطروحة ولا ينطوي على أية وجهة نظر مستقلة للمؤلف عن الموضوع بحيث إنها لا يمكن أن تعد إسهاماً أصيلاً . وما قصد ابن ماسويه إلا أن يقدم كتاباً شاملاً يجمع المذاهب المعروفة في المشكلات الرئيسة لنشوء الجنين والتي كان لها بعض القبول بعامة . وتستند تعاليمه الفيزيولوجية في المقام الأول إلى أبوقراط وجالينوس. ويمكن القول إنه لم يحصل هذه المواد من الأصل من طريق مباشرة بل اصطنع خلاصات وافية في علم الأجنة على نحو تأليفي يجمع بين رأسي الطب اليوناني . ولا ننس تأثره بالفيثاغورية لما أخذه عن بولس وغيره (دون استطاعتنا الجزم بذلك) كما لا نستطيع تحديد مصدر المذاهب العددية التي اعتمدها بسبب من إيجاز المقاطع .

إن قيمة علم الأجنة لدى ابن ماسويه ، إذا ما قيس إلى تاريخ الطب العام ، إنما تكمن في المحل الأول في أنه احتفظ لنا ببعض الآثار من تقاليد علم أجنة العصور القديمة المتأخرة التي لم ترد في النصوص اليونانية الباقية (فيما بقي من نصوص يونانية) . وهكذا نعلم أن الأطباء البيزنطيين لم يحيوا ، قبل الفتح العربي بقليل ، التقديرات العددية التي جاءت في علم الأجنة الطبي الأقدم والتي اهملت إلى درجة ما خلال العصر الهليني ، وأنهم ، بالاضافة إلى ذلك ، أحلوا محل التقليد الطبي مفهومات رياضية (حسابية) ذات أصل فيثاغوري جديد وهي مفهومات ترجع إلى الميل العام في ذلك الزمن إلى صوفية العدد .

إن نظرة نلقيها على التطور اللاحق لعلم الأجنة في الاسلام تطالعنا على أن غلبة المشكلات التي لها صلة بمدة الحمل ومراحل النمو قبل الولادة ، كما كان سائداً لدى ابن ماسويه وغيره من علماء المرحلة الأولى ، قد تضاءلت لدى مؤلفي العصر الكلاسيكي كالرازي وابن سينا وعلي بن العباس المجوسي . وعلى الرغم من أن هؤلاء لم يغفلوا كل الإغفال الأعداد التقليدية فإنهم يذكرونها عرضاً في حين يتوجهون باهتمامهم الأكبر إلى الجانب الفيزيولوجي لتكون الجنين . مما نرى معه أن اتجاههم أقرب إلى إتجاه الأطباء الهلينيين كجالينوس مما هو إلى أسلافهم العرب .



جداول ابن مجدي لحساب التقويم الفلكي

د. كينج ، ا. س. كندي

تصف هذه الدراسة فئة من الجداول الفلكية التي ترجع إلى أواخر القرون الوسطى والتي لم يعرها مؤرخو العلوم اهتماماً حتى وقتنا الحاضر ، في حين لقيت قبلها مجموعة من الأعمال التي تمت بوشيجة إليها عناية في الأدب وانتشاراً إلا أنها لم تطبق إلا على الشمس والقمر . ولقد استخدم المنشيء المجهول للجداول القمرية نصاً بابلياً قديماً ابتغاء انجاز تقنية غرضها الحصول السريع على مجموعة من خطوط الطول للقمر . ومن المظنون به أن الفلكي المصري ابن المجدي كان يعرف هذه الجداول القمرية فطبق المفهوم الأساسي نفسه على حساب مواقع الكواكب أيضاً. مما يستبين معه كيف كان علماء الاسلام في القرون الوسطى يسعون دائماً، دون التلاعب بالنماذج المجردة الأساسية لبطليموس، إلى تسهيل حسابات من يمارس الفلك والتنجيم من الناس .

ألف ابن المجدي ما ينوف على الثلاثين رسالة في الفلك والرياضيات. وأما أشهر أعماله الفلكية فجداوله الكوكبية المسماة « الدر اليتيم » وهي موضوع بحثنا هذا .

ولنقل بدءاً إن هناك التباساً كبيراً يحيط بما كان لابن المجدي في هذه الجداول من سهم . ذلك بأن مصادر المخطوطة لا تقرر على نحو واضح اسم المؤلف الحقيقي لمجموعة جداول الشمس والقمر والنجوم والتي تستند إلى منهج الدر اليتيم ، إلا أنا نعتقد أن ابن المجدي كان صاحب جداول الشمس والقمر وحدها ؛ وأنه وضع الأسس العددية لحساب جداول مشابهة للكواكب ، إلا أن الجداول نفسها لم يؤلفها إلا فلكيون جاؤوا بعده. وهذه كلها ليست ضرباً بطليموسياً من القياس يبين الحركات الوسطى والمعادلات ، كما أنها لا تمثل التطور الاسلامي الخاص بهذه الحركات في شكل جداول لمعادلة تدخل فيها إزاحة زاوية معينة يمكن اشتقاقها مباشرة من جداول الحركة المتوسطة . إن جداول ابن المجدي إن هي إلا جداول ثانوية تستخدم ابتغاء تصنيف التقاويم الفلكية ، أي أنها جداول تبين مواقع القمر والشمس والكواكب في كل يوم من أيام السنة ، وقد كانت تستخدم في مصر على نطاق واسع حتى القرن التاسع عشر .

إن هناك مبدأً مشتركاً بين تقنية جميع الكواكب والقمر (المقطع الثاني)، إلا أنا نحتاج إلى ثلاث فئات من الجداول إذا ما شئنا تطبيق التقنية على الكواكب (تدرس في المقاطع الثلاثة التالية) . وهذه الجداول تشتمل على أعمدة لتحديد النهار الذي يحسب من أجله خط الطول . فإذا كان هناك اختلاف بين جداول نموذج الشمس وجداول نماذج القمر والكواكب فلأن النموذج الشمسي أبسط في جوهره من النموذجين الآخرين .

المبدأ الأساسي للجداول الكوكبية

إن قياس خط طول كوكب معين في لحظة محددة بحسب جداول من نمط المجسطي ، إذا ما توفرت هذه، شيء ممل ومعقد وصعب ، ذلك أن التوابع مثلثاتية، أي دورية ، وتركيبها من أجل تشكيل ة ممل ومعقد ويحتاج إلى استيفاء تام واختيار مناسب للرموز. فمن يود حساب مجموعة من المواقع الكوكبية في ظهور متتابعة خــلال عشرة أيام عليه أن يعيد العملية كاملة منذ البداية من اجل كل ظهر .

أما من يستخدم جداول ابن المجدي فيستطيع تجنب هذه المصاعب إذا ما التجأ إلى الوقائع التالية : يمكن ايجاد دورة طويلة لكل فلك (سيار) وهذه الدورة تتكون من عدد صحيح من الأيام وهو العدد الذي يقيس بدقة كبيرة عدداً تاماً من الدورات الحصية للكواكب . فإذا ما اخترنا يوماً فيه الازاحة الزاوية الحصية γ صغيرة ثم نظرنا في مجموعة الأيام المنفصلة عن اليوم المختار بمضاعفات تامة للدورة الكبرى (شكل ١) ، وفي كل من هذه الأيام ستكون γ صغيرة أيضاً بسبب وجود الدورة الكبرى ، ثم قسمنا الدورة الكبرى إلى دورات أصغر تمثل مجموعة الأقمار فإنا نرى أن γ مرت خلال ٣٦٠° في الساعات الأربع والعشرين السابقة لكل منها . أي أن كلاً من التقسيمات الثانوية بين العلامات المنجمة المتتالية على الشكل يبين القمر الأول في دورة حصية جديدة . إن التغير في γ بين أي تقسيم ثانوي والعلامة المنجمة السابقة لا يمكن أن يتعدى الحركة الحصية في يوم واحد . مما ينجم عنه وعن الوضع الأصيل للعلامات المنجمة أن تكون قيمة γ صغيرة في جميع التقسيمات .

وقد تم حساب ثلاث مجموعات من الجداول .

١ ــ جدول الأيام الذي يتيح للممارس أن يحول يوماً معطى بالتاريخ الهجري إلى عدد (d) يبين الأيام التي انقضت منذ الهجرة .

٢ ــ جدول الحركات المتوسطة في جزئين لكل كوكب ويعطي جزؤه الأول قيم d لكل قمر .

٣ ــ جدول $\Delta\lambda$ لكل كوكب سيار وهو يعطي التزايد في خط الطول ليضاف إلى خط الطول المتوسط في بداية دورة خاصة وذلك كيما تحوله إلى خطوط طول صحيحة للمدة التالية من الأيام . وهناك ثلاثة متغيرات مستقلة : ١ ــ الأيام المنقضية ضمن الدورة ٢ ــ قيم المركز α في بداية الدورة ٣ ــ الخاصة γ في الوقت نفسه . ونحن نسمي هذا الضرب الثالث من الجداول ازدياداً لا معادلة .

جدول الأيام :

يطبق جدول واحد لتحديد جميع الكواكب ، وهو جدول أيام المسير للكواكب ، فإذا ما أعطينا تاريخاً هجرياً فإن الجدول يبين بالنظام الستيني عدد الأيام التي انقضت منذ وقت الهجرة حتى التاريخ المسؤول عنه . وهناك مقطعان : واحد للسنوات المجموعة وآخر للسنوات المبسوطة . فأما الازاحة الزاوية للمجموعة فهي : $30\,(k + n)$; $n = 0,1,2,...r,$ ، حيث r, k ، أعداد طبيعية مناسبة تغطي في مدد الدورة الهجرية لثلاثين عاماً مدى التطبيق الممكن للجدول . أما المقطع المبسوط فيعطينا عدد الأيام في عدد من السنوات الهجرية وفي الأشهر المتعاقبة للسنة وينتهي بـ ٥,٥٤ (= ٣٥٤) للأشهر الاثني عشر للسنة العادية و ٥,٥٥ للسنة الكبيسة . وطريقة استخدام الجدول واضحة بينة إذ ينبغي الحصول على ثلاثة بنود من أجل تاريخ معين : البند المقابل للإزاحة الزاوية العظمى في المقطع المجموع وهي أدنى من السنة المعطاة أو مساوية لها ، البند المقابل في المقطع المبسوط لتجاوز السنة المعطاة للبند المختار ــ البند المقابل للشهر المعطى في التاريخ المعطى . ونضيف إلى مجموع هذه البنود الأيام المنقضية من الشهر المعطى في التاريخ ، والمجموع الناجم d يمثل عدد الأيام التي انقضت منذ وقت الهجرة .

جداول الحركة الكوكبية المتوسطة : لكل كوكب مقطعان : الأول مبسوط ويعطي عدد الأيام التي أنقضت منذ وقت الهجرة حتى اليوم الأول لكل دورة مجدولة ، أما الثاني فمجموع ويعطي عدد الأيام التي انقضت منذ بداية الدورة الكبرى حتى اليوم الأول

للدورات الحصية المتتالية . وتبين البنود الثلاثة المقابلة لكل رقم (يوم) متغيرات المتوسط والخاصة والمركز خلال العدد الخاص للدورات الحصية .

جداول الازدياد الكوكبي : إن تصميم جداول الازدياد قد جعل بحيث ينزل على كل صفحة عمود إلى يمين الجدول ، مما نرى معه أنه ما إن يجد المستعمل لهذه الجداول $\Delta\lambda$ الصحيحة من أجل يوم خاص فإنه سيجد $\Delta\lambda$ للأيام العشرة التالية لليوم الذي أوجده من قبل ... وهذا ما يلائم بصورة خاصة حساب الأزمنة التقويمية الفلكية .

ثم إن المبادىء التي استخدمت في الجداول الكوكبية تستخدم أيضاً في الجداول القمرية حيث يحل الامتداد المزدوج η 2 محل α (المركز) وتبلغ الدورة الطويلة ٥١،٣١ يوماً أي ما يعادل ١،٥٠ شهراً حصياً وحيث تقدر الحركة اليومية لـ γ بـ ١٣° . وقد اختيرت النقاط الأولى للدورات الطويلة بحيث تكون عندها γ صغيرة، مما نرى معه أن γ في النقاط الأولى للفترات القصيرة لأقدار الأيام التي تبدأ فيها الشهور الحصية المتتالية لن تكون بقدر ١٤ درجة .

فإذا أردنا إقامة جدول لحركة الشمس المتوسطة رأينا أن للشمس معادلة واحدة ، في حين أن للكواكب والقمر معادلتين ، مما يفضي إلى اختلاف جداول الشمس عن الجداول الأخرى . إن جدول حركة الشمس المتوسطة يشتمل على مقطعين ولكل ثلاثة أعمدة وبنودها هي : ١ – الأيام الكاملة ، وإزاحة الجدول الزاوية ٢ – مواقع الشمس المتوسطة أو حركاتها ٣ – إزاحة زاوية الخاصة الشمسية. ويسمى أحد المقطعين مجموعاً ويسمى الآخر مبسوطاً (ممدوداً) ، ويمثل البند الأول من العمود الأول في المقطع المجموع عدد الأيام التي انقضت منذ اليوم المعطى في التأريخ ، ومن هنا يجيء تناسبه مع تأريخ محدد . وقد تستنبط البنود التالية في عمود الأيام من إضافة ٣٥ سنة جوليانية (وتشتمل السنة الجوليانية على ٣٥٦ يوماً و ٤/١ اليوم) . إن البنود المناسبة في أعمدة المتوسط والخاصة تبين مواقع الشمس المتوسطة وخاصتها في الازديادات المتتالية للسنوات الخمس والثلاثين المشار إليها . ويبدو أن سبب اختيار هذه المدة الخاصة هو أن الحركة الحصية خلال هذا الزمن تقرب كل القرب من عدد كامل من الدورات. ويمثل المقطع المبسوط للجدول في العمود الأول عدداً من الأيام في عدد من السنوات الجوليانية ابتداء من سنة كبيسة ثم ندخل إضافة مماثلة بعد ذلك كل أربع سنوات ،

ويعطينا العمود الثاني قدر الحركة الشمسية المتوسطة في هذه الأزمنة . أما العمود الثالث فيعطينا مقدار الحركة الحصية وهي أقل من درجة في اليوم ...

أما جدول الازدياد الشمسي فيسمى جدول تعادل الشمس وله ازاحتـــان زاويتان : واحدة تسمى فاضل الأيام والثانية تسمى مجموعة وتشتمل على قيم الازاحة الزاوية الحصية الشمسية γ . إن خط الطول الشمسي الصحيح هو :

$$\lambda = \bar{\lambda} + e$$

حيث تمثل λ خط الطول الوسطي ، الدالة الخطية للزمن ، وتمثل e معادلة الشمس ، الدالة على شكل منحنى جيبي لقيمة الذروة الصغيرة المحاذية للمحور الأفقي على الشكل (٢) . e دورية وكل دورة تستغرق سنة . بل إن دورتها على وجه أدق هي الزمن الذي تقتضيه الازاحة الزاوية الحصية كيما تجري خلال دورة كاملة . بحيث إن دالة خط الطول الصحيح مؤلفة من خط مستقيم صاعد وضعت عليه سلسلة من المويجات المتماثلة . وجريان الحركة على دائرة يسمح لنا أن ننظر إلى المنحنى كأنه ساقط على المحور الأفقي في كل مرة يبلغ فيها ٣٦٠° . وإذا ما نظرنا في اللحظة التي تمر فيها الشمس في أوجها وضعنا النموذج البطليموسي على نحو تكون فيه γ صفراً و $\lambda = \lambda = m_2$ وبحيث تمثل البنود في أسفل العمود الأول في جدول المعادلات (من أجل :. = γ) بمجموعة القطاعات الشاقولية المنقطة الصاعدة من الخط الأفقي ذي الارتفاع m_2 والمنتهي بمنحنى المعادلة .

$$\Delta_n \lambda = e_n + n \cdot \bar{\lambda}$$

حيث تمثل e_n قيمة المعادلة الشمسية بعد عدد n من الأيام التي انقضت منذ اجتياز الأوج ، أما λ فتمثل نسبة الزيادة في $\bar{\lambda}$ بالدرجات في اليوم . وتتبين صحة هذا التوكيد بحساب حركة الشمس المتوسطة في ١٠ أيام وعشرين وثلاثين يوماً وتطرح النتائج من البنود الملائمة في العمود الأول من الجدول حيث تعادل γ صفراً . أما في العمود الأخير من الجدول نفسه فالحاصة تبلغ درجة واحدة ، ثم تسقط الحركة الشمسية المتوسطة من البنود المتتالية والتي تفصل بينها مدة عشرة أيام. ويمكن القول إن الشمس كانت قد عبرت الأوج بدرجة واحدة في اليوم صفر . ثم إن تقدم المتوسط والحاصة بما يقرب الدرجة في اليوم يجعل التنقل الأفقي بين المنحنيين أقرب ما يكون إلى اليوم . ويتحقق هذا المفهوم بحساب الخط الأفقي

لكل زوجين اثنين من منحنيات المعادلات بين $\Delta d = 6,.0$ و $\Delta d = 6,.10$. ويمكن اصطناع الاستيفاء الخطي ، لما هي عليه المنحنيات من انبساط في هذا التقريب ، وإن يكن في ذلك بعض التضحية بالدقة .

وقد حسبت الاختلافات بين البنود المناسبة في العمودين الأول والأخير على سبيل الاختبار النهائي فوجد أنه لما كانت الاختلافات في ال γ الخاصة بكل زوج هي بدقة درجة واحدة كانت النتائج على وجه التقريب مساوية لمجموعة الاختلافات الأولى التي حصلت من جدول معادلة الشمس حيث يبلغ الاختلاف المجدول درجة واحدة . ولقد وجد مثل هذا الجدول في زيج ابن يونس ، فحسبت به الاختلافات الأولى للازاحات الزاوية والإزاحات الزاوية للاختلافات بين عناصر العمود .

إن طريقة تطبيق هذه الجداول بعد إذ أنجزنا إنشاءها واضحة بينة . فإذا ما أردنا معرفة التقويم الفلكي الشمسي ابتداءً من تأريخ هجري محدد وفي مدد عشرة أيام فإنا نستخدم جدول الأيام الذي سقنا وصفاً له من قبل من أجل الحصول على d وهو عدد الأيام التي انقضت منذ وقت الهجرة حتى التأريخ المطلوب ، ثم نعود إلى جدول الحركة المتوسطة للشمس ونحدد d_1 من الجدول المبسوط والزوج المقابل γ_1 و m_1 وهما خط الطول المتوسط للشمس والحاصة في بداية دورة السنوات الخمس والثلاثين الجوليانية التي يقع فيها التأريخ المعطى نضع الآن $\Delta_1 d = d - d_1$ ونحدد من المقطع المجموع للجدول d_n ومن ثم زوجاً ثانياً $\Delta\gamma$ و Δ_m وهما التغير في المتوسط وفي الازاحة الزاوية الحصية منذ بداية دورة السنوات الخمس والثلاثين حتى اليوم الأول من السنة الجوليانية الذي يقع فيه التأريخ المعطى . ثم نحسب زوجاً ثالثاً :

$$m_2 = m_1 + \Delta_m$$
$$\gamma_2 = \gamma_1 + \Delta \gamma_1$$

وهو يتألف من خط الطول المتوسط وقيمة الازاحة الزاوية الحصية في اليوم الأول من سنة الجدول . ونلاحظ أن $0,,0^o \leqslant 1,0^o$ يجب أن يصح دائماً بسبب اختيار الوقت لجداول الحركة المتوسطة وخاصية السنوات الخمس والثلاثين ثم نحسب $\Delta_2 d = \Delta_1 \ d - d_2$ ، وهو عدد الأيام التي انقضت منذ بداية سنة الجدول حتى التأريخ المحدد . فإذا قسمت $\Delta_2 d$ بعشرة فإنها ستظهر من بين إزاحات زاوية « إفراطات الأيام » لجدول المعادلات . ثم نختار

من جهـــة أخرى إزاحـــة زاوية اليوم الأقرب إلى $\Delta_2 d$. أما من أجل الازاحة الزاوية الأخرى، الخاصة ، فإنا نختار إزاحة زاوية الجدول الأقرب إلى γ_2 ثم نبحث عن البند في الجدول الملائم لهاتين الإزاحتين الزاويتين ونسميه $\Delta\gamma_1$ وإذ ذاك تكون $\Delta_1 = m_2 + \Delta\lambda_1$ خط طول الشمس الحقيقي من أجل اليوم الأول للتقويم الفلكي ، أما $\lambda_2 = m_2 + \Delta\lambda_2$ فتشمل خط الطول الشمسي بعد انقضاء عشرة أيام ، حيث $\Delta\lambda_2$ تمثل البند الواقع تحت $\Delta\lambda_1$ وهكذا ....



موازنة بين طرائق أربع لمعرفة سمت القبلة

ج . ل . برغرن

إن من بين التطبيقات المهمة للرياضيات في العالم الاسلامي خلال القرون الوسطى تحديد (معرفة) الوجهة التي ينبغي للمؤمن اتخاذها في أثناء الصلاة ، أي وجهة مكة ، وهي المشكلة التي يشار إليها بمعرفة سمت القبلة . والبحث الذي قدمه كينج في هذا الشأن يستعرض ما اقترح في القرون الوسطى من حلول لهذه المشكلة وما قدمته من حسابات تقريبية وطرائق صناعية وتطبيقات للمثلثات الكروية . وهذه الطرائق البيانية (الصناعية) التي كانت تطبق طوال القرون الوسطى إنما ترجع إلى العصور السابقة على التقنية المثلثاتية .

وعلى الرغم من أن الحلول الأربعة لهذه المشكلة قد نشرت جميعاً إلا أن اثنين منها فقط يعدان طرائق صناعية (بيانية) . وهذه الحلول الأربعة هي :

١ ـــ حل حَبَش الحاسب كما ورد في رسالة للبيروني

٢ ـــ طريقة ابن الهيثم

٣ ـــ حل البيروني كما جاء في « كتاب تحديد المكان »

٤ ـــ حل آخر للبيروني كما ورد في « القانون المسعودي »

وللبحث الحاضر ثلاثة أهداف : أولها تبيان أن تحديد القبلة بهذه الطرائق قد درس

أفضل ما تكون الدراسة، من حيث تعابيره الخاصة به، لا على أنه شكل خفي للمثلثات. وثانيها الكشف عن خطأ وقع فيه حل البيروني الرابع وهو الخطأ الذي لم يستطع المؤلفون السابقون ملاحظته . وأما الهدف الثالث فإنا سنري أن طريقتي البيروني جميعاً إن هما إلا تعديلات لطريقة الحبش . أما تقنية ابن الهيثم فتتميز من هذه وتقترب من منهج البيروني البياني في تحديد خط الزوال .

إن البحث الذي قام به شوي في نهاية ترجمته لابن الهيثم خلص إلى برهان مثلثاتي على صحة الطريقة وانتهى في بحث آخر إلى قوله إن الصيغة التي استخلصها من طريقة ابن الهيثم « هي ببساطة النظرية الظلية المشهورة للمثلثات الكروية مطبقة على المثلث الكروي » . إن صح ما قاله شوي فإنه لا يوضح في شيء طريقة ابن الهيثم ، ورجوعه إلى النظرية الظلية قد ضلل على الأقل واحداً من الباحثين المحدثين . وهذا فيبر يقدم برهاناً مثلثاتياً مشابهاً على طريقة البيروني ويرى أن طريقتي البيروني وطريقة ابن الهيثم تؤدي إلى النظرية الظلية مما يتيح لنا إفتراض أن البيروني لم يفعل من شيء سوى أنه عدل طريقة ابن الهيثم مرتين .

ليس من المدهش أن نرى أن طرقاً متباينة تؤدي إلى صيغ متشابهة من أجل سمت القبلة ، وذلك إذا ما صيغت في لغة المثلثات الكروية. ولكن ما يدهش حقاً أن يستنتج المرء، على هذا الأساس ، أن اثنتين من الطرائق كانتا تعديلاً للثالثة . بيد أن التحليل التالي سيبين أن البيروني قد عدل تقنية حبش لا تقنية ابن الهيثم . فإذا كان كينج قد بحث من قبل في طريقة ابن الهيثم فإنما قصد من ذلك في المقام الأول إلى تبيان أن صيغة ابن يونس في سمت القبلة قد اشتقت من صيغة ابن الهيثم .

وقد رأينا أن نترجم النص العربي (المقتبس من القانون المسعودي للبيروني : الفصل السادس) ، لكبير اعتمادنا عليه في دراستنا ولأن الترجمة الوحيدة المتاحة لا تحاول أن تعالج الفساد في نص البرهان . ومما يتبين من هذا النص أن طريقة البيروني واضحة إذا ما قرأنا وصفه وألحقناه بالشكل (١) . أما برهانه فيبدو من ملاحظاته عن الدوائر المتعامد بعضها على بعض أنه يتحدث عن وضع في الفضاء وعن برهان يصطنع طرائق صناعية (بيانية) . إن الجزء الأول من برهان البيروني واضح ، فهو يبين بألطف سبيل التناسب القائم بين أجزاء رسمه البياني (شكل ١) ومستويات الأفق وخط الزوال ودائرة النهار

في مكة (شكل ٢). فإذا ما رسم HK كما يجب في الشكل (١) ، أي عندما توضع في محلها في الشكل (٢) . فإن H تمثل سمت مكة .

هذه النتيجة التي توصل إليها صحيحة وطريقة استنتاجه لا تحتاج إلا إلى ملاحظة واحدة توضحها . عندما يطوى خط الاستواء في داخل مستوى خط الزوال على طول EQ (أي جزء مسيره على هذا المستوى) تمتد النقطة على خط الاستواء في خط طول مكة إلى B في الشكل (١) . أما طي دائرة نهار مكة على طول KZ فتعين سمت مكة في نقطة H بحيث يكون $EB // KH$ ، ويبرر ذلك البيروني قائلاً إن $EQ // ZK$ و $\measuredangle ZKH = \measuredangle QEB$. وينجم أن $\widehat{ZH} = \Delta\gamma$ ومن هنا كانت H سمت مكة . وهو يقول إن غرضه أن يوجد O ، أي إسقاط H على الأفق . ذلك أنه لما كانت دائرة ارتفاع H تحتوي على HO فإن خط EO يحدد اتجاه القبلة... (O هي H' لأن O إنما هي نقطة على العمود المقام على AG من خلال Y). مما نرى معه أن البيروني يريد أن يبرهن على أن H' تقع على $AG \perp YO$. وهكذا يتبين لنا أن مستوى خط نصف النهار يدور على عكس AG في داخل مستوى الأفق . ولما كان LY و OY عمودين على AG امتد LY إلى OY ، لكن $OY // HL$ ، أي أن دوران LY يحدد مستوى يحتوي على H' ، أي أن H' تقع على YO وهي O نفسها . وهنا يتعثر البيروني ؛ لأنه إذا كان O هي مسافة خط زوال H (أي مسافة HL) فإنه لا يحتاج إلا إلى قياس مقطع $HL = YO$ للحصول على O ، صورة H ، وذلك على الجانب الخاص بـ AG . وقال إن $HL = YO$ ومع ذلك ابتعد عن مكة بعد إذ بلغها وقال: إن للقوس $\widehat{ZH}$ في الدائرة $\widehat{ZHD}$ خاصية يعبر عنها بالصيغة : $\mathrm{Sin}\,\widehat{ZH} = HL$ ، وهو الطول المطلوب . فإذا أخذنا في الدائرة $\widehat{ACG}$: $\widehat{ZH} = \widehat{AS}$ Arc ، ثم $\mathrm{Sin}\,\widehat{AS} = HL$ فإن مناقشة يسيرة تري أنه لما كانت الدائرة $\widehat{ACG}$ أطول من دائرة $\widehat{ZHD}$ (إلا إذا كنا لا نبحث عن مكة وإنما عن بلد آخر على خط الاستواء) فإن $\mathrm{Sin}\,\widehat{AS} > HL$ ، ومن هنا كان $YO > HL$. وسيولي بذلك المصلي بحسب البيروني ، وجهة تتجه إلى الشرق بعيداً أو إلى الغرب بعيداً .

ينبغي أن نقول إن البيروني لم يلتجىء إلى المثلثات فلا نحلل صيغته على ضوء ذلك كما توهم فيبر عندما اشتق ابتغاء تحديد سمت القبلة صيغة مثلثاتية . فهي صيغة لا تنطبق على طريقة البيروني وإن تكن صحيحة .

إن طريقة البيروني ليست سوى تعديل لطريقة حبش الحاسب . والفرق بينهما أن

البيروني يحدد سمت مكة على مدار نهارها . بينما يعمد حبش إلى إسقاطه على خط نصف النهار المحلي . ويتبين من الموازنة بين النظر في جدولي الفروق بين البيروني وحبش أن البيروني عدل طريقة حبش في نقطتين : الأولى أنه (البيروني) استخدم قطب الشمال السماوي (N) كنقطة أساس وليس كحد (Z) لخط الاستواء السماوي كما هو الشأن لدى حبش في نقطة انطلاقه . والثانية أن البيروني مثل سمت مكة في وضعه الصحيح على دائرة النهار المستديرة بينما لجأ حبش إلى إسقاطه على خط الزوال المحلي . وفضلاً عن ذلك فإن البيروني يحدد اسقاط مكة على الأفق بتحديده بعدها عن المكان وعن الشاقول الرئيس .

إن طريقة البيروني من الناحية العملية تؤدي إلى نتيجة أدق مما تؤدي إليه طريقة حبش ، ذلك أن قطع حبش للدائرة بخط مستقيم قد يكون صعباً مما يصعب معه التحديد الدقيق للزمن الذي تكون فيه الزاوية بين الدائرة والخط صغيرة .

ثم إن طريقة البيروني البيانية الأخرى التي وردت في « تحديد المكان » إن هي إلا تعديل لطريقة حبش . وأهم اختلاف فيها عن طريقة حبش هو أن النقطة T اختيرت بحيث إن $\widehat{TZ} = \Delta\lambda$ تختار إلى جنوبي Z لا إلى شماليها . أما نصف دائرة النهار HM لديه فتقاس ، كما هو الشأن لدى حبش ، كمثل ES′ (على جنوبي ET) وتوضع O على HD برسم شاقول من S′ على HD بحيث يمثل O قدمه ، وذلك كله كما جاء في طريقة حبش . وكلتا الطريقتين تحصل على O نفسها (شكل ١) حيث $\angle SEK = \angle S'EK (= A\lambda)$ و $EK // HD$ و $S'E = SE$. ومن السهل أن نلاحظ أنه إذا كان $S'O \perp HD$ وقعت S على S′O . ثم يحدد موضع Y كما في الطريقتين الأخريين . ثم يلاحظ البيروني أن S′N هو بعد سمت مكة عن مستوى خط نصف النهار . وينهي طريقته كما ينبغي له أن ينهيها بقياس S′N من Y على طول OY ويحصل على اسقاط سمت مكة على الأفق المحلي في صورة إحداثيات متعامدة (قائمة) .

إذا ما عرضنا لطريقة ابن الهيثم وجدنا شبهاً بينها وبين طرق حبش والبيروني الثلاث . ونلاحظ أن المثلث الذي ينقله ابن الهيثم إلى مستوى عمله ملائم للمثلث الذي حصله البيروني في تحديده لخط نصف النهار المحلي من طريق ملاحظته للظل . والواقع أن المقطع $FS = MQ$ هو إزاحة زاوية السمت (حصة السمت) وهو مصطلح قياس في الأدب الفلكي الاسلامي .

أما أن البيروني وابن الهيثم قد اصطنعا المثلث نفسه لحل مشكلتين مختلفتين في الظاهر فذلك أمر غير مدهش . فالحقيقة أن تقنية القبلة كما جاء وصفها في الأدب مراراً وتكراراً إنما كان لا بد لها أن تنتظر حتى يوافق خط عرض الشمس خط عرض مكة (بحيث تكون الشمس على دائرة نهار مكة) ثم تنتظر حتى يحين الظهر في مكة (وهذا يقتضي معرفة ٨λ) . فيدل ظل الميل في تلك اللحظة على ١٨٠° بعيداً عن وجهة مكة. وهكذا نرى أن مشكلة تحديد مكة هي المشكلة التالية : إذا ما أعطينا انحراف الشمس وخط العرض المحلي ترتب علينا إيجاد الاتجاهات الأصلية من اتجاه وطول ظل ميل . وواضح من وصف طريقة ابن الهيثم قدر اختلافها عن الطرق الثلاث السابقة . وأهم اختلاف يمكن إيراده في هذه السبيل هو أن الطرق الثلاث السابقة جميعاً إنما تحدد وجهة القبلة بانشاء إسقاط سمت مكة على الأفق المحلي ثم تمد هذه النقطة إلى المكان (البلد) (المعين) ابتغاء إحداث الزاوية التي تصف وجهة القبلة . أما طريقة ابن الهيثم فتنشىء الزاوية مباشرة دون إسقاط سمت مكة على الأفق المحلي بل هي تسقطه على خط نصف النهار المحلي وحسب .

وإيجازاً لكل ما تقدم نقول : كان هدفنا من البحث جميعاً لفت الانتباه إلى حقيقة فحواها أن الطرق الصناعية (البيانية) في معرفة وجهة القبلة اعتمدت طريقة غير مثلثاتية لحل هذه المشكلة المهمة . وقد بينا ما يؤكد اعتماد البيروني على طريقة حبش الحاسب كما بينا أن المثلث الأساسي لتحديد البيروني لخط منتصف النهار المحلي بوساطة ظل إنما يلائم المثلث الذي كان له أكبر الدور في تحديد ابن الهيثم لسمت القبلة .



تأملات في إعادة إنشاء خريطة بحرية
استناداً إلى معطيات النصوص العربية في الملاحة

راينهارت ڤيبر

التقى فاسكودي غاما عندما وصل مالندي عام ١٤٩٨ مرشداً ليصحبه في سفره إلى الهند ، وقد عرض هذا ، وكان يسمى ماليموكاناكوا ، على دي غاما خريطة للساحل الهندي مجهزة بكثير من خطوط الطول والمتوازيات وإن تكن خلوة من اتجاهات الريح .

وكانت مربعات هذه الخطوط والمتوازيات صغيرة جداً مما أفضى إلى صغر اتجاه الساحل من خلال اتجاهي الريح الشمالي – الجنوبي والغربي – الشرقي . إلا أن ذلك لم يؤثر في وضوح الخريطة في شيء .

ويبدو أن هذه الخريطة قد فقدت . ولسنا نعرف حتى الآن خرائط أخرى للمحيط الهندي ترجع إلى عام ١٥٠٠ أو ما قبل ذلك. ومن هنا يجيء السؤال عن امكان إعادة إنشاء خريطة بحرية من هذا القبيل إستناداً إلى المعطيات الكثيرة الواردة في نصوص الملاحة العربية، وبذلك نستطيع الحصول على صورة موثقة عن تصورات الملاحة العربية وما عرفته عن المحيط الهندي وبحاره الجانبية في ذلك الزمن .

وقد حاول تيبتس في مصنفه « الملاحة العربية » إعادة صياغة مثل هذه الخرائط، فنشر سبعاً منها تستند من جهة إلى معطيات الملاحة العربية وتعتمد من جهة أخرى على الرسم الحديث ، هذا مع ذكره لخطوط السير التي اصطفاها من النصوص التي اطلع عليها .

إن العناصر الضرورية اللازمة لإعادة إنشاء خريطة ما هي خطوط السير وارتفاعات النجوم والمسافات . فأما خطوط السير (أو الاتجاهات) فتتجه في قرص البوصلة العربية بحسب المواقع المعزوة إلى صعود النجوم المنفردة وأزواجها ومجموعاتها وأفولها . ويمكن أن نحول هذه المعطيات مباشرة ودون صعوبة إلى الرسوم والمقاييس الحديثة . وأما ارتفاعات النجوم والمسافات فيجب حسابها بحسب قيم عددية سهل توفرها . وكانت تحسب بالاصبع لا بالدرجات . وتشكل زاوية الاصبع في السماء قوساً بطول محدد فإذا سقطت القوس في خط الطول على سطح الأرض حصلنا على ترفا وهي المسافة التي تقطعها سفينة في أربع وعشرين ساعة إلا أن المسافات عادة لا تعطى بالترفا وإنما بالزام . والترفا يعادل ثمانية أزوام .

إن لواحدات قياس ارتفاعات النجوم والمسافات البحرية علاقة حسابية وثيقة بعضها ببعض . وقد تبين لنا من نصوص الملاحة لابن ماجد ومن مؤلفات سليمان المهري الأولى أن ٢٢٤ اصبعاً تعادل ٣٦٠ درجة . وبذلك نرى أن الاختلاف في الارتفاع بين القطب ونجم القطب في أوجه التحّي (الأدنى) (أي البعد أو المسافة بينهما) يبلغ اصبعين. إلا أن سليمان المهري يقول ان الأختلاف (البعد) بين خطين في قرص البوصلة يبلغ $٦,\frac{٩}{١٦}$

من الأصابع وبذلك تشتمل الدائرة التامة على ٢١٠ أصابع . وكان يبلغ هذا الاختلاف بين هذين الخطين، أي البعد بينهما، عند القدامى ٧ أصابع مما تشتمل معه الدائرة على ٢٢٤ اصبعاً. لكن الرقم الأول أصح . وبرهان ذلك أن أكبر اختلاف في الارتفاعات لنجم القطب (بين خطي طول) يبلغ ٤ أصابع . ويعرف الفلكيون أن الاختلاف بين الأوجين الأعلى والأدنى لنجم القطب يبلغ $\frac{٦}{٧}$ ٦° ممـا تعادل معه كل أصبع $\frac{٥}{٧}$ ١° وكل درجـة $\frac{٢}{٣}$ ٤ زام . (وكان يبلغ البعد بين القطب ونجم القطب لدى القدماء ٣ أصابع) .

وابتغاء القياس بالاصبع يجب النظر في ثلاثة مواقع للنجوم :

١ – الجاه (أو نجم القطب) في أوجه التحتي للعروض الشمالية .

٢ – ونستبدل بنجم القطب الفرقدين ، وهما يقعان على مستوى الارتفاع نفسه في السماء الشمالية – الشرقية عندما يكون الجاه في المكان المذكور أعلاه ، وإن كان يزعم أنه يوجد في الوقت نفسه فوق مستوى الأفق باصبع واحدة (أي من أجل عروض تقع حول خط الاستواء وجنوبيه) . أي أن اصبع الجاه تساوي ٨ أصابع الفرقدين .

٣ – عندما يأفل الفرقدان يقع النعش (نجوم الدب الأكبر) في مستوى الارتفاع نفسه من السماء الشمالية – الشرقية تقريباً ؛ وذلك من أجل عروض بعيدة جداً تقع جنوبي خـط الاستواء . واصبع الفرقدين تعادل ١٣ اصبعاً من النعش ...

وللكشف عن المواقيت بالاستناد إلى أبعاد القطب لنجم القطب نبحث أولاً عن السنوات التي نعرف منها قيم بعد القطب عن نجم الدب الأصغر أو نجم القطب ، أي يجب البحث عن السنوات التي قطع فيها نجم القطب (الجاه) مسافة معينة . وقد أدى ذلك كله إلى الوصول إلى قيم تقريبية ، ذلك أن اختلاف انحراف دائرة البروج ($\Delta\varepsilon$) لم يُراعَ قط ، أما مبادرة الاعتدالين أو تقدمهما (P) فلم يُراعَ إلا على نحو غير مباشر . ويجب تحويل الاحداثيات الإعتدالية لنجم القطب ، من أجل اعتدال عام ١٩٠٠ وبحسب صيغ معينة ، إلى إحداثيات برجية قائمة على دائرة البروج . وقد تحول هذه إلى تلك بحسب معادلة أخرى إذا ما أخذ بالحسبان مبادرة الاعتدالين أو تقدمهما . وهذا ما يفضي بنا إلى تحديد بعض المعطيات عن حياة الملاحين العرب في سنوات معينة تسبق سني ابن ماجد وسليمان المهري .

إن تقدير قيمة مسافة نجم القطب بثلاث أصابع لا يسأل عنه سوى القدامى ، إذ ينقصنا مصدر آخر أدق . وقد أدت بنا هذه المعطيات غير الدقيقة وما نجم عنها من حساب للسنوات إلى القول إنما يتم الأمر كله عن حدس عام تبلور على التدريج بعد عام ١٢٠٠ من بعد أن نقل شفاهاً أو سجل في رسائل ملاحية فقدت . ومما نجم عرضاً عن الحسابات السابقة أن المسافات البرجية (لدائرة البروج) لنجم القطب عام ١٢٤٤ تبلغ ٧٨° .

لم يذكر لنا ملاح شيئاً من قبل عن قيمة الأصابع الثلاث ، فإذا كان ذلك كذلك وذكره ابن ماجد أو المهري عد قولهما مرجعاً نثبت على أساسه أن عام ١٢٤٤ يتفق مع الصيغة التي تؤكد أن مسافة نجم القطب تبلغ ٣ أصابع كما جاء لدى القدماء . إن السنة المذكورة تصادف نقصاً زمانياً في تواريخ حياة الملاحين المذكورين في النصوص .

فإذا نظرنا في عام ١٤٩٥ رأينا أن من بين كتب سليمان المهري عندما تقدمت به السن ، أي بعد ١٥١١ ، « كتاب تحفة الفحول في تمهيد الفصول » ، وقد حاول أن يصحح فيه بعض نظراته التي دافع عنها من قبل ومنها أن ٢٢٤ أصبعاً تعادل ٣٦٠ درجة ، فاعتمد ابتغاء هذا التصحيح على أحدث المعطيات التي توفرت له ، واقترب بذلك أشد ما يكون الاقتراب من النظرات الحديثة لدعم رأيه . والنقطة الزمانية (الميقات) التي تشغلنا يجب أن تتفق كل الاتفاق مع الزمن الذي تبلغ فيه قيمة مسافة نجم القطب اصبعين عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢١٠ أصابع . وقد عد ابن ماجد في عام ١٥٣٤ القيمة السابقة « خطأً مضللاً » ، ذلك أنه كان يرى في مؤلفاته الأولى أن هذه القيمة تبلغ اصبعين عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً . ويتبين لنا باجراء بعض الحسابات أن عام ١٥٣٤ لا يتفق مع حياة ابن ماجد على وجه التأكيد ولا يتفق مع زمن سليمان المهري إلا على وجه الاحتمال . وهذا ما يبعث على القول إن عامي ١٢٤٤ و ١٤٩٥ قد يعدان مقبولين أما عام ١٥٣٤ ، من حيث صلته بحياة ابن ماجد على الأقل ، فليس بصحيح ولا بمقبول .

وابتغاء الكشف عـــن ارتفاعات النجوم الفعلية وزوايا الساعات وموازنتها بما ورد في النصوص من معطيات يمكننا أن نعتمد على فروق الارتفاع المعطاة بالاصبع والتي تطبق من أجل قياس مواقع النجوم بحيث نبحث عن الاحداثيات الاعتدالية للنجوم ، من أجل اعتدال الليل والنهار عام ٢٠٠٠ ، ثم نبحث عن مستويات الارتفاع ونحول الاحداثيات

الأفقية إلى اعتدالية بحسب صيغة معينة تتبسط في الحالة الخاصة التي يكون فيها العرض صفراً ، أي حيث يكون مكان الرصد خط الاعتدال (خط الاستواء السماوي) .

وهناك حالتان تحتاجان إلى دراسة : فأما الحالة الأولى فهي التي يبلغ فيها فرق الارتفاع بين نجم القطب ومستويات ارتفاع الفرقدين ١٢,٣٤° ، وهي قيمة ثابتة . وهو يبلغ بحسب نصوص الملاحة ٧ أصابع . والحالة الثانية تقول : أما أن ثلاثة من نجوم الدب الأكبر يجب أن تكون متساوية الارتفاع في أي نقطة زمانية ، كما يزعم تيبتس ، فذلك غير ممكن في أي لحظة زمانية تحددها أماكن النجوم في السماء . ومناقشة هاتين الحالتين تجري على النحو التالي :

الحالة الأولى : يتبين من كتاب ابن ماجد « الفوائد في أصول علم البحر والقواعد » (ترجمة تيبتس) أنه ينبغي لنجم صرفا (بيتا الأسد) أن يكون في الأوج الأعلى عندما تكون زاوية نجم القطب صفراً (الأوج الأدنى) . وعندما تكون قيمة الزاوية صفراً يجب أن يتساوى ارتفاع الفرقدين. وكلتا القيمتين تقريبية لم تستعمل إلا للسهولة والتبسيط ، ذلك أن قيمة الزاوية صفر لا ترد ، بحسب «الفوائد» ، إلا لدى الأوج العلوي لعوا وللسماق ، ولأن مساواة ارتفاع الفرقدين لا يحسب لها حساب إلا عندما تكون نجوم السنبلة قائمة في خط نصف النهار (الزوال) وإذ ذاك يدخل نجم القطب الحضيض أو أوجه التحتي . وقد كان ابن ماجد يعرف الحقيقة التي تقول إن نجم القطب لدى ارتفاع معين للفرقدين لم يبلغ بعد خط نصف النهار ، إلا أن ذلك لم يعره كبير التفات لأسباب عملية ، ذلك بأن الاختلاف بين الارتفاع الحقيقي والارتفاع المسلّم به لنجم القطب في المواقيت التي نبحث عنها كان صغيراً جداً إذ يبلغ عام ١٤٩٥ : ٢,٣٠٩٠٤° . ويحدثنا كتاب الفوائد عن رحلة بحرية اشترك فيها المؤلف عام ٨٨٠ هـ (١٤٨٥) . أما التاريخ الذي تبلغ فيه قيمة زاوية نجم القطب صفراً لدى ارتفاع الفرقدين بمستوى معين فهو عام ١٤٣٦ . والواقع أن قيمة زاوية نجم القطب عام ١٤٩٥ كانت ١,٠٠٠° مما يدل على أن هذا النجم لم يبلغ بعد خط منتصف النهار . وإن ما كانت عليه قيم اختلاف الارتفاع بين نجم القطب والفرقدين من غلط ظاهر لأمر يثير السؤال عن سببه ، وهذا ما ينطبق بخاصة على القيمة التي يعتمدها ابن ماجد فيعد ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً .

الحالة الثانية : قد تبين لنا من قبل أننا لا نستطيع أن نستخدم من نجوم الدب الأكبر لقياس الارتفاع سوى نجمين اثنين . أما أن يزعم تيبتس أن على النجوم الثلاثة أن تكون

بالمستوى نفسه من الارتفاع في أي زمن بسبب مواقعها في السماء فذلك غير ممكن . مما نرى معه أن مجموعتين من هذه فقط تبلغان الارتفاع نفسه بعد قليل وقت من دخولهما مستوى ارتفاع نجمي الدب الأصغر (الفرقدين) . إلا أن النصوص نفسها تخرجنا من هذا الاشكال إذ تذكر بصراحة أن عنّاق والجون وحدهما (وهما النجمان الخامس والسادس في مجموعة الدب الأكبر) يستخدمان لقياس الارتفاع ولا يضاف إليهما النجم الثالث كما يزعم تيبتس . وجدير بنا أن نؤكد أن فروق ارتفاع الفرقدين من جهة والجون والعناق من جهة أخرى ، وبخاصة عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً ، هي بأشد غلطاً مما كانت عليه الحال بالنسبة إلى اختلاف الارتفاع بين نجوم الدب الأصغر نفسها . وتجدر الإشارة إلى أن العناق والمغرز ليفضلان في تحديد العرض العناق والجون من حيث القياس والاستبدال بالفرقدين ، ذلك أن بعد ارتفاع العناق والجون عن الفرقدين يبلغ ٢٠,٣٦ م في حين يبلغ بعد العناق والمغرز عنهما ٥,٥٠ م . وينجم عما سبق من تحديد للسنوات وللقيم الفعلية لاختلاف الارتفاع إمكان إقصاء القيمة القائلة إن بعد القطب عن نجم القطب يعادل اصبعين عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً في حين تكون القيمتان الأخريان صحيحتين .

فإذا ما نظرنا في اختلافات الارتفاعات كان تقديرنا ٣٦٠ درجة بـ ٢١٠ أصابع بأقل خطأ من قولنا إن ٣٦٠ درجة تعادل ٢٢٤ اصبعاً . وقد يعود سبب هذا الاختلاف إلى تقدير مبالغ فيه للقيم من أجل الانكسار ، مما يبدو معه كأن النجم يقف فوق مستوى الأفق بأعلى مما هو عليه في واقع الحال .

إذا ما ابتغينا إقامة موازنة بين عروض المكان المعطاة والفعلية ، إبتغاء توضيح عام للمسألة كلها ، وجب الاكتفاء بمعطيات عرض النصوص الملاحية الخاصة بالجزيرة العربية ، وذلك من أجل القيم التالية : عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً يكون البعد ٣ أصابع . وعندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢١٠ أصابع يكون البعد اصبعين . وقد يكون البعد اصبعين أيضاً عندما تبلغ ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً . ويتولد من ذلك جدول يشتمل على ثلاثة وخمسين موضعاً . وهذه المواضع بمجموعها تتوزع على القيم السابقة بحيث يكون للقيمة الأولى البالغة ٣ أصابع أربعون موضعاً وللثانية التي تبلغ اصبعين (حيث تعادل ٣٦٠ درجة ٢١٠ أصابع) أحد عشر موضعاً ، وللثالثة التي تبلغ اصبعين (حيث تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً) موضع واحد . وهي أفضل معطيات العروض لكلٍ منها . أما ما يلائم الموضع الاضافي

من الأرقام أفضل الملاءمة فهي ٣ / ٢٢٤ و ٢ / ٢١٠ في الوقت نفسه . وليس من المصادفة في شيء أن تقدم لنا القيمة الأولى أفضل النتائج في أكثر المواضع عدة وأن تقدم لنا القيمة الثالثة أسوأها طراً ، ومن هنا يمكن نبذها فلا نصطنعها . أما القيمة الثانية فليس في وسعنا تطبيقها على معطيات العرض كما وردت في النصوص الملاحية التي لا تزال متوفرة لدينا ، وذلك لأسباب زمانية . أما أن لها من أجل بعض المواضع أرقاماً تفضل القيمة الأولى فما ذلك إلا محض مصادفة ، وليس يتعلق الأمر كله في هذه القيمة إلا بتأمل نظري محض . أما القيمة الأولى فلها أفضل النتائج . وكانت الملاحة العربية في أواخر القرن الخامس عشر وبداية القرن السادس عشر على علم بالحقيقة القائلة إن القيمة التي تبلغ فيها مسافة نجم القطب ٣ أصابع ليست بصحيحة وأن قدر الاصبعين يوافق أفضل الموافقة المسافة القطبية لنجم ما . أما أرقام معطيات العروض نفسها فقديمة متوارثة عن عام ١٢٤٤ وقد ذكرت في نصوص ابن ماجد وسليمان المهري الملاحية . وإن فحصاً دقيقاً عن خمسة عشر موضعاً في سواحل افريقية الشرقية أكد تطابق القيمة الأولى وما قاله ابن ماجد في أن المرء ليجد نفسه في خط الاستواء عندما يبلغ مستوى ارتفاع الفرقدين خمس أصابع .

إن ما توصلنا إليه من نتائج يهدف إلى تحديد مقادير ما استخدم لوصف الخريطة أو رسمها من مقاييس . فعرفنا أن الاصبع تعادل الترفا وهذا يعادل ثمانية أزوام أي ١,٦٠٧° وذلك عندما تبلغ المسافة القطبية لنجم القطب ثلاث أصابع . فإذا عرفنا ذلك وعرفنا قيم خطوط السير والارتفاعات والمسافات البحرية أمكننا البدء بتخطيط الشبكة . ومن الحكمة أن نختار نوعاً من الاسقاط يحافظ على الزاوية بحيث يعطينا اتجاهات البوصلة سليمة غير مشوهة ويصور مع ذلك مستويات المسار كخطوط مستقيمة . والاسقاط الوحيد الذي يفي بالشرطين جميعاً هو خريطة المركاتور أو الخريطة البحرية بعامة . والمدة الزمانية التي تناسب هذا المخطط أكبر المناسبة هي الاصبع أو الترفا بعد أن يحولا إلى الدرجات . إذا بدأنا بالاصبع حسبنا المنحنيات المرتفعة ثم سجلنا الدوائر المتوازية والمستقيمات على الخريطة بعد أن نكون قد توصلنا من طريق الضرب وتقسيم القيم بثابت إلى معيار للرسم (١ ١/٤ اصبع قد تدل على محيط الخريطة) . إن ما قام به تيبتس من إعادة لإنشاء هذه الخريطة استند إلى خطة شبكة خريطة مستوية وقائمة الزاوية (مربعة) ، ولذلك لم تكن الخطوط المرسومة على خرائطه الفردية المركبة بمستويات مسار ، مما لا يمكن معه لهذه المخططات أو الرسوم أن تكون أمينة للزاوية فإذا هي تعطينا بذلك صورة مشوهة عن تصورات الملاحين ونظراتهم .

فالخطة المتبعة تقتضي أن نبدأ بخرائط جزئية عن البحر الأحمر وخليج عـدن وعمـان والبحر العربي ثم نجمعها في خريطة تضمها جميعاً ، ومما يساعدنا على ذلك أن النصوص تعطينا من حين إلى آخر ، وبالزام ، مسافات أرضية يكون فيها العرض φ ثابتاً . إلا أنه ينبغي لنا أن نحسب بالدرجات المسافات المعطاة بالزام (يرى فراند أن الاصبع تعادل ترفا أو ٨ أزوام أو ٣٧َ ,١°) ، أما تيبتس فيرى أن الاصبع تعادل ٣٦َ ,١° . فإذا كان الفرق ليس بذي شأن بالقياس إلى المسافات القصيرة فإن شأنه ليكبر بالنسبة إلى الرحلات العابرة للمحيط . وهذا ما يفضي إلى إعطاء صورة مشوهة عن تصورات الملاحين إذ ذاك ، مما يضطر إلى إجراء تغيير في الحساب بعد الفاصلة كما يقتضي ذلك معيار الخرائط .

ولايجاد موقع ما بعد تغيير المجرى في أعالي البحار نبحث عن العرض φ_2 من طريق إيجاد طول المسافة S بالدرجات لدى نقطة بداية معروفة φ_1 ومسار معروف x أي

$$S = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\cos x}$$

بحيث يكون العرض المطلوب هو : $\varphi_2 = S.\cos x + \varphi_1$ ثم ترسم خطاً مـن نقطـة الابتداء بالاستناد إلى مثلث المسار . وحيث يقطع هذا الخط خط عرض φ_2 يقع الموقع المبحوث عنه . وليس من الضرورة تسجيل خط عرض φ_2 عندما نبحث عن موقع للأرض عرضه الجغرافي φ معروف من قبل . وحيث يكون خط العرض φ ثابتاً يجب على قيمة الزام المحولة إلى درجات أن تقسم بوساطة تحت خط العرض φ ... إذ لا يتغير بالابتعاد المستمر عن خط الاستواء الامتداد نفسه وإنما قدره بالدرجات .

إن ما طرح من قيم لا يناسب الواقع البتة وأسباب ذلك إنما ترجع إلى انحراف الابرة وإنحراف البوصلة والانثيال خلال الريح و / أو التيار أو مسار البحر والانكسار وقياس الارتفاع انطلاقاً من الأفق البحري وانحراف الضوء . ولم يعادل الترفا الاصبع إلا من بعد أن مرت عليه عقود بل قرون . ولم يحتسب في كل ذلك إلا بالموقع الذي كان يشغله الملاحظ قبل تغير المجرى (المسار) من أجل دخول الميناء أو قبل اتخاذ المجرى (المسار) بعد الخروج من الميناء . ويضاف إلى ذلك كله عجز الملاحة العربية عن أن تحدد بدقة ، انطلاقاً من مجريين أو أكثر ، المجرى (المسار) المباشر إلى جنب مسافة الرحلة . وفضلاً عن كل أولئك فإن النصوص تتناقض غالباً في معطياتها أو تقرب المسارات فيما بينها على

نحو متعسف . وهذا كله من شأنه أن يدعونا إلى مناقشة معطيات الأرقام بـدقة وتفصيل قبل الرسم ، في حين أغفل ذلك تيبتس في معظم الأحيان . ومبتغانا في ذلك أن نصطفي من المعطيات المتناقضة تلك التي تناقض معطيات المواقع المجاورة أقل التناقض . ومـا تجب الاشارة إليه أيضاً أن النصوص تشتمل في جزء منها على معطيات لم تكن معروفة بعد عام ١٢٤٤ مما أضحى معه ضرورياً تحديد خط العرض φ ؛ ٢ / ٢٢٤ . وقـد تضاف القيم المكتسبة دونما صعوبة من خلال تغيير في صورة الخريطة بقدر اصبع . وأما المعطيات التي ليست بذات صلة بالنجوم الثابتة الأساسية الثلاث المطبقة للقيـاس والتي لا تمت بصلة إلا إلى النجوم الأخرى فإنها تدعونا إلى أن نحسب هذه النجوم بقيم مجموعات النجوم الأساسية نفسها ، إن لم يكن قد تم ذلك من قبل في النصوص .

ملاحظة نهائية :

إن ما نحصله على وجه اليقين إذ ننجز هذه الخريطة إنما هو صورة للمحيط الهندي كما كانت حاله في الملاحة العربية عام ١٢٤٤ . وابتغاء الحصول على نظرة ابن ماجد والمهري في ذلك الزمن حسبنا أن نضع خط الاستواء بقدر خمس أصابع الفرقدين عوضاً من أربع ونضيف من ثم إلى أصبع العروض الأخرى اصبعاً . لا جرم أن تيبتس ذكر ذلك إلا أنه اتبع في إعادة صياغته للخرائط تقديره للعرض بدرجة الصفر وبخمس أصابع الفرقدين . إن دراسة المواقع وتفسير الخرائط المتعلقة بها قد يساعد كل ذلك على تحديد أفضل لهوية الأماكن في النصوص الجغرافية الكلاسيكية ، وقد يؤدي ذلك في نهاية المطاف إلى تفهم أفضل لفقر غامضة في النصوص الملاحية نفسها .

مراجعات الكتب

« العلم وعوامل اللامساواة »
دروس الماضي ، آمال المستقبل

شارل مورازيه وآخرون

نشر منظمة اليونسكو – باريس – ١٩٧٩

ليس هذا الكتاب سوى محصلة الدراسة اقترح القيام بها في أثناء إعداد المشروع التمهيدي لبرنامج منظمة اليونسكو عام ١٩٧٩ – ١٩٨٠ . وقد أريد لقسمها الأول أن يكون دراسة تاريخية لمدى تأثير نمو العلم الحديث في التقدم ، وما ذلك إلا لعظيم شأن التاريخ والنظرة التاريخية إلى العلم في مبادئه وأسسه وتطوره . فالتحليل التاريخي للعلم يقدم للمسؤولين عن حال العلم والتكنولوجيا سياسةً وإدارةً بصيرة أنفذ ودركاً أبلغ للأمور فإذا هم يحسنون النظر في الشروط التي تحيط بالمعرفة العلمية والتكنولوجية وإذا هم أبعد أثراً في دفع العلم والتكنولوجيا إلى الأمام خطوات واعية ودراكة وإذا هم بعد ذلك كله قادرون على أن يعوا بشكل مبين وعلى نحو مستبين العلائق المتداخلة والوشائج المتلاحمة بين العلم والمجتمع . وقد انطلق البحث التاريخي هذا من نقطة فحواها أن التاريخ لا يعيد نفسه وأنا نعيش في أحوال وقرائن تختلف أبعد الاختلاف عن أحوال الماضي وقرائنه، إلا أن التاريخ من شأنه أن يلقي ضوءاً ساطعاً على الشروط فيكون أمره كالسراج المنير الذي يبين لنا أنسب الشروط قدرة على حفز الابداع ودعم تصالب الأفكار وتعزيز الابتكار وتسهيل ميلاد الروح العلمية وتطورها الدائب في مختلف الحضارات ومتنوع الثقافات . بل قد يفضي التاريخ إذا ما أحسن فهمه واستيعابه إلى بليغ فهم العلاقة الجدلية بين المعرفة العلمية وتطبيقها والطرائق التي تربطهما والوسائل التي تعمل على دفع أحدهما للآخر في سبيل الابداع والخلق .

والدراسة بعد هذا كله إن هي إلا نصيب أسهمت به اليونسكو في مؤتمر الأمم المتحدة الذي كانت تعده آنئذ لبحث الرابطة الوثيقة بين العلم والتكنولوجيا والتقدم . وعلى الرغم

من أن مثل هذه الدراسة تطرح من المسائل المشكلات بأكثر مما تحل لما تنطوي عليه في تحليلها من تعسف في الاختيار وتجزئة في النظر وابتسار في التعميم فإن منتهى أمرها أن تثير الهمم وتحضها على القيام بأبحاث لاحقة تتخذ لها موضوعاً الطريقة التي أسهم بها العلم والتقنية في تقدم المجتمع بعامة وما حدث للعلاقة المداخلة المتلاحمة بين العلم والتقنية والتقدم من تغير وما طرأ عليها من تبدل بخاصة . وتتأثر هذه العلاقات المترابطة بعوامل عدة وتتبع مؤثرات كثيرة ، بيد أن ما يقوم بينها من ترابط وتلاحم لحقيق أن يجمع هذه المؤثرات وتلك العوامل في كل موحد ومعقد يشتمل بين جنباته على ما للتربية من نموذج ومحتوى ووجهة وعلى ما للبحث من تنظيم ومنظمات وما للمعرفة التقنية من وسائل تكتسب بها وطرائق تحصل بها، كما تشتمل على دقة التجريب ومهارة التطبيق وعلى حسن اختيار الطرق التي تهدف إلى تشجيع الابداع ورفع مستوى التقدم الذاتي للشعب في ثقافته وعلمه .

ذلكم هو الإطار العام للدراسة وما تنطوي عليه من أفكار وأهداف وما تقتضيه من وسائل تبغي بها إنفاذ تلك الأهداف وتحقيق تلك الأفكار على خير وجه وأكمل صورة ... إلا أن القصور في ذلك واضح بين وما ذلك عن طبيعة مثل هذه الدراسة بغريب .

والكتاب ثمرة عمل جماعي استغرق طويل وقت من حيث الاعداد والانجاز والتحرير ، وقد اضطلع بقسمه الأول ، وما فيه من دراسة تاريخية متعددة الجوانب متشعبة الموضوعات متسعة الأبعاد بعيدة المرمى ، لما تهدف إليه من تركيب كلي جامع ولما تتخذ لذلك من وسيلة التحليل الجزئي للامثلة والوقائع ابتغاء الوصول إلى العام من المبادىء والشامل من النظرات ، المؤرخ الفرنسي شارل مورازيه . وقد كلف بقسمه الثاني ، وما يشتمل عليه من دراسات جزئية ونظرات إلى واقع العالم في حاضر حاله من حيث علاقته بالتقنية والتقدم في شتى أنحاء العالم ومتنوع ثقافاته ومتباين حضاراته ، وابتغاء البحث في ماضيها عن عوامل تقدمها وفي حاضرها عن أسباب تخلفها وما تقدم عليه من شيء في سبيل عودها إلى بدئها تقدماً وإبداعاً ، فريق من المؤلفين المختصين بالثقافة والعلوم وقد اجتمعوا فائتلفوا نظراً ومنهجاً وهدفاً، فاتخذ كل منهم جزءاً من الثقافة خاصاً يقتله درساً ويشبعه بحثاً وتحقيقاً وتمحيصاً ويستخلص من ذلك كله الدروس والعبر والفائدة للبشر .

وقد عمدت الجماعة في أولى مراحل العمل إلى التحليل الدقيق والفحص العميق عن التفكير العلمي التجربي الاجرائي الحديث ولما بينه وبين المصادر التي صدر عنها ، بفضل

مآثر العرب وما أسهموا به من كبير نصيب في العلم والتقنية والتفكير والتطبيق ، من اختلافات وفوارق . والدراسة ، بعد كل ما تعرضت له في قسمها الأول من تعديل وتنقيح ، لا تعد مدخلاً إلى العلم الحديث ، فهي لا تعدو أن تكون خلاصة تعرض لنا الشروط التاريخية والاجتماعية التي أقامت بنيان التطور العلمي في سداه ، ولكنها لم تنسَ قط تحليل الشروط الفكرية والعقلية التي أبدعت لحمة هذا التطور . والتحليل هذا على عميق نظره ووسيع مداه ورحب أفقه لم يبلغ الغاية المنشودة عمقاً وشمولاً ، فما أتى به من أمثلة جزئية مبتورة وما افتقر إليه من نظرة كلية شاملة وما اتبعه من أسلوب التحليل الذي يضيع في الجزئيات ويبتعد عن الإحاطة بالمشكلة المطروحة على بساط البحث وما اتخذه في غالب أمره من شواهد رياضية لم يتعدها إلى سائر العلوم إلا فيما ندر من حال .. كل ذلك كان من شأنه أن رأينا من الأسئلة عدداً كبيراً من حيث لم نجد عن واحد منها جواباً شافياً كافياً . إلا أن الدراسة ، إذا ما تغاضينا عما اعتورها من نقص وقصور والتفتنا إلى ما اتصفت به فيما عرضت له من شؤون وأمور ، جاءت منصفة غاية الانصاف ، فهي لم تبخس أحداً حقه من الفضل والشكور والجزاء الجميل ، فقد أعطت لأصول الثقافة أو الحضارة الغربية ومصادرها حقها الذي لها ، وإن جاء ذلك محدوداً في أفقه ضيقاً في مداه قريباً في مرماه .. ثم هي لم تغفل البحث في الأسباب التي دعت إلى نهضة الغرب فرجعتها إلى الشرق بعامة وإلى الحضارة العربية بخاصة مبينة الدعائم التي ارتكزت عليها والأسس التي استندت إليها ... وقد أبدت لهذه الأسس وتلك الدعائم تفهماً أي تفهم فأحسنت فهم أعماق الفكر العربي–الاسلامي في جوهره وأسسه وفي غاياته وأهدافه .. ثم تعرضت لأسباب تخلفه الاجتماعية والسياسية والتاريخية والاقتصادية فأجادت التحليل عمقاً لكنها أجملت في النظر شمولاً فلم تبلغ في ذلك الشأو المأمول لتصل إلى خفايا هذا التخلف ومكامنه البعيدة وما يقتضيه التقدم من شيء يتخذ فينجع . غير أن ذلك يحتاج إلى دراسة برأسها يضطلع بها من يتخذ له المعرفة بضروبها جميعاً وبأبعادها التاريخية والحاضرة والمقبلة أساساً ومستنداً فيصدر عن ذلك صدور من يحيط بالمجتمع والتقنية معرفة وعلماً .

يعالج القسم الأول من هذه الدراسة ما اعترض التقدم العلمي من مشكلات تاريخية فيلقي عليها ضوءاً فكرياً يكشف به عن كوامنها ودفائنها . وهو لا يلخص في ذلك تاريخ العلوم الحديثة وإنما يسوق بعضاً من ملامحها الأساسية ويحاول تلخيص قرنين من التقدم العلمي من حيث أسسه ومبادؤه وعوامله وعناصره وانتشاره ومدى تقبل العالم له وتمثله

في جوهره ونتائجه . وتتوزع أفكار هذا القسم ثلاثة أجزاء . ويعد جزؤه الأول العلوم الحديثة ميراثاً عاماً وإرثاً مشتركاً بحيث يستقل بعض الشيء عن الثقافات المختلفة . وقد عمد هذا الجزء إلى تحليل العوامل الفكرية الداخلية للتقدم العلمي بل للتفكير العلمي في تقدمه وأسس هذا التقدم فتعرض بذلك للعلم في مبادئه الفكرية وفي تطوره المحض وفيما تحركه من روح علمية وما يمثله من مفهومات علمية وما يبتغيه من حقيقة علمية وما جرى في ضروبه المختلفة من إصلاح وتطور وما يتبعه في ذلك كله من مناهج علمية وما اعتمده من تجربة وما استند إليه من آساس عقلية وما اتخذه في التعبير عن تلكم الحقيقة وهذه المفهومات من لغة علمية ورموز ذات دلالة .. وهو يعالج في كل ذلك تنظيم العلوم والأسباب التي عدت من أجلها العلوم الدقيقة والتجريبية أدق من غيرها من فروع المعرفة رما يرجع في ذلك إلى التعارض بين نظرتين إلى العالم : نظرة ينصب فيها اهتمام الإنسان الأساسي على تلاؤمه مع البيئات الطبيعية التي يصعب تغيرها ، ونظرة يتجه فيها عمل الانسان إلى تغيير شروط وجوده من طريق العلم . ويرى بعد ذلك أن هذه الثورة الفكرية وجدت تعبيراً لها في ضرب جديد من المنطق قادر على تمثل الظاهرات السماوية والأرضية فضلاً عن إضافته أنماطاً جديدة من الأرقام إلى ما كان يستعمل من قبل . وهو يبين لنا أن العلوم التجربية قد اتخذت لها بفضل التحول في النشاط اليدوي الصناعي نظاماً جديداً وأسلوباً جديداً من حيث التعبير والتطبيق ، ثم يدرس أهمية البحث النظري كما أوحت به الصياغة العقلية في الفيزياء والرياضيات وما كان من ذلك كله من مجهود مشترك ضمهما جميعاً وزاد الاواصر بينهما وثاقاً والتحاماً ووطداً .

ويحاول الجزء الثاني الإجابة عما لم تجب عنه الدراسة العقلية الداخلية من أسئلة ظلت معلقة لا تجد لها حلاً ، وهي لن تجد من حل في غير البيئة الاجتماعية والثقافية التي تحيط بالعلم وتطوره . فهو يبين بذلك ارتباط المفهومات العلمية بالمفهومات القانونيةوالاجتماعية والاقتصادية التي أصابها من التغير الشيء الكبير عندما اتخذت أوربا الليبرالية والبورجوازية والرأسمالية طريقاً ومذهباً . ثم يدرس من بعدها الأصول الاجتماعية للعلم الغربي وأثر حاجات المجتمع الغربي وتقدمه في الاتفاق الذي تم بين تطور علوم المادة وتطور الرياضيات بحيث يبدو من ذلك كله أن تفوق أوربا وسبقها في هذا المجال لم يجيء من تميز عرقي وإنما يرجع إلى تغيرات في الاقتصاد الاجتماعي وإلى ما حصلته أوربا من ثروة إذ استعمرت الأمم الأخرى ، فضلاً عما طرأ على الطاقة الانتاجية من ارتفاع ضخم مفاجيء فكان من

أمره أن تغيرت نظرة الناس إلى الحياة وبوىء الفعل مكانة الصدارة وارتبط مصير العلم بمصير الرأسمالية ، فإذا هو يتخطى العقبات التي شلت تقدمه من قبل وإذا بالتجربة تسود المجتمع والعلم جميعاً وإذا بالتفكير التجريبي يتغلب على الأفكار القَبْلية وإذا بالناس يتحدثون عن العالمية باسم العقل والعلم والقانون .. إلا أن ذلك كله إن أدى إلى شيء فإلى سيادة النزعة الصناعية النفعية والتجريبية التقنية بحيث غدت الرياضيات بعيدة عن الناس في مضطرب أحوالهم وقويت شوكة الدولة وتركزت سلطة المال فسيطرت على العلم والتقنية واحتكرتهما فتباين التبادل التجاري والقدرة الاقتصادية بين الدول وعمل ذلك على تأخر بلدان وأقوام واختلال في التوازن بين الانتاج والاستهلاك فكانت اللامساواة وكان النزاع وكانت الحروب وابتعد العلم عن أداء وظيفته الاجتماعية وإنجاز رسالته الانسانية وفضل الهيمنة على الجوانب المادية للطبيعة على التقريب بين الناس ولم شملهم . غير أن مسؤولية العلم الخلقية في هذا كله يحوطها الغموض ويكتنفها إبهام أسرار التاريخ في حاجاته ومصادفاته مما يبعث على مناقشة مدى اعتماد التقدم المادي المنجز على تقدم العلوم وتبيان الفروق في تطبيقات العلم في مختلف الأنظمة الاقتصادية من أجل أغراض السلم والحرب على السواء . لا شك أن للتطور مستويات مختلفة وأن للمنافسة بين القوى العظمى في العالم أثرها الكبير في تطور التقنية العسكرية . بيد أن التجربة العلمية الغربية قد أبرزت مشكلة عجز العالمية العلمية عن توحيد نشاط الناس ودفعه إلى الاعتماد على الذات فيما يقوم به من أمر ، فكل مشروع علمي إنما يتصدى لما لا يستطيع العلم وحده أن يحل من مشكلات ... والعلم في ذلك كله إنما يمثل الأمل والرجاء والخوف والدمار .

أما الجزء الثالث فيبحث في انتشار العلم الحديث وامتداده إلى أقطار تتعدى الغرب، فيتعرض لما تدين به أوربا الحديثة من كبير دين للثقافات الأخرى التي سبقتها ويبين أن ما حدث من اختلاط وتبادل في الثقافة عبر القرون كان الأساس المكين والركن الركين للعلم الحديث ، وهو يعرض للعوائق التي اعترضت طريق التقدم العلمي غير الغربي وما حدث نتيجة لهذه العوائق من أثر في العلم وما طرأ عليه من طوارىء إذ تلقاه غير الغربيين من الناس بعد إذ تخلوا عن العلم في أسبابه ومبادئه وطرائقه وسبله وبعد إذ اكتنفهم ليل من الجهل دامس حالك مما أفضى إلى أن نُسوا وأُهملوا فأغفلهم الناس وأعرضوا عنهم إلى حين ... حتى إذا عادوا يتلمسون طريق العلم والعرفان أضحوا موضع إحترام وحسن نظر يعم الشرق كله بعد أن اتخذ له الحضارة العربية منطلقاً واساساً لما أيقظته في النفوس من اهتمام بها

تبجيل لمآثرها ، فكان مؤدى ذلك أن اتخذت هذه الحضارات مستنداً ينطلق منه المفكرون في نقد المجتمعات الأوربية لتخليها عن العقل في نظمها الاقتصادية والفكرية والدينية الضيقة . فإذا كانت الحضارات القديمة بعامة والهندية والعربية بخاصة قد انهزمت أمام التقدم السريع للعلم والتقنية فإن تأخرها إنما يرجع إلى عجزها بل رفضها أن تشتري التقدم العلمي بثمن باهظ هو الطلاق بين العلم وسائر الخبرة الانسانية ، مما يلزم الغربيين أن يعيدوا تقويم هذه الحضارات في ثقافتها واتجاهاتها العقلية والفكرية وفي نتائجها العملية ومبادئها الروحية ، فما ترجع حضارتهم إلى اليونان إلا في بعض منها وما ورثوا حضارة اليونان إلا من طريق هذه الحضارات الشرقية بعامة والعربية بخاصة . وأما دعواهم أن الحضارة الغربية تنتمي إلى اليونان وحسب فدعوى باطلة لا تؤيدها الوقائع في شيء بل هي تسيء فهم أصول العلم وشروطه وتشوه طبيعته وتحد من تطوره وتنحرف به عن مبادئه وجوهره. فالنهضة الأوربية التي كانت تحتقر الشرق وتزدري شأنه ما كان لها أن تبلغ ما بلغت من شأو لولا أن سبقتها سبعة قرون من النهضة الحضارية العربية في بغداد وما أبدعته من عظائم الأمور في الفيزياء والفلك وغيرهما ...

ومما زاد العلم سوءاً في عواقبه أنه أسيء استخدامه وتغيرت طبيعة العلاقة بينه وبين التقدم منذ أن اتخذ الاستعمار له العلم ركوبة يمتطيها ابتغاء مصلحة يرجوها فلم يتح للثقافات والأقوام الخاضعة له الاطلاع على العلم إلا في لبوس الحرب والتجارة والمصلحة ، فقصرت عن مجاراته . فما من شيء أعدها للحاق به وما من شيء هيأها للحذر من الجانب المادي للتقدم العلمي وماله من سيء الأثر في القيم التقليدية الاجتماعية والخلقية والدينية . والمعرفة القديمة إن قاومت شيئاً فإنما قاومت العلم نفسه في حين ظنت أنها لقادرة على اصطناع منتجاته للدفاع عن نفسها ، وإن كان الاستعمار قد أثبت سمو العلم في مناهجه فما ذلك إلا من حيث نتائجها التي قدمها تلقاء ما قدمته المعرفة القديمة من منتجات . إن ما بدا من الاستعمار من مخالفة لطبيعة العلم والمبادىء العامة للمعرفة العقلية ومعارضة للطريقة التي اتخذت لتوزيع المسؤولية التقليدية من أجل تقدم المعرفة وتزويدها بأسسها وطرقها ، كل أولئك كان من شأنه وأد الفكر المبدع الأصيل في الأمم المستعمرة وقتاً طويلاً . وما تولد من ذلك كله من خضوع وتمرد وإعجاب ورفض كان من أمره أن جعل ضروب التصدي الثقافية الناجمة عنها عقيمة لا جدوى منها ، بل إن ما حدث من طرائق جديدة للتصرف والتفكير والعمل

والنظر كان له أكبر الأثر في الاختلاط الفكري لدى الشعوب فلم تتلقَ بذلك الوسائل التي تتيح لها ، وهي ترزح تحت نير الاستعمار واحتكار دوله للتقدم العلمي ، اجتياز الخطوات الفكرية والعملية التي قطعتها أوربا في طريق تقدمها ولم تمنحْ التشجيع الذي كان في وسعه أن يمهد لها طريق الكشف عن المنطق الخفي الذي يكمن وراء طرائق عيشها وتفكيرها، وهي الطرائق التي نسيتها أوربا أو رفضت عمداً الاكتراث لها • ولم يؤدِ الاستقلال بهذه الأمم إلى إثراء المعرفة في مبادئها ونتائجها لما ظلت عليه من خضوع وتبعية .

والدراسة لا تنسى فيما تضربه من أمثلة وتقدمه من شواهد الحضارة العربية فيما قدمت وأبدعت . فإذا كان للعلم العربي هذه المكانة الكبرى والأهمية العظمى على شجرة التقدم العلمي العام فإنه لقمين بنا أن نطرح مشكلة تخلفه على نحو خاص بحيث نرى في ذلك مشكلة اختلافه في سيره من حيث تقدمه وبطؤه • ومؤدى ذلك أن نعرف أن ما بين الاسلام والتقدم العلمي من علاقة فيها الحض على العلم كل الحض إنما يثبت أن الوشيجة القائمة بين الدين والسياسة قد أفضت إلى الانفتاح على النقد والنقل جميعاً وأن الإسلام أغنى في معناه الباطني العميق من الكاثوليكية في عقيدتها وسلطتها .. وإذا كان الاغريق يميزون العمل (للعبيد) من التأمل (للأحرار) فإن الاسلام قضى على هذه التفرقة الطبقية وفتح آفاق التأمل الديني والشعري وحض الناس على العمل والتجربة بأكثر مما فعل الاغريق وأفضل، فأثبت بذلك أنه خلاق وأن إبداعه يرجع إلى بساطة عقيدته وتنوع التيارات التي سمح للتفكير باتخاذها ولما بينه للعلم والمعرفة بعامة من طرق في نقطة تقاطع القارات الكبرى للعالم القديم . ولقد كان للاسلام دوره الكبير في نشر المعرفة في شتى ميادينها ومختلف ضروبها، هذا مع الحفاظ على أصالته على الرغم من تعرضه لشديد أثر أوربا في توسعها وامتدادها . وللمؤلف رأي مفاده أن تنوع الثقافات في العالم الاسلامي ولد صعوبة خاصة إذا ما أريد لها استعادة خصبها السابق المتعدد الأجناس ، إذ كان على شعوبه وأممه أن يكتشف كل من جديد عن هويته وشخصيته المتميزتين بلجوئه إلى دعم الشعب الذي ينبغي أن يزود بجميع الوسائل المدنية والعسكرية قبل أن يستطيع تمثل المفهومات الجديدة فضلاً عن المفهومات التي قدمتها أقلياته المختارة السابقة . فها نحن أولاء تلقاء نوع آخر من التخلف العلمي يرجع في هذه الحال إلى إنكسار في التقاليد التي كانت في الأصل قادرة على التقدم بذاتها نحو أهدافها إلا أن هذه الأهداف قد تغيرت في أثناء ذلك بقوة السلاح .

إن ما رأيناه في القسم الأول من تحليل لعوامل التقدم العلمي ودراسة لأسباب التأخر

العلمي بعامة وما ضرب من أمثلة في هذا الشأن وما ينبغي اتخاذه في هذا المضمار من سبل ابتغاء التقدم وبلوغ المساواة في العلم والثقافة بخاصة إنما يجد له دعامة وتأكيداً فيما أتى به القسم الثاني من دراسة . ذلك أن تحليل أثر العلم من طريق النظر في حاضر المجتمعات وما تقوم به في ذلك من ضروب الاصلاح والتقدم وما يتعرض له هذا التحليل للعلم من حيث إنتشاره في أرجاء العالم المختلفة من عوامل تأخر وأسباب تقدم وما يتصل بهذا التحليل من نظرة تاريخيـــة وأخرى مستقبلية ، كل ذلك قمين أن يطلعنا بأنصع بيان على أنماط الثقافات في تقدمها وضروب الحضارات في سعيها نحو هذا التقدم . والقسم الثاني هذا يبدأ بفصل دروس من الصين لجوزيف نيدهام فيتعرض لما تم في الصين من تغير وتقدم علمي وما طرأ عليها من تغيرات سياسية واجتماعية وما تولد من ذلك من آثار علمية وثقافية سيكون لها شأن كبير في مستقبل الصين الباهر من حيث تقدمها العلمي وتحولها إلى أمة صناعية . أما الفصل الثاني فدراسة للعلم والتكنولوجيا في المجتمع الياباني لجيمس داتور. ومما جاء فيه تبيانه العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع من طريق صيغة مؤداها الربط بين تحسين الحياة والعلم والتكنولوجيا والتقـــدم الاجتماعي وتحسين الرخـــاء الفردي ابتغاء بلوغ السعادة . وهذا ما كان يدفع مؤتمر الأمم المتحدة عن العلم والتقنية في سبيل التقدم فاستجاب بذلك لما يعتمل لدى النخب الأكاديمية والبيروقراطية في العالمين المتقدم والنامي من ضروب الاهتمام. فإذا بالعلم يغدو فعالية تتقدم بتقدم التقنية التي توجهها السياسة من أجل بلوغ التقدم الاجتماعي وإذا بالمجتمع يتقدم ويتقدم معه كل فرد من أفراده فيزيد رخاؤه وتزداد سعادته. وفي ذلك يفترق المجتمع الغربي عن غيره فيتطور الأول ويتخلف الثاني . وإذا كانت هذه الدراسة التاريخية لليابان تعد هذا البلد نموذجاً للتقدم العلمي في مجتمع غير غربي وتبين أسباب تمكنه من تبني العلم والتقنية ذوي الطراز الغربي بأكبر سهولة فإنها لا تنسى ما ينتاب اليابان في ذلك من مشكلات ترجع إلى اختلاف التقدير لدور البحث الكلي في المنهج العلمي وتفاوت ارتباط العلم بطرائق الحفظ والتقنية وما يقوم هناك من فجوة بـين التقويم الجمالي والعلمي للأنظمة الطبيعية . ويدرس الفصل الثالث حال الهند (س سين) ، تاريخها وحاضرها وتأثرها بالغرب وخضوعها للاستعمار وسرعة تقدمها العلمي بعد نيلها للاستقلال ، بيد أن ذلك كله لم يزِل حال اللامساواة القائمة في العلم والتقنية بين الهند والغرب . وواقع الأمر أن العلم ارتبط بالدفاع وشؤونه والصناعة الضخمة وميادينها وهما أمران ظلا وقفاً تحتكره القوى العظمى ، مما زادت معه اللامساواة خطورة

في مداها وأبعادها . ثم إن احتكار الصناعة في الدول الغنية للوسائل العلمية الدقيقة إلى أبعد حدود الدقة جعل الدول المتخلفة والنامية في حال لا تقدم فيها إلا على عمل علمي هين الشأن وطيء الدرجة . فإذا قيل إن التقدم العلمي مرتبط بالصناعة وإذا كانت هذه تستند إلى التقنية المتقدمة والدقيقة مما تعجز عنه الدول المتخلفة الزراعية قلنا إن في ذلك تعسف نظر يجحد دور الزراعة في التقدم العلمي وما لها من كبير خطر في ذلك كله .

أما الفصل الرابع فيبحث في العلم والعالم الاسلامي وهو للدكتور أحمد يوسف الحسن ، رئيس جامعة حلب سابقاً ومدير معهد التراث العلمي العربي في الوقت الحاضر ، وقد بين في بحثه هذا بادي بدي ما في البلدان العربية والاسلامية (وهو لا يفرق بين هذه البلدان بل يطلق أحكامه عامة بحيث تشملها جميعاً ، على ما في ذلك في بعض الأحيان من تعميم مبتسر قد يفضي إلى شيء من الابهام وإن لم يلبس الأمر على ذهن القارىء) من مؤسسات علمية تزداد على مر السنوات عدداً وتتنوع اختصاصاً وتشتد اتساعاً ؛ فهناك الجامعات والمعاهد والمدارس على مختلف صنوفها ومتباين ضروبها وهناك مراكز للبحث والتدريب وقد انتشرت في الأرجاء والأصقاع فكان لبعضها طابع محلي واتسم بعضها الآخر بسمة قومية أو عالمية . والبحث بعد ذلك يعرض للعقبات التي وقفت في وجه نمو العلم في العالم العربي (الاسلامي) فحدته واعتاقت حركة تقدمه فيحصيها عداً ويقتلها تحليلاً ودرساً . وهي عدم كفاية الانفاق على البحث العلمي وقلة الباحثين وضعف تجمعهم وتنظيمهم ، والنقص في سياسة العلم الوطنية ، والنقص في وعي القطاعات الاقتصادية لأهمية البحث العلمي وعدم كفاية المكتبات العلمية وأقسام الوثائق ومراكز البحث ، وعزلة العلماء وأثر البيروقراطية وما يتولد من ذلك من قيود ، والنقص فيما يحث على العلم ويدفع إليه من عوامل ودوافع والصعوبات الناجمة عن استيراد العلم . يضاف إلى ذلك التطور العلمي «الانتقائي» المحدود وانقسام جماعة الباحثين وتبدد جهودهم والنقص في الوعي العلمي لدى الجمهور بعامة . ولم ينس الباحث التعرض للخطوات الايجابية التي تتخذها الدول العربية والاسلامية في سبيل رفع شأنها وتعزيز تقدمها وما يتم بينها من تعاون وتنسيق ابتغاء تجاوز التخلف ورأب الصدع في بنيان العلم والمعرفة .. بيد أن كفة الجانب السلبي لترجح الكفة الأخرى رجحاناً كبيراً .

ويبحث الفصل الخامس في العلم في أمريكا اللاتينية فيتعرض صاحبه (فيدريكو بانيه) لميادين البحث والابداع التقني والقدرة العلمية الانسانية والتربية العلمية ويذكر العقبات

التي تعوق تطور العلم كمثل صعوبة الاتصال والاستعمار والتقدم الجزئي للعلم وعدم التحام المنظمات العلمية ، على قلتها وضعفها ، بنشاط البلد وانتاجه الاقتصادي وتخصص العلم في مجالات معينة من المعرفة لا ترتبط بالحاجات الاجتماعية وندرة مصادر البحث وحاجة العالم – المدرس إلى الوقت والطاقة لكثرة الطلبة عدداً ... ويتساءل المؤلف بعد ذلك كله عن سبيل التقدم الذاتي للعلم ههنا ويجيب أن ليس من شك في أن الهوة القائمة في مضمار التقدم العلمي والتقني بين الدول المتقدمة والنامية أمر يصعب اجتيازه ويعسر التقليل من قدره إذا ما استمرت النماذج الثقافية والعلمية – والتي هي أساس التقدم العلمي السريع – على ما هي عليه من حال وشأن . ويقتضي ذلك تغيير سلوك العالم في أمريكا اللاتينية لما يتسم به هذا السلوك في غالب الأحيان من سعي للحصول على اعتراف الهيئة العلمية العالمية به على مستوى العالم كله مما يفضي به هذا إلى المنافسة في مجالات خاصة وقاصرة من فروع العلم لا تغني في حل المشكلات التي تكتنف مجتمعه في شيء قل أو كثر ... وعليه من بعد ذلك نبذ البنى السياسية والايديولوجية والاقتصادية التي تعارف عليها الناس لما لها من سيء الأثر في حد انطلاقته وأدائه لعمله على خير وجه فإذا هو يتحول إلى آلة لا تقدر عـلى شيء من الابداع والأصالة . وهو في ذلك كله خليق به أن يعرف كبير دوره وعظيم شأنه في المجتمع الذي ينتمي إليه . والخلاصة التي توصل إليها المؤلف والتي تمثل محصلة لكل دراسة ينتوي بها صاحبها حسن الفهم وعميق الاصلاح وبليغ الإحاطة بالمشكلات من المسائل هي أن شرط التقدم العلمي والثقافي والاجتماعي في أمريكا اللاتينية ليكمن في استئصال العقلية التي تمنح الغنى الطبيعي قيمة تجارية وتتخذ تراكم سلع الاستهلاك معياراً للتقدم العلمي بل تجعلهما شيئاً واحداً وحيداً .

ويطلعنا الفصل السادس على النظرة الافريقية إلى مشكلات التحضر فيبين لنا المؤلف أندريه أولودو الطابع التقليدي للثقافة الافريقية وعجز التمدن الغربي عن أن يحل محلها شيئاً آخر ، وما يتولد من ذلك من مشكلات في الأسرة والقرية والجماعة . كما يحدثنا عن الحكمة الافريقية وأهمية تربية الأطفال وعلاقتهم بالجماعة من حيث هي كل موحد والمنطق الذي يحرك هذه التربية في مراحلها كلها ومدى ربطه الجزء بالكل وتمثله للكل في الكون والأسرة والقبيلة على السواء . إلا أن ما تعرضت له الحضارة من تأثير غريب قد أفضى إلى أوخم العواقب ومما زاد ذلك سوءاً الجشع الذي تعرضت له افريقيا في ماضي زمانها وحاضر وقتها بخاصة فاستنزفت طاقاتها واستغلت ثرواتها من حيث لم يعد عليها

ذلك كله بنفع يذكر . ثم إنها لم تتقبل بقبول حسن ما فرض عليها من نظام تربوي يتصف بالغموض واللبس والوحشية والعنف ويبتعد عن الروح الافريقية في كل ما يتصل بالمعرفة والخبرة من شيء مما نجم معه لدى المفكرين والطبقة المثقفة الافريقية سوء فهم بل عدم فهم لهذه الخبرة وتلك المعرفة فإذا بالمربين لا يحسنون تربية وإذا بالمفكرين يتنكرون لثقافتهم الخاصة ولا يجدون مستنداً ولا مرتكزاً وإذا باللامساواة في العلم وتقدمه توغل في الصفوف وتعزل العلم عن واقع البلد وإذا بالحكام والمحكومين يقعون فريسة لذلك كله فلا يقوون على شيء .. وإذا بالتحضر يخفق كما أخفق الاستعمار من قبل ..

ويتعرض الفصل السابع للعقبات التي اعترضت سبيل المساواة العلمية فيرجع بعضها إلى طبيعة العلم الحديث نفسه من شديد تخصص وانقسام في فروعه المختلفة، وإن يكن هناك شبكة من العلائق والروابط التي تقويها والتي يشكل تطبيقها العام شرطاً أساسياً لكل إبداع، ويرجع بعضها الآخر إلى قلة العلماء وندرة مراكز البحث وكثرة المعارف وكلفة نقلها وصعوبة ذلك مما نرى معه أن اللامساواة العلمية تتأثر بالموارد الاقتصادية وتلتحق بها وتعزى إليها .

إن دراسة الحضارة العربية والصينية والهندية بكل ما أتت به من عظيم المآثر العلمية والأدبية لتريناً أن لهذه الحضارات الأسيوية الكبرى قدرة على أن تتمثل وتخصب بدائع الغرب الأولى إن كانت عرضت عليها في صيغة ملائمة وفي شروط مناسبة مما يدعو إلى القول إن المزية التي تدعيها أوربا كان من اليسر أن يتقاسمها معها العالم كله إن لم تؤدِ عوامل تاريخية ذات شأن إلى نتائج مغايرة . فكان ميسوراً على العلم العربي فهم كوبرنيك وغاليليو وريثيه المباشرين إن تهيأ له أن يتلقى أعمالهما سليمة غير منقوصة وغير مشوهة. إن طبيعة العلم والطريقة التي قطع بها خطوات التقدم ودوره في المدنية كل اولئك إنما هي عوامل زادت التفرقة الثقافية تفاقماً بعد إذ اتخذها له الاستعمار وسيلة تسلط وقهر وقتل للمواهب حتى إذا نالت الدول المستعمرة استقلالها لم يفضِ استقلالها إلى الابداع الأصيل في حل مشكلاتها فما تتمسك به من معتقدات وما نراه من عجز العلم عن تبديل أسلوب حياتها كان له كبير الشأن في تخلفها فلم تقدر على إصلاح نفسها ولم تقوَ على اتخاذ المفهومات الأصيلة التي اعتمدها الغرب فأثمر وأبدع لتكون لابتكارها العلمي ركيزة ودعامة . ثم إن ما اتخذته من سياسة عقيمة في التسليح وما اعتمدته من ضروب المباهاة في الاقتصاد

بعامة كان سيء الأثر في تطورها .. مما تولد منه نمط من الاستهلاك غريب وتنظيم للدولة أبعد ما يكون عن حاجات الدولة بنياناً ونظاماً ... وذلك كله حري أن يدفع الناس إلى التوفيق بين الحاضر المستوحى من غريب النماذج والماضي الذاتي الأصيل فنبلغ من ذلك درجة من المعرفة والوعي نستطيع معها رأب الصدع في التقاليد فنثير الحركة في الكيان المشلول فيتيسر له من طريق ذلك دفع العلم على طريق الحياة والتقدم .

وما ينبغي تأكيده في خاتمة ذلك كله أن ليس هناك في العلم والتقنية ما يصعب دركه ويستغلق فهمه ويستبهم أمره على أي شعب من شعوب العالم أو أية حضارة من حضاراته فهي جميعاً قد أسهمت بنصيب في التراث العام للمعرفة والعرفان . إلا أن حواجز وحدوداً وقفت في وجه انتشار العلم وتقدمه فحدته وباينت بين درجات أصحابه سمواً وتفوقاً .

الخـــاتمة :

وأراد المؤلف لهذه الخاتمة عنواناً ذا دلالة فأطلق عليها اسم : العلم ذلك المجهول ، فهو مجهول الهوية ومجهول الهدف ومجهول المعنى ... فهو لم يستطع أن يقدم لنصف البشرية وسيلة تعيش بها ولم يطلعها على معنى لمصاعبها أو لموتها . وهو لم يستطع من حيث هو كذلك ومن حيث تطبيقاته أن ينقذ الملايين من الناس البائسين أو يمنح الانسانية قيمة سامية ... وهو لم يكن ذا نفع إلا لفئة قليلة في حين أغفل الكثرة الكاثرة وزادها شقاءً . ولم يفض في انتاجه واستهلاكه إلا إلى المنافسة والحرب والتفرقة فازدادت حال الفقراء سوءاً وحال الأغنياء ترفاً ... وقد نبذ العلم من أهدافه المعنى الانساني وظن أن حل المشكلات المادية لكاف كيما تحل المشكلات الروحية والنفسية والاجتماعية والثقافية في نهاية المطاف فكان ظنه إثماً وبهتاناً كبيراً . فإذا قيل إن العلم ليس السبب الوحيد والمباشر للفقر المادي في عالمنا هذا قلنا إنه المسؤول عن الاضطراب الخلقي الذي يكتنفه لما نكث من عهود الحرية والأخوة والمساواة ، وإذا كان قد أزال ضروب المواساة الفارغة التي كان يصطنعها التاريخ لتخفيف الشقاء الانساني فإنه أحل محلها مفهومات تفندها البينات المادية . وإذا كان للعلم أن يتقدم في مقبل الزمان أساساً وتطبيقاً فإن عليه أن يوسع أسسه الفكرية والمادية ويكون بذلك أعدل توزيعاً ... إلا أن ذلك لأمر بعيد . حتى إذا قيل ليس العلم والتقنية بمسؤولين عن الفقر وسوء مصير الانسان فما كان ليبلغا ما بلغا إلا بنبذ ما يمت إلى الدين والانسان من صلة قال قائل إن المجتمعات المتقدمة لهي الملومة في ذلك لما كان منها من استغلال للعلم واغتناء

مادي بالتقدم الفكري. فلقد أفضت إلى التفرقة التقنية بين الناس فتركزت السلطة في شركات متعددة الجنسيات قصارى أمرها الكسب والغنى من حيث لا ترعى إلاً ولا تحفظ خلقاً . ولقد كان من شأن الحياد الخلقي المزعوم للعلم أن جعله يتنكر للقيم الانسانية السامية فإذا به يسير في طريق غريبة عن رسالته النبيلة وإذا به توجهه أهواء ومطامع وتدفعه عوامل اقتصادية وسياسية فامتنع من التعبير عن الحقيقة البسيطة المطلقة فضاعت حـــريته وقيدت منطقـــه روابط المصلحة والواقع وأضحى استقطابه سياسياً واجتماعياً ... إلا أن لهذا الأمر جانباً آخر يتمثل في اتساع مدى العلم من حيث لغته وأساسه المنطقي فقد حل محل الاستنتاج في ضيق فروضه ومقدماته تحليل لأسسه ولمبادئه شامل وذلك لما يشتمل عليه من وسائل يصطنعها الانسان لمعرفة ذاته ولما يفضي إليه ذلك من إنتشار للمعرفة بحيث تعم المشكلات في مختلف ضروبها ومتسع أبعادها .

ومما يجب قوله ههنا إن العلم ليكسب بالاعتماد على المفكرين غير الغربيين الشيء الكثير فضلاً عما يحوزه من غنى يجيئه من طريق الحدس والخيال وما يقتضيه من تجربة ثقافية تقلل من شأن المنطق والاستنتاج . وإن عليه أن يقتبس من طرق التفكير السابقة في الأمم الأخرى وفي تاريخ العلوم من ضروب المفهومات والمبادىء ما تسعى به إلى تجديد نماذجه وتطوير مناهجه وتكون له عوناً على حل مشكلات الانسانية وإنقاذ العلم الحديث مما يتخبط فيه من حال من الاضطراب بالغة السوء . وما يبعث فينا ذلك الأمل الكبير كمثل اهتمامنا البليغ بتاريخ العلوم على متسع مجالاته وعميق ميادينه بحيث لا يقتصر على توضيح أصول التقدم الحديث وشروطه بل يتعداها إلى ما كانت تتخذه حضارات أخرى من معايير للحقيقة فإذا بالانسان يزداد معرفة لذات نفسه وإذا به يمتنع من إخضاع عمله للعلم فيلجأ إلى تقويم العلم من خلال علاقته بنفسه. وذلكم جانب على قدر كبير من الأهمية وإن أهميته لتزداد وتكبر بقدر ما تحتاج إليه الدول النامية من سرعة في الحصول على التقنية الصناعية والزراعية ومن بصيرة أعمق وأنفذ فإذا هي تعي أن في قدرتها أن تمزج أطيب المزج ما نراه اليوم من ضرب من التفكير غريب عنها مع تفكير الماضي الذي كان أبلغ إنسانية وأعمق معنى .

وإذا شئنا من بعد ذلك كله أن نخلص مع كاتب هذه الخاتمة إلى نتيجة تعم الدراسة كلها وتضفي عليها معنى شاملاً قلنا أن ليس في وسعنا بلوغ أي قرار علمي قويم قيم إلا

بالرجوع قصراً إلى التاريخ . وليس هذا شأن العلم في حاضر وقتنا لما يتخذه من معيار مادي يقسم بحسبه مصادره ويقيس به نجاحه التقني ربحاً مادياً ومكانة اجتماعية وسمواً حربياً . في حين يجدر القول إنه ما من قرار بعيد المدى بليغ المرمى في استناده إلى الإنسان في أعماقه ومعانيه إلا كان محصلة لمعرفة أفضل بالماضي من حيث أسراره ومبادؤه ونظرته في الطبيعة وآثار العلم • بيد أن العلماء مقصرون في ذلك فهم لا يعيرون تاريخ العلوم ، دراسة وتدريساً . إلا الشيء القليل والنزر اليسير من اهتمامهم بحيث لم يشغل في جنب العلم نفسه إلا حيزاً صغيراً في حين كبر ما يشغله التاريخ السياسي والاجتماعي من مكانة وما يكرس له من عمل ضخم. كل ذلك وهو حقيق به أن ينال الخطوة التي يستحق فيتبوأ المحل الذي هو خليق به فيحض الباحثين جميعاً على السعي الدؤوب والعمل الجاد فإذا هم يصدرون في ذلك عن فهم لتاريخ العلوم وما يضفيه على فهم المصير الإنساني من عميق النظر وبالغ الأثر. تلكم دعوة إلى كل من يتبصر فيرى الحقائق ويتذكر فيعمل من بعدها على إغناء الانسان بعظيم العلم وجليل العرفان .

ونحن إذ نؤكد على بليغ قدر التاريخ في فهم تقدم العلم ودرك مراميه البعيدة إنما نوثق العلاقة الوشيجة بين العلم وتاريخه ابتغاء فهم الانسان في مساره ومآله رفي حاضره ومصيره وما لذلك من صلة بالجوهر والأساس والمبادىء والأهداف. وقد جاء توثيقنا ذلك على خير وجه محقق لما قام به معهد التراث العلمي العربي في جامعة حلب من جليل الاعمال ولما أسهم به من أوفر الأنصبة ولما قدمه لصرح تاريخ العلوم من آساس ملؤها التفهم في الاختيار ولبنات مفعمة بالانصاف في الحكم ولما كان منه من إصدار لهذه المجلة العلمية المتزنة وما أتت به من عميق التحليل وبديع التركيب لجوانب كثيرة من تاريخ العلوم العربية والاسلامية فجاء معه ذلكم الصرح شاهقاً ممرداً او حرزاً حريزاً يقي التراث في العلوم وفلسفتها عاديات الدهر ونوائب الزمان ويولي أصحابه والقائمين عليه أكبر القدر وأبلغ الاهتمام وأسمى الرعاية .

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب

الدكتور حكمت حمصي

المشاركون في العدد

جون ل. برغرن : هو عضو قسم الرياضيات في جامعة سيمون فريزر في كولومبيا البريطانية . وقد قام بأبحاث مختلفة في تاريخ الرياضيات العربية في معهد التراث العلمي العربي وفي جامعة شالمرز للتكنولوجيا في غوتبورغ في السويد ، وذلك خلال السنة الجامعية المنصرمة

رفعت يسى عبيد : هو رئيس قسم الدراسات السامية في جامعة سيدني في جنوبي ويلز وقد حقق ونشر عدداً من النصوص العربية والسريانية في القرون الوسطى .

حكمت حمصي : التحق مؤخراً استاذاً باحثاً في معهد التراث العلمي العربي ومساعداً محرراً لمجلته (مجلة تاريخ العلوم العربية) ومحرراً لرسالته . وهو يجمع إلى تخصصه المهني بالفلسفة والحقوق اهتمامه بالدراسات السياسية والاقتصادية والاجتماعية فضلا عن قيامه بدراسات تتعلق بتاريخ العلوم العربية ، وهو يدرس الاقتصاد وتاريخ الفكر (الفلسفة) والترجمة في جامعة حلب .

البير زكي اسكندر : اقتصر ما نشر من مؤلفات على مجال الطب العربي ، وهو يحقق في الوقت الحاضر الترجمة العربية لكتاب جالينوس .

ا. س. كندي : عمل سنتين في مركز الأبحاث الأمريكي في مصر ، ويتوزع وقته الآن بين دراسة العلوم الدقيقة خلال القرون الوسطى وتحريره لمجلة تاريخ العلوم العربية .

ديفيد كينج : له أبحاث في تاريخ العلوم العربية الإسلامية ويدرس العربية ويشرف على حلقة بحث (دراسية) للخريجين في جامعة نيويورك وهي تدور حول الفنون والعلوم في الاسلام .

أحمد سليم سعيدان : مؤرخ للرياضيات وعميد لكلية العلوم في الجامعة الأردنية منذ طويل وقت ، وقد اقتصر ما نشر من مؤلفات على مجال الحساب العربي .

جورج صليبا : درس ودرس في الجامعة الامريكية في بيروت ، ثم درس في جامعات بركلي وهارفارد ونيويرك إلى أن حط الرحال أخيراً في جامعة كولومبيا .

خوليو سامسو : يقع مجال بحثه الرئيس في تاريخ الفلك العربي ، وقد اشتملت منشوراته على دراسات عن كتب الأنوار والآلات الفلكية وعلم المثلثات في أولى مراحله .

اميلي سافيج — سميث : يقوم مركز عملها في مركز غرونباوم في جامعة كاليفورنيا في لوس انجليس حيث تعمل مساعدة باحث في الاسلاميات . وقد قضت العام الجامعي المنصرم في جامعة اكسفورد .

مانفرد أولمان : مؤرخ بارز للعلوم في الاسلام وهو أيضاً محرر لمعجم اللغة العربية الكلاسيكية الذي يعد مرجعاً موثوقاً .

أورسولا فايسر : حققت كتاب « سر الخليقة وصنعة الطبيعة » ونشره لها معهد التراث العلمي العربي . وهي تعمل الآن في مجال تاريخ علم الأجنة وعلم أمراض النساء وعلم القبالة في الطب العربي .

راينهارت فيبر : إن له اهتماماً كبيراً بالبحث في تاريخ الجغرافيا والملاحة والفلك في الاسلام على الرغم من أن مجال عمله إداري لا أكاديمي .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ - ١ — تقديم نسختين من كل بحث أو مقال الى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الاسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات الى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ – ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكناً وإلا باللغة العربية .

٢ - ٢ — طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار اليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضا ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ — بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب — أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج — أما إذا أشير الى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة الى أرقام الصفحات.

أمثلة :

أ — المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب — عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية. مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣.

ج — المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

مطبوعات معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب

آ ــ الكتب

١ – احمد يوسف الحسن — الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل لأبي العز ابن الرزاز الجزري (بالتعاون مع غانم – ملوحي – تعمري)
١٠٠ ل. س. أو ٢٥ دولاراً أمريكياً

٢ – احمد يوسف الحسن — تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر ، ١٩٧٦ .
٣٢ ل.س او ٨ دولارات امريكية .

٣ – جلال شوقي — رياضيات بهاء الدين العاملي ٩٥٣ – ١٠٣١ / ١٥٤٧ – ١٦٢٢ م ، ١٩٧٦
٣٢ ل.س او ٨ دولارات امريكية .

٤ – ادوار كنդي وعماد غانم — ابن الشاطر فلكي عربي من القرن الثامن الهجري / الرابع عشر ميلادي
٢٤ ل.س او ٦ دولارات امريكية .

٥ – ادوار كنדي — افراد المقال في أمر الظلال للبيروني
جزء (١) : الترجمة الانكليزية
جزء (٢) : التعليق والشرح (بالانكليزية) ، ١٩٧٦
١٠٠ ل.س او ٢٥ دولاراً امريكياً .

٦ – سلمان قطاية — مخطوطات الطب والصيدلة في المكتبات العامة بحلب ، ١٩٧٦
٤٠ ل.س او ١٠ دولارات امريكية .

٧ – سلمان قطاية — ما الفارق لابي بكر محمد بن زكريا الرازي ، ١٩٧٨ .
٥٠ ل.س او ١٣ دولاراً امريكياً .

٨ – بلينوس (تحقيق اورسولا وايسر) سر الخليقة وصنعة الطبيعة ، ١٩٧٩
٦٠ ل.س او ١٥ دولاراً امريكياً .

٩ – معهد التراث العلمي العربي — ابحاث الندوة العالمية الاولى لتاريخ العلوم عند العرب (١٩٧٦)
الجزء الاول : الابحاث باللغة العربية ٨٠ ل.س او ٢٠ دولاراً امريكياً .

١٠ – معهد التراث العلمي العربي — ابحاث الندوة العالمية الاولى لتاريخ العلوم عند العرب (١٩٧٦)
الجزء الثاني : الابحاث باللغة الانكليزية ٦٠ ل.س او ١٥ دولاراً امريكياً .

١١ – معهد التراث العلمي العربي — أبحاث المؤتمر السنوي الثاني للجمعية السورية لتاريخ العلوم (١٩٧٧)
٢٠ ل.س أو ٥ دولارات امريكية

ب ــ المجلات

١ – مجلة تاريخ العلوم العربية : — دورية عالمية متخصصة تصدر مرتين كل عام .
المجلد الاول (١٩٧٧) ٢٥ ل.س او ٦ دولارات امريكية
المجلد الثاني (١٩٧٨) ٢٥ ل.س او ٦ دولارات امريكية
المجلد الثالث (١٩٧٩) ٤٠ ل.س او ١٠ دولارات امريكية
المجلد الرابع (١٩٨٠) ٤٠ ل.س أو ١٠ دولارات امريكية

٢ – عاديات حلب : — حولية تبحث في تاريخ الحضارة والآثار والعلوم :
الكتاب الاول (١٩٧٥) ، الكتاب الثاني (١٩٧٦) ، الكتاب الثالث(١٩٧٧)
٢٥ ل.س او ٦ دولارات امريكية للكتاب الواحد .

Sales and Distribution by the
Syrian Society for the History of Science

PUBLICATIONS OF THE INSTITUTE FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Al-Hassan, Ahmad Y., *Taqī al-Dīn and Arabic Mechanical Engineering, with the Sublime Methods of Spiritual Machines. An Arabic Manuscript of the 16th Century.* In Arabic. 165 pp. 1976. $ 8.00

Katayé, Salman, *Les Manuscrits Medicaux et Pharmaceutiques des Bibliothèques Publiques d'Alep.* In Arabic. 440 pp. 1976. $ 10.00

Shawqi, Jalal, S. A., *Mathematical Works of Bahā' al-Dīn al-ᶜĀmilī.* (953-1031/1547-1622). In Arabic. 207 pp. 1976. $ 8.00

Kennedy, E. S., & Imad Ghanem (Eds.), *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir an Arab Astronomer of the 14th Century.* In Arabic and English. 172 pp. 1976. $ 6.00

Kennedy, E. S., *The Exhaustive Treatise on Shadows by Abū al-Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī* In English. 281 pp, 221 pp. 1976
Vol. I Translation
Vol. II Commentary $ 25/*set*

Al-Jazarī, *al-Jāmiᶜ bayn al-ᶜilm wal-ᶜamal al-nāfiᶜ fī ṣinaᶜat al-ḥiyal,* Arabic text edited by A. Y. al-Hassan with I. Ghanem and M. Mallouhi.

Al-Rāzī, *Ma al-Fāriq,* Arabic text edited by Salman Kataye.

Appollonius of Tyana (B ā l ī n ū s), *Sirr al-Khaliqa.* Arabic text edited by Ursula Weisser.

Proceedings *of the Second Conference of the Syrian Society for the History of Science,* held April 6-7, 1977. (In Arabic).

ᶜĀdiyāt Ḥalab. An annual on archaeology, history of art and science. In Arabic and English. Vol. I (1975) pp. 368, Vol. II (1976) pp. 354, Vol. III 284 in Arabic, 56 pp. French and English summaries (1977) Each Vol. $ 6.00

Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science (ISHAS), held 5-12 April 1976, Aleppo.
Vol. I in Arabic. 970 pp. $ 25.00
Vol. II in other languages. 368 pp. By hand $ 13.00
Surface mail $ 15.00

Al-Kāfi fi'l-Ṭibb of al-Rāzī

ALBERT Z. ISKANDAR & RIFAAT Y. EBIED

The purpose of this paper is to draw the attention of scholars to the existence of an apparently unique Judaeo-Arabic manuscript of *al-Kāfi fi'l-Ṭibb* of al-Rāzī, preserved in the Bodleian Library, Oxford MS No. 514 (Uri 427). This manuscript, which is written in clear Hebrew characters, was completed on Thursday 28th Ṭebheth, 5180 [= 15th January, 1420] by a certain Rabbi Saᶜadiah the Physician for his brother Rabbi Abraham.

Al-Kāfi fi'l-Ṭibb appears in Ibn Abī Usaybiᶜa's *ᶜUyūn al-Anbā'*, but no mention of it is made in the other mediaeval bibliographies, as for example Ibn al-Nadīm's *al-Fihrist*, Ibn Juljul's *Ṭabaqāt*, al-Bīrūnī's *Risālah* and al-Qifṭī's *Ta'rīkh*.

This paper presents a critical study of a number of Arabic manuscripts bearing the title of *al-Kāfī*, which have been erroneously ascribed to al-Rāzī. Internal evidence is provided to show that the Bodleian manuscript No. 514 (Uri 427) contains a copy of al-Rāzī's *al-Kāfī fi'l-Ṭibb*. The table of contents of this manuscript, together with excerpts from the text, are also given in this paper.

Al-Kāfi fi'l-Ṭibb consists of two treatises in which al-Rāzī presents his medical material modelled on the compendia (*kanānish*), and following the head-to-toe method of presentation. The first treatise contains seventy-six chapters (*abwāb*) and deals with diseases of the head. The second treatise consists of fifty-five chapters and treats of diseases of the stomach and other organs of the body, concluding with accounts of fevers. Each chapter is devoted to one illness, in which the name of the disease is mentioned, followed by its causes, its symptoms, and therapy.

Kitāb al-Kāfī fi'l-Ṭibb would appear to deserve publication in a full critical edition, based on the hitherto unpublished Bodleian manuscript, on the grounds of its importance in the history of Arabic medicine. It is hoped that such an edition will appear in the near future.

the inclined sphere and the deferent, achieving thereby a better explanation of the phenomenon called "prosneusis" by Ptolemy.

It should be noted that ʿUrḍi remains totally silent about the genuine defect in the Ptolemaic lunar model which predicts a moon almost twice as large at quadrature, hence once more emphasizing the philosophical and logical motivation of his non-ptolemaic astronomy.

SUMMARIES OF ARABIC ARTICLES IN THIS ISSUE

A Damascene Astronomer Proposes a Non-Ptolemaic Astronomy

GEORGE SALIBA

This paper gives, in Section 1, an Arabic summary of the results reached so far in the research centered around the works of the Marāghah astronomers, which had not been made available in Arabic before. It points out that the work of the Damascene astronomer Mu'ayyad al-Dīn al-ʿUrḍi (d. A.D. 1266) had not been presented either in Arabic or English, and this paper proposes to fill the gap.

The Bodleian MS Marsh 621 is shown to be a copy of the hitherto inaccessible astronomical text of ʿUrḍi. Study of this document revealed that it was written before the *Tadhkirah* of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī. It is also shown that a planetary model, hitherto ascribed to Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī is actually that of ʿUrdi.

Sections 2 and 3 give a summary of the bio-bibliographical data known so far about ʿUrḍi.

Section 4 discusses the importance of ʿUrḍi's work. It is established that it belonged to the genre of astronomical writings produced by many medieval Arab astronomers who took upon themselves the strict requirement of producing planetary models in which the movements of the planets can always be described as resulting from combinations of uniform circular motions.

The historical facts, as we know them so far, point to ʿUrḍi's work as being the earliest attempt to produce planetary models that are physically *and* mathematically consistent. What he accepts are the Ptolemaic axioms about the nature of the motion of the heavenly bodies as well as the observations recorded by Ptolemy. What he manages to achieve is a set of models, one for the upper planets, one for the moon and one for Mercury that, in modern terms, can be described as linkages of vectors of constant length rotating at uniform speed.

Observationally, ʿUrḍi remains quite satisfied with the Ptolemaic results and proves that his lunar model, for example, produces a resultant observable lunar motion in longitute that varies from the one predictable by the Ptolemaic model by an amount less than two and a half minutes, "a value that can easily escape the skillful observer". What he actually does with the Ptolemaic lunar model is to change the direction and the value of the movements of both

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a summary in Arabic, if possible, about a third the length of the original. Otherwise let us have a summary in the language of the paper.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necaci Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the ollowing system is recommended:

'	a	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh
ء	أ	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش

ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ʿ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters *ā, ī, ū.*

The diphthong *aw* is used for او and *ay* for اي .

NOTES ON CONTRIBUTORS

John L. Berggren is a member of the mathematics department at Simon Fraser University ,British Columbia. During the current academic year, however, he has pursued various projects in the history of Arabic mathematics, at the Institute for the History of Arabic Science, and at Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.

Rifaat Yassa Ebeid is chairman of the department of Semitic studies at the University of Sydney, New South Wales. He has edited numerous Arabic and Syriac medieval texts.

Hikmat Homsi, recently appointed Researcher at the Institute, Assistant Editor of the *JHAS* and Editor of its Newsletter, combines professional interests in philosophy and law with political, economic and social studies, as well as with studies related to the History of Arabic Science. He teaches economics, "Histoire de la Pensée" and traduction at the University of Aleppo.

Albert Zaki Iskandar has published extensively in the field of Arabic medicine. He is currently editing the Arabic version of Galen's *De medico examinando.*

E. S. Kennedy, for two years connected with the American Research Center in Egypt, now divides his time between studying the medieval exact sciences and helping to edit the *JHAS.*

In addition to carrying on research, **David King** is teaching Arabic and conducting a graduate seminar at New York University on "The Arts and Sciences in Islam".

Historian of mathematics and longtime Dean of the Faculty of Science, Jordanian University, **Ahmad Salim Saidan** has published extensively in the field of Arabic arithmetic.

George Saliba has studied and taught at the American University of Beirut, Berkeley, Harvard New York University, and most recently at Columbia University.

Julio Samsó has as a main research field the history of Arabic astronomy. His publications include studies of the *kutub al-anwā'*, astronomical instruments, and early trigonometry.

Emilie Savage-Smith's permanent post is at the von Grünebaum Center, University of California at Los Angeles where she is an associate research Islamist. However, she is spending the present academic year at Oxford University.

Eminent historian of the natural sciencs in Islam, **Manfred Ullmann** is also editor of the authoritative *Wörterbuch der klassischen arabischen* Sprache.

Ursula Weisser is the editor of a cosmological treatise, *Sirr al-Khalīqa*, recntly published by the Institute for the History of Arabic Science. She is presently working on a history of reproductive physiology, gynecology, and obstetrics in Arabic medicine.

Although **Reinhard Wieber's** vocation is administrative rather than academic, his active avocation is research in the history of Islamic geography, navigation, and astronomy.

jüngere Zeit, s. *WKAS* II 389 a 19 f. und meine Arbeit: *Beiträge zur Lexikographie des Klassischen Arabisch* Nr. 1, Bayerische Akademie der Wissenschaften, phil.-hist. Klasse, Sitzungsberichte 1979, Heft 9, pp. 15-17.

Diese Bemerkungen wollen sagen, daß die von Frau Weisser herausgegebenen Texte den Leser noch mit einer Vielzahl von Problemen konfrontieren. Manches wird die Editorin selbst in ihren Untersuchungen über Herkunft und Überlieferung des *Sirr al-khalīqa*, die gesondert in der *Ars medica* erscheinen sollen, klären können. Wie immer die Antworten ausfallen mögen, so darf doch schon jetzt voll Dankbarkeit festgehalten werden, daß das hier angezeigte Buch die Forschung einen großen Schritt vorangebracht hat.

Manfred Ullmann

Universität Tübingen

aruzz. p. 638 a: Statt *isṭaqis* lies *usṭuqus* (vgl. Helmut Gätje, *Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes* 56 (1960), p. 324 Anm. 2). p. 638 b: Statt *i'talafa* lies *ītalafa*. p. 639 a: Statt *i'timārun* lies *ītimarun*. p. 646 a: Statt *mutajassad* lies *mutajassid*. p. 659 a: Statt *tarbiyyatun* lies *tarbiyatun*. p. 663 b: Statt *sarṭān* lies *saraṭān*. p. 664 b: Statt *sulḥafātun* lies *sulaḥfātun*. p. 667 a: Statt *al-mushtariyyu* lies *al-mushtarī* (und so überall im Text zu verbessern). p. 676 a: Statt *ᶜaḍwun* lies *ᶜuḍwun*. p. 683a 21: Statt *al-mutafakkiru* lies *al-mutafakkiratu* (Kollektivausdruck). p. 683b: Statt *qubābun* lies *qibābun*. p. 685 b: Statt *qushᶜarīratun* lies *qushaᶜrīratun*. p. 686 b ult.: Statt *taqwiyyatun* lies *taqwiyatun*. p. 688 a: Statt *kurbun* lies *karbun* und statt *karāhiyyatun* lies *karāhiyatun*. p. 688 b: Statt *kilā'un* lies *kilā'atun* (s. *WKAS* I 305 a 11 ff.). p. 689 a: Statt *kamāhiyyatun* lies *ka-mā hiya*. p. 689 a 3: Statt *kamiyyatun* lies *kammiyyatun* (und so überall im Text zu berichtigen). p. 692 b: Statt *madḥatun* lies *midḥatun*. p. 692 b: Statt *marḍun* lies *maraḍun*. p. 693 a: Statt *tamshiyyatun* lies *tamshiyatun* (auch im Text zu berichtigen). Wahrscheinlich ist aber überhaupt *tamsiyatun* zu lesen, s. mein Buch *Naturwissenschaften* p. 264 und *Katalog Chester Beatty* II 101.

Der These, die Frau Weisser vertritt, daß der Text des *Sirr al-khalīqa* alt und wohl noch im 8. Jhdt. niedergeschrieben sei, möchte ich nicht ohne weiteres zustimmen. Es fällt auf, daß viele sprachliche Erscheinungen vorkommen, die sich erst im 9. Jhdt. herausgebildet haben. Zu *al-kullu* mit Artikel (p. 8,8; 9,9; 65,5 und oft) vgl. *WKAS* I 295 a 3 ff. Der Ausdruck *al-lā-shay'u* p. 69,4 f. ist eine Formenbildung, die nicht vor dem 9. Jhdt. zu belegen ist, s. *WKAS* II 33 b. Kollektivformen wie *aṣ-Ṣābi'atu* (p. 65,3) kommen ebenfalls nicht vor dieser Zeit vor. Abstraktbildungen nach dem Muster der Nisbe mit Femininendung sind spät, man vgl. hier *abadiyyatun* 66,8, *ākhiriyyatun* 55,8, *jawhariyyatun* 334,11, *dhahabiyyatun* 284 ult., *yaqutiyyatun* 285,1, *nafsiyyatun* 55,2, *waḥdāniyyatun* 9 ult., *kammiyyatun* 14 paen. und oft (vgl. *WKAS* I 342 b 42 ff.), *kulliyyatun* 9,10 (vgl. *WKAS* I 296 a 8 ff). Von Pluralen abgeleitete Nisben sind spät, vgl. *al-akmāmiyyatu* 388,13 (dazu *WKAS* I 576 a 20 ff.). Auch das Wort *kaywān* (122,8; 142,9; 145,2) kommt nicht in alten Texten vor (s. *WKAS* I 518 b 9 ff.).

Ähnliches gilt auch für die Nemesiosübersetzung, die nicht nur Auslassungen gegenüber dem griechisch erhaltenen Text, sondern auch Zuzätze (z.B. p. 555,13) zu ihm enthält. Dem arabischen Übersetzer muß also eine andere Textfassung vorgelegen haben. Der Wortschatz dieser Übersetzung weicht tatsächlich in vielem von der Fachterminologie ab, die sich später durchgesetzt hat. Aber bedeutet Andersartigkeit zugleich höheres Alter? Eine Konstruktion wie *mina l-arbaᶜi ṭ-ṭabā'iᶜi* p. 568,5 ist spät, vgl. Wright *Grammar* II p. 244. Das Wort *kaymūsun* (568,6; 569,6; 617,4) ist meines Wissens nicht vor dem 9. Jhdt. belegt, s. WKAS I 510 a 45 ff. Ebenso deutet das Vorkommen des Wortes *laḥnun* in der Bedeutung "Melodie" p. 551,7 ff. und 552.1 auf eine

sachkundiges Urteil bewiesen. Ihre unprätentiöse Darstellung hebt sich w tuend von den verworrenen Gedanken ab, die F. Sezgin, *GAS* IV pp. 77 über Apollonios von Tyana geäußert hat.

Es ist nicht zu erwarten, daß angesichts der Überlieferungslage und Schwierigkeiten des Textes selbst alle philologischen und sprachlichen Pro me mit dieser Erstedition schon gelöst seien. Ich möchte im folgenden einige Dinge aufmerksam machen: p. 154,6 hat *M* richtig *mal'āna*, währ die Herausgeberin das falsche *mal'ānan* in den Text gesetzt hat. Ebenso p. 362,8 und 369,2 *mal'āna* zu lesen. p. 323 ult. f.: Die Lesung *labbatu l-ḥa* ist ausgeschlossen, s. *Wörterbuch der Klassischen arabischen Sprache*, hierun *WKAS*, II 84 b 18 ff. Das richtige *lubbu l-ḥabbi* (vgl. *WKAS* II 82 b 8 ff.) w allerdings nur durch eine Handschrift der Rezension *B* gestützt. Jedoch kom *lubbun* auch p. 368,7 vor. Das folgende *dhū l-ᶜaṣfi* ist syntaktisch nicht mögl Man müßte *dhī* lesen wie in Zeile 7. Es ist unverständlich, warum die Edit p. 324,3 das sinnlose *thamaratun wa-* in den Text gesetzt hat, obwohl es in Leithandschrift *M* fehlt. Vgl. die Parallele in 325,2. p. 368,1: Statt *fa-raqi* das durch keine Handschrift gestützt wird, ist der Dual *fa-raqiyā* zu les p. 487,4: Aus syntaktischen Gründen ist M zu folgen und zu lesen: *ḥattā* *dima r-rāmī l-marmā bihī*. p. 551,7: Für Dikaiarchos ist die verunstaltete F *Dīnarkūs* im Text beibehalten, aber p. 586,3 ist die verunstaltete Form *Zaᶜar* in den Apparat verwiesen und nach dem Griechischen *Jālīnūs* em diert, obwohl paläographisch kein Übergang zwischen den beiden Schriftzü besteht. Andererseits ist p. 575,2 *Hirmis al-muthallath bi-l-ḥikma* beibehalt obwohl der griechische Text "Aristoteles" hat. p. 564 paen.: Es ist ni gerechtfertigt, nach dem Griechischen "Ammonios, der Lehrer des Plotin zu schreiben, wenn im arabischen Text "Balakhus, der Lehrer des Ammoni steht.

Sprachfehler im Text: p. 69,4: Statt *al-lā-shay'u* lies *al-lā-shay'a*. p. 13 Statt *Ifrīqiyya* lies *Ifrīqiya*. p. 237,5: Statt *wa-nafyu* lies *wa-nafyi*. p. 28 Statt *muzdawajatun* lies *muzdawijatun*. p. 379 paen.: Statt *bāqilā* lies *bāqi* p. 538,2 und 558,3 und 577,12: Statt *wa-lākinna* lies *wa-lākin*. p. 569,3: St *tartībuhū* lies *tarbiyatuhū* (entspr. *auxanesthai*). p. 596,1: Statt *mudaḥri* lies *mudaḥrajan*. p. 605,2: Statt *adaba s-sū'i* lies *adaba s-sau'i*. p. 630, Statt *madḥatun* lies *midḥatun*.

Wertvoll ist das Glossar (pp. 637-702), das den Wortschatz aller edier Texte umfaßt, aber nicht vollständig ist. Es fehlen zum Beispiel die Wö *muṭma'innun* p.7,7, *ᶜaṣfun* p. 324,1.7 und *aḥrā li-* p. 599,4. Bei den Verl sind leider keine Rektionen angegeben, jedoch sind Synonyme notiert, z unter *ghamāmun* ist auf *saḥābun* und *ghaymun*, unter *māddatun* ist auf *jau* *run* und *hayūlā* verwiesen. p. 690 f. ist die alphabetische Anordnung bei *ladh* und *mutalaqqifun* verkehrt.

Das Glossar enthält auch eine Anzahl von Sprachfehlern: p. 637 b: l

Dabei war *M* die Leithandschrift. Jedoch sind auch Zusätze aus der Rezension *B* aufgenommen, die dann durch Einrücken und einen senkrechten Strich gekennzeichnet sind. Die Rezension *A* hält Frau Weisser für im wesentlichen identisch mit der Übersetzung einer postulierten griechischen Vorlage, jedoch gibt es keine Beweise oder wirklichen Indizien für die Annahme, daß ein solches griechisches, jetzt verlorenes Original je existiert habe. Die Übersetzung sei früh und gehöre "wohl noch dem 8. Jhdt. an". Das zeige vor allem die Wortwahl, die sich stark von der Fachterminologie unterscheidet, welche sich erst im 9. Jhdt. herausgebildet hat und welche auch im *Corpus Gabirianum* verwendet wird. Die Herausgeberin (p. 21) bekennt sich damit zu der Datierung der Jābirschriften, wie sie Kraus vorgenommen hat, nicht zu der Frühdatierung, auf die sich Herr Sezgin kapriziert hat. Nebenbei sei angemerkt, daß der als Übersetzer oder Interpret des Textes genannte Sajiyus an-Nabulusi nicht gar so unbekannt ist, wie Frau Weisser p. 2 behauptet. Er wird auch als Verfasser eines Buches über den Theriak zur Behandlung von durch giftige Tiere verursachten Bißwunden genannt, s. mein Buch *Die Natur- und Geheimwissenschaften im Islam* p. 172 Anm. 1. (Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums, hierunten GAS*, IV 85, setzt Sajiyus mit Sergios von Reshᶜayna, gest. 536, gleich und glaubt, daß Sergios das "Geheimnis der Schöpfung" aus dem Griechischen ins Syrische übersetzt habe).

Die Überarbeitung, also Rezension *B*, soll zur Zeit al-Ma'mūn's (reg. 813-833) entstanden sein. Jedoch konzediert Frau Weisser selbst (p. 25), daß diese These kaum zu beweisen ist. Rezension *B* enthält als Einschub in Buch V ("Über die Tiere") den größten Teil der Schrift *De natura hominis* des Nemesios von Emesa. Dieser Textteil ist eigens pp. 537-632 ediert. In margine ist die Pagination der griechischen Edition von Christian Friedrich Matthaei, Halle 1802, angegeben, was die Benutzung und das Verständnis des arabischen Textes wesentlich erleichtert. Vielleicht wäre es jedoch gut gewesen, wenn diese Nemesios-Übersetzung in einer gesonderten Publikation synoptisch mit der zweiten arabischen Nemesios-Übersetzung ediert worden wäre. Diese ist in vier Handschriften erhalten; sie soll von Ishaq ibn Hunayn stammen und läuft meist unter dem Namen des Gregorios von Nyssa (s. Simone van Riet; *Stoicorum Veterum Fragmenta Arabica*. A propos de Némésius d'Émèse, in: Mélanges d'Islamologie. Volume dédié à la mémoire de Armand Abel, édité par Pierre Salmon, Vol. I, Leiden 1974, pp. 254-263). Die Handschrift Madrid enthält auf foll. 83a - 86b, zwischen Buch IV und V eingeschoben, einen Zusatz unter dem Titel *Min Kitāb al-Khilqa*, der sicher nicht zum ursprünglichen Textbestand gehört hat, der aber auch in der lateinischen Version des Hugo Sanctalliensis mitenthalten ist. Dieser Text ist als "Appendix I" auf pp. 527-535 ebenfalls gesondert ediert.

Bei der Recensio der Handschriften und der Entflechtung dieser schwierigen Überlieferungsprobleme hat Frau Weisser ein nüchternes, kritisches und

Book Review

Ursula Weisser (Editor). *Buch über das Geheimnis der Schöpfung und die Darstellung der Natur (Buch der Ursachen) von Pseudo-Apollonios von Tyana* (Sources and Studies in the History of Arabic-Islamic Science, Natural Science Series 1). Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1979. 66 + 702 pp. $15.

Das *Kitab Sirr al-khalīqa* ist zuerst von Silvestre de Sacy bekanntgemacht worden, der 1799 Proben veröffentlicht und den Autorennamen Balīnās richtig als Apollonios von Tyana gedeutet hatte. Später hatte sich Julius Ruska in seinem Buch *Tabula Smaragdina* (Heidelberg, 1926) eingehend mit dem Werk beschäftigt, und 1942 hatte Paul Kraus in seiner großen Studie über Jābir ibn Ḥayyān den Nachweis geführt, daß das *Buch über die Natur des Menschen* von Nemesios von Emesa eine der Quellen des Werkes war. Kraus hatte auch die Ansicht vertreten, daß das *Sirr al-khalīqa* als ein Kommentar zur *Tabula Smaragdina* zu verstehen sei, die ihren Platz am Ende des Werkes hat. Aber Ursula Weisser hat in ihrem Aufsatz "Hellenistische Offenbarungsmotive" (*Journal for the History of Arabic Science*, 2 (1978), 101-125) meines Erachtens überzeugend nachgewiesen, daß von einem Kommentar nicht die Rede sein kann.

Eine Edition des Werkes hatte H. S. Nyberg geplant, aber er konnte dieses Projekt nicht verwirklichen. Mit dem hier angezeigten Buch liegt nun die Erstausgabe des *Sirr al-khalīqa* vor, die es der Forschung gestattet, unabhängig vom zufälligen Zugang zu einer Handschrift, den Text zu studieren. Die Herausgeberin hat eine immense Arbeit geleistet, die ihr den Dank aller an der Geschichte der arabischen Naturwissenschaft und Philosophie Interessierten sichert. Die Kalligraphie der Edition sei mit einem besonderen Worte der Anerkennung hervorgehoben.

Die handschriftliche Uberlieferung des *Sirr al-khalīqa* ist sehr kompliziert. Von den 30 - 40 Codices, die heute noch erhalten sind, hat Frau Weisser 17 ganz oder teilweise benutzen können (Zu der Handschrift Tunis, Ahmadiyya 4790 vgl. Franz Rosenthal, *Journal of the American Oriental Society*, 99 (1979), 91). Sie verteilen sich auf zwei Hauptrezensionen. Die Rezension A (vier Mss.) ist die älteste Textstufe, die Rezension B (elf Mss.) ist eine aus A hervorgegangene erweiterte Bearbeitung (Von der Epitome können wir hier absehen). Als Ergebnis der Untersuchung der Handschriften sind vier relevante Codices verblieben: *M* (Madrid) und *L* (Leipzig) für die Rezension *A*, *P* (Paris) und *K* (Istanbul, Köprülü) für die Rezension *B*. Die Edition hat zum Ziel, auf Grund der vier Textzeugen den Archetyp der Rezension *A* zu rekonstruieren.

28	31	20	37	12	43	4
3	27	30	19	36	11	49
48	2	26	29	18	42	10
9	47	1	25	35	17	41
40	8	46	7	24	34	16
15	39	14	45	6	23	33
32	21	38	13	44	5	22

Fig. 2

7	3	24	15	11
20	16	12	8	4
13	9		21	17
1	22	18	14	5
19	10	6	2	23

Fig. 3

Fig. 1

Continue the procedure exactly as before, except that when each broken diagonal is completed the jump is now vertically upward, not horizontal. The last entry, n^2, will appear in the right-hand cell just under the corner.

The reader may verify for himself that Figure 2 is indeed a magic square of order 7, ($k=3$), and that its elements are yielded by the technique just described.

The text gives no proof. However, the anonymous author of the manuscript realizes that the solution is not unique. He exhibits the curious hollow square of Figure 3 having the middle cell blank. In it all rows, columns, and diagonals add up to 60. He makes some inconclusive remarks about magic squares of order four, exhibiting one, as well as a square of order six.

Magic Squares in an Arabic Manuscript

A. S. SAIDAN*

THIS NOTE DESCRIBES a method of constructing magic squares of odd order. It was found on the last pages of MS StoweOr. 10 (OMPB 7554) of the British Library (British Museum, London), following two fourteenth century arithmetical treatises by al-Umawī al-Andalusī, Yaᶜīsh ibn Ibrāhīm. The pages give no indication of authorship or date, although they mention the thirteenth century occultist (Abū al-ᶜAbbās Aḥmad) al-Būnī.[1] There is a considerable literature on Arabic magic squares,[2] but it is inaccessible to the present writer. Hence he can draw no historical inferences from the material presented below.

Consider the square array of Figure 1, having $n = 2k + 1$ cells (k a natural number) on a side. It is desired to place one number of the set $\{1,2,3,\ldots, n^2\}$ in each of the cells, in such fashion that the sum of the elements in each row, column, and each of the two main diagonals shall be $n(n^2+1)/2$. (The algebraic symbols are, of course, modern).

n being odd, the square has a middle cell. Place the number 1 immediately to its left, as shown in Figure 1. Then proceed, writing 2,3,4,... in successive cells upward along the diagonal containing 1. The edge of the square will be reached at k as shown. The process may be continued, however, if the left and right sides of the square are regarded as having been brought together, and the upper and lower sides also. It is as though the square were mapped on the surface of a torus (a ring). Thus the broken diagonal continues with the placement of $k+1$ in the upper righthand cell. Now the diagonal runs off the upper edge, but it reappears with $k+2$ in the bottom cell next to the left-hand corner. Continue diagonally upward until the diagonal is completed with n in the cell just under the middle cell. Now start a second diagonal by a making a leftward horizontal jump, skipping one cell, to place $n+1$ as shown. Complete this diagonal at $2n$, and make a second jump, to $2n+1$. Continue the process until the cell in the upper left-hand corner received the entry $(k+1)n$. Now the jump is different. It is from the corner to the cell just above the middle, which receives the next number of the sequence, $(k+1)n+1$.

*Dean, University College, Arab Institute, Jerusalem.

1. Author of *Al-Durr al-manẓūm fī ᶜilm al-awfāq wa al-nujūm* (Cairo, n.d.), *Shams al-maᶜārif wa laṭā'if al-ᶜawārif* (Cairo, 1291 H.).

2. See the bibliographies in, e.g., Heinrich Hermelink, "Die ältesten magischen Quadrate höherer Ordnung und ihre Bildungsweise", *Sudhoffs Archiv*, 42 (1958), 199-217, and N. L. Biggs, "The Roots of Combinatorics", *Historia Mathematica*, 6 (1979), 109-136.

Price: D. J. de Solla Price, "Astronomy's Past Preserved at Jaipur", *Natural History*, 73:6 (1964), 48-53.

Sayili: A. Sayili, *The Observatory in Islam* (Ankara: Turkish Historical Society, 1960).

Sezgin: F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Vol. 5: Mathematics, and Vol. 6: Astronomy, (Leiden: E. J. Brill, 1975 and 1978).

Storey: C. A. Storey, *Persian Literature: a Bio-Bibliographical Survey*, (Vol. II, London: Luzac and Co., 1958).

Suter: H. Suter, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900), and "Nachträge und Berichtigungen", *ibid.*, 14 (1902), 157-185.

andī's Persian *Risāla-i-hay'a* (see *Storey*, no. 121), the relation of which to al-Ṭūsī's *Tadhkira* nains to be established.

18. Nayanasukhopādhyāya's translation of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's recension the *Sphaerica* of Theodosius: 44.

References: *CESS*, A3, 132a, and A4.

19. *Yantrarājarisala bisa bāba*, a translation of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's treaie on the use of the astrolabe: 42.

References: *CESS*, A3, 145a, and A4.

20. *Virodhamardanagrantha*, a work in Marāṭhī composed by Yajnesvara makara Jyotirvit in 1837 and based on the *Zīj-i-Khāqānī* (see no. 10 above): 5 (16 fols.), unique?

Bibliography and Bibliographical Abbreviations

nsari: S. R. M. Ansari, "Astronomical Activity in Medieval India", *Proceedings of the International Symposium on the Observatories in Islam* (Istanbul, 1977), to appear.

hura: G. N. Bahura, *Catalogue of Manuscripts in the Maharaja of Jaipur Museum* (Jaipur, 1971).

anpied: W. A. Blanpied, "The Astronomical Program of Raja Sawai Jai Singh II and Its Historical Context", *Japanese Studies in the History of Science*, no. 13 (1974), pp. 87-126.

ilot: D. J. Boilot, "L'Oeuvre d'al-Bērūnī: Essai bibliographique", *Mélanges de l'Institut Dominicain d'études orientales du Caire*, 2 (1955), 161-255, and "Corrigenda et Addenda", *ibid.*, 3 (1956), 391-396.

ockelmann: C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2 vols., 2nd ed., (Leiden: E. J. Brill, 1943-49), and Supplementbände, 3 vols., (Leiden: E. J. Brill, 1937-42).

SS: D. Pingree, *Census of the Exact Sciences in Sanskrit*, Series A, vols. 1-4, *Memoirs of the American Philosophical Society*, vols. 81, 86, and 111 (vol. 4 is in press).

s: A. K. Das, "*Maharaja Sawai Jai Singh and His City*", lithographed on the occasion of the 250th anniversary of the city of Jaipur.

B: *Dictionary of Scientific Biography*, 15 vols., (New York: Charles Scribne's Sons, 1970-78).

ye: G. R. Kaye, *The Astronomical Observatories of Jai Singh*, Archaeological Survey of India, New Imperial Series, vol. XL, Calcutta, 1918.

nnedy: E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S., 46:2 (1956), pp. 123-177.

ng: D. A. King, *A Catalogue of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in Arabic), Cairo: General Egyptian Book Organization (in press), and *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in English), to appear.

ause: M. Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abt. B, 3:4 (1936), pp. 437-532.

gree: D. Pingree, "Islamic Astronomy in Sanskrit", *Journal for the History of Arabic Science*, 2 (1978), 315-330.

ngree: See also *CESS*.

References: *Storey*, no. 104; *Kennedy*, no. 12. On the Arabic versions of this *zīj* see also *Brockelmann*, II, pp. 275-276 and SII, p. 298. Only the Persian introduction of the *Zīj* of Ulugh Beg and the star catalogue have been published; for a brief survey of the remaining tables, which merit detailed study, see *Kennedy*, pp. 166-167.

12. The Persian *Zīj-i Shāhjahānī* compiled in Delhi by Farīd al-Dīn Masᶜūd ibn Ibrāhīm al-Dihlawī: 12 (438 fols., copied *ca.* 1800), and 14 (328 fols., copied *ca.* 1700, acquired 1725). In the second copy, the *zīj* is followed by an incomplete sexagesimal multiplication table (on which see *Historia Mathematica*, 1 (1974), 317-323, and 6 (1979), 405-417), and an incomplete table for computing the *mizāj* of the moon.

References: *Storey*, no. 133; and *Kennedy*, no. X204. The *Shāhjahānī Zīj* has, as far as I know, never been studied, and merits investigation.

13. The Persian *Zīj-i Muḥammad Shāhī* of Jai Singh: 4 (*ca.* 150 fols., copied *ca.* 1800??), and 8 (222 fols., copied *ca.* 1800).

References: *Storey*, no. 144; *Kennedy*, no. X203. Another copy which I have come across that is not listed in *Storey* is MS Aligarh University Library 30. Kaye, writing in 1918, implies that he was unable to locate a Persian copy of this *zīj* in Jaipur (*Kaye*, p. 7). The *zīj* of Jai Singh is unpublished, although much has been written on Jai Singh's astronomical activity (see *Storey* for references).

Sanskrit Translations of Islamic Works

For the sake of completeness I list the following manuscripts of Sanskrit versions of Islamic astronomical works, for which I have relied mainly on the handlist of the collection prepared by Dr. Asok Das and on Dr. David Pingree's survey of Islamic astronomical works in Sanskrit translation (see *Das* and *Pingree* in the bibliography). Other Sanskrit astronomical manuscripts are preserved in the Library, and also some European books on astronomy: see further *Das*. The Sanskrit manuscripts are listed in *Bahura* and are classified in D. Pingree's *Census of the Exact Sciences in Sanskrit* (see *CESS* for a full reference). Dr. Pingree kindly provided me with the information on the works numbered 18, 19, and 20 below.

14. *Zīj* of Nityānanda: 23 (443 pp.).

References: *Das*, p. 7, no. 127; *Pingree*, pp. 323-326.

15. *Hayatagrantha*: 24 (*ca.* 50 fols.)

References: *Das*, p. 6, no. 112; *Pingree*, pp. 326-328.

16. An extract from the tables in what is apparently a Sanskrit version of the *Zīj-i Ulugh Beg*: 45 (*ca.* 100 fols.).

References: *Das*, p. 7, no. 115; *Pingree*, p. 326.

17. Nayanasukhopādhyāya's translation of what purports to be Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's *Tadhkira* in the commentary of al-Birjandī: 46 (*ca.* 60 fols.) (unique?).

References: *Das*, p. 6, no. 114; *Pingree*, p. 328. This work remains to be studied. For al-Birjandī on the *Tadhkira* see *Brockelmann*, SI, p. 931. This Sanskrit work is more probably a translation of al-

3. The Arabic treatise on the rainbow and lunar halo by Ibn al-Haytham: 17,2 (8 fols. in the same hand as 17,1 – see no. 2 above).

References: On Ibn al-Haytham see 2 above. On this treatise see *Krause*, no. 204(19) and *Brockelmann*, SI, p. 853. The only other known copy of this work appears to be the Istanbul copy listed by Krause.

4. The Persian version of *al-Tafhīm li-awā'il ṣināᶜat al-tanjīm* by Abu'l-Rayḥān al-Bīrūnī: 7 (*ca.* 150 fols., copied *ca.* 1300, acquired 1725, fine copy).

References: *Storey*, no. 80; *Boilot*, no. 73. On Bīrūnī see also the article by E. S. Kennedy in *DSB*.

5. The Arabic commentary by Qāḍīzāda al-Rūmī on the treatise on theoretical astronomy entitled *al-Mulakhkhaṣ fi'l-hay'a* by Maḥmūd ibn ᶜUmar al-Jaghmīnī: 18 (106 fols., copied *ca.* 1600, acquired 1725).

References: On al-Jaghmīnī see *Suter*, no. 403; *Krause*, no. 403; *Brockelmann*, I, pp. 624-625, and SI, p. 865, and *Storey*, no. 88. The *Mulakhkhas* was compiled in 618H = 1221 (*contra Sezgin*, V, p. 115). On Qāḍizāda see *Suter*, no. 430; *Brockelmann*, II, p. 275, *etc.*

6. The Arabic commentary by al-Nīsāpūrī on the treatise on theoretical astronomy entitled *al-Tadhkira* by Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī: 21 (250 fols., copied *ca.* 1600), and 22 (*ca.* 120 fols., copied *ca.* 1600, acquired 1725).

References: On al-Ṭusī see *Suter*, no. 368; *Krause*, no. 368; *Brockelmann*, I, pp. 670-676 and SI, pp. 924-933; *Storey*, nos. 10 and 91; and the article in *DSB* by S.H. Nasr. The *Tadhkira* is currently being investigated in detail by J. Rajeb of Harvard University. On al-Nīsāpūrī see *Suter*, no. 395, *Brockelmann*, II, p. 256 and SII, p. 273.

7. The Arabic commentary by ᶜAlī al-Birjandī on the treatise on arithmetic called *al-Shamsīya* by al-Nīsāpūrī: 10 (197 fols., copied 924H = 1518, acquired in 1725).

References: On al-Nīsāpūrī see 6 above. On ᶜAlī Birjandī see *Suter*, no. 456; and *Storey*, no. 121. Other copies of this commentary are listed in *Brockelmann*, SII, p. 273 (to which add MS Princeton Mach 4800).

8. The Persian astrological treatise *Lawā'iḥ al-qamar* by Ḥusayn ibn ᶜAlī al-Bayhaqī al-Kāshifī: 91 (*ca.* 100 fols., copied *ca.* 1600, acquired 1725).

References: *Storey*, no. 116.

9. An unidentified anonymous Persian work on astrology: 2 (*ca.* 150 fols., copied *ca.* 1700). The author quotes Dorotheos frequently. Incipit: ...

دلیلها هفت ستاره بر مولودها

References: This manuscript is not listed in *Das*. No Persian astrological works based on Dorotheos are listed in *Storey*.

10. The Persian *Zīj-i Khāqānī* of Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī: 9 (184 pp., copied *ca.* 1600, acquired 1728, fair copy, diagrams unlabelled).

References: *Storey*, nos. 104 and 105; *Kennedy*, no. 20. On al-Kāshī see also the article in *DSB* by A. P. Youschkevitch and B. A. Rosenfeld. An edition and translation of the *Khāqānī Zīj* is currently being prepared by E. S. Kennedy.

11. The Persian *Zīj-i Sulṭānī* of Ulugh Beg: 11 (*ca.* 195 fols., copied *ca.* 1500, fair copy), plus Persian commentaries by ᶜAlī Birjandī: 5 (*ca.* 200 fols., 1015H), and Mollā Chānd: 6 (*ca.* 250 fols., copied *ca.* 1600, acquired 1725).

work represented I give only the most basic information, such as title and author, together with the accession number, number of folios, and date of copying (Hijra/Christian calendar), as well as the date of acquisition where this is available.[3] All of the authors and their works are well known to the history of Islamic science. The references given below, particularly those to the surveys of Arabic literature by C. Brockelmann and F. Sezgin and the survey of Persian literature by C. A. Storey, will guide the reader to other manuscripts of the same works preserved in other libraries.[4]

3. Since these are given in Sanskrit, I have relied on *Das* for this information.

4. The standard reference works on the sources for Islamic science are *Sezgin* (covering the period up till the mid-eleventh century); and *Suter* and *Brockelmann* (still the main sources for the later period); and *Storey* (for Persian works). Additional information on scientific manuscripts in Istanbul and Cairo is given in *Krause* and *King*, respectively. A survey of the Islamic astronomical handbooks known as *zījes* is in *Kennedy*.

Acknowledgements

My research in India in September and October 1978 was sponsored by the Foreign Currency Program of the Smithsonian Institution, Washington, D.C. This support is gratefully acknowledged.

It is a pleasure to thank Dr. Asok Kumar Das, Director of the Maharaja Sawai Mansingh II Museum in the City Palace of Jaipur, for affording me every possible assistance in the Library of the Museum, and also Mr. Yaduendra Sahai, conservationist at the Museum, for ensuring that not a minute of my short visit to the Library was wasted.

List of manuscripts

1. The Arabic version by Thābit ibn Qurra of Ptolemy's *Almagest*: 20 (*ca.* 150 fols., copied *ca.* 1600, breaks off after the beginning of the sixth *maqāla*), and the Arabic recension of Ptolemy's *Almagest* by Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī: 19 (97 pp., copied *ca.* 1500, acquired 1725).

References: *Sezgin*, VI, pp. 89 and 93.

2. An anonymous Arabic commentary on the *Kitāb al-Manāẓir* (*Optics*) of Ibn al-Haytham, actually the *Tanqīḥ al-manāẓir* by Kamāl al-Dīn al-Fārisī: 17,1 (*ca.* 150 fols., copied 1070H = 1659-60, checked 1079H = 1668-69, acquired 1725, clear *naskhī* script with carefully-drawn diagrams). The manuscript appears to have been copied by Abū Muḥammad Samānī (?) for al-Shāh Qiyād ibn ᶜAbd al-Jalīl al-Ḥārithī al-Badakhshī known as Diyānthiḥān(?).

References: On Ibn al-Haytham and his *Optics* see the article by A. I. Sabra in *DSB* and the references there cited. Prof. Sabra is currently completing an edition of this work. On Kamāl al-Dīn al-Fārisī see the article by R. Rashed in *DSB*, and on the available manuscripts of the *Tanqīḥ* see *Brockelmann*, I, p. 619 and SI, p. 853, and *Krause*, no. 389.

A Handlist of the Arabic and Persian Astronomical Manuscripts in the Maharaja Mansingh II Library in Jaipur

DAVID A. KING*

THE MAHARAJA JAI SINGH (d. 1743) is well known to the history of science as the founder of the stone observatories of northern India, of which the most spectacular is in the "pink city" of Jaipur.[1] Having convinced his patron, the Emperor Muḥammad Shāh, of the inaccuracy of the current ephemerides, computed with the *zījes* of Ulugh Beg and al-Kāshī (*ca.* 1425) of Samarqand and with the Indian recensions of the *zīj* of Ulugh Beg made by Mullā Chānd (*ca.* 1600) in the reign of Akbar, and by Mullā Farīd al-Dīn (*ca.* 1630) in the reign of Shāhjahān, Jai Singh was ordered to undertake new observations with the help of Muslim, Brahman, and European astronomers. Besides constructing the observatories, Jai Singh collected manuscripts of Sanskrit, Persian, and Arabic astronomical works, as well as printed books from Europe. Some of these, surely only a fraction of his original collection, are still preserved in the library adjacent to the observatory in Jaipur, although not all of them date from the time of Jai Singh, notably the two manuscripts of his own *zīj*.

The purpose of this note is simply to identify the Arabic and Persian astronomical manuscripts preserved in the Library.[2] The manuscripts mentioned below add little to the corpus of material available for the further study of the history of Islamic astronomy in general, but are of interest in that they illustrate the kind of works that were being studied in Turkey, Iran, and India in the seventeenth, eighteenth, and nineteenth centuries. For each

* Department of Near Eastern Languages and Literature, Faculty of Arts and Sciences, New York University, 50 Washington Square South, New York NY 10003, U.S.A.

1. On Jai Singh's astronomical activities see in the appended bibliography, for example, *Kaye*; *Sayili*, pp. 359-361; *Blanpied*; and *Price*. For an overview of Mogul astronomy see *Ansari*. On the translation of Islamic works into Sanskrit see *Pingree*.

2. A list of the holdings of the Maharaja's Museum and Library, including most but not all of various Sanskrit, Islamic, and European astronomical works, is contained in *Das*. I have not been able to consult *Bahura*, which apparently lists only Sanskrit manuscripts.

that analemma methods of determining the direction of the *qibla* constitu a non-trigonometric approach to the solution of an improtant problem. ' have presented evidence to show al-Bīrūnī's dependence on the analemma Ḥabash al-Ḥāsib, and have shown that the triangle basic to al-Bīrūnī's det mination of the local meridian by one shadow is congruent to the one tl plays the most important role in Ibn al-Haytham's determination of the a muth of the *qibla*.

Bibliography

1. Al-Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān, "*The Determination of the Coordinates of Cities*" (tr. J. Ali), (B American University of Beirut, 1967).

2. Al-Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān, *Al-Qānūn al-Masᶜūdī* (Hyderabad-Dn: Osmania Oriental Publica Bureau, 1955).

3. Kennedy, E. S., "Al-Bīrūnī on Determining the Meridian", *The Mathematics Teacher*, LVI, 8 ((1963), 635-37.

4. Kennedy, E. S., *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd al-Amākin* (Beirut: American Uni sity of Beirut, 1973).

5. Kennedy, E. S. and Yusuf ᶜId, "A Letter of al-Bīrūnī: Ḥabash al-Ḥāsib's Analemma for Qibla", *Historia Mathematica*, 1 (1974), 3-11.

6. King, David, Article "*Kibla*" in *Encyclopedia of Islam* (2nd Edition), Vol. III, (Leiden: I Brill, 1979), pp. 83-88.

7. King, David, *The Astronomical Works of Ibn Yūnus* (Unpublished Ph.D. Dissertation: Yale Uni sity, 1972).

8. Samsó, J., Article "Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq" in *Dictionary of Scientific Biography*, vol. (New York: Charles Scribner's Sons, 1975), pp. 83-85.

9. Schoy, C., "Abh. des al-Ḥasan ibn al-Haytham (Alhazen) über die Bestimmung der Richtun Qibla", *Zeitschr der Deutschen Morg. Gesell.*, 75 (1921), 242-53.

10. Schoy, C., Article "Kibla" in *Encyclopedia of Islam* (First Edition), Vol. II, (Leiden: E. J. E 1913-34), pp. 987-89.

11. Schoy, C., *Die trigonometrischen Lehren des persischen Astronomen Abu'l-Raiḥan al-Bīrūnī* (H ver, 1927), pp. 70-71.

12. Suter, H., "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abh. zur Gesch der math. Wissenschaften .....*, X. Heft, Leipzig, 1900.

13. Wieber, R., "Eine Methode Bīrūnīs zur Bestimmung der Qibla durch Konstruction aus Masᶜūdischen Qānūn (V Maqāla, Kap. 6)", *Zeitschr. der Deutschen Morg. Gesell.*, S III, 1 (1977), 625-27.

E' where E' is the zenith of Mecca. If the great circle RE' cuts the equator t N then $\widehat{AN} = \Delta\lambda$. From E' drop $E'F \perp CK$ and from F drop $FS \perp BH$. Finally draw SE'. He observes $FS \| XH$, the plane SFE' is parallel to the plane XYH, and so the plane of $\Delta SFE'$ is parallel to the horizon plane and BH is perpendicular to both. Thus the altitude circle of Mecca, $BE'\Sigma$, cuts he plane of $\Delta SFE'$ and the horizon in two parallel lines, i.e. $SE' \| H\Sigma$. He as already observed $FS \| XH$ and so $\measuredangle FSE' = \measuredangle XH\Sigma =$ the angle of the *inḥiraf*; but, $\measuredangle FSE'$ is the angle we drew in the first figure.

He goes on to give the exact correspondences between the points, arcs, and segments on and in the sphere and those on his working diagram, our Figure 5, in order to show that indeed $\measuredangle FSE' = \measuredangle FSE$, which we drew in Figure 5. Since they are sufficiently evident on comparing Figures 5 and 6 we shall not give them, though we have used arrows and dotted lines in Figure 6 to ndicate, starting with C, how Ibn al-Haytham might have thought of drawing the arcs and lines to locate F on the line CK.

What we shall do instead is to discuss the triangle that Ibn al-Haytham transfers to the working plane. In [10, p. 988] Schoy described it as "the triangle pole-Mecca-place" but this is wrong. Rather the triangle is congruent to the one obtained by al-Bīrūnī in his determination of the local meridian from one shadow observation and described in [3, esp. page 637]. Indeed the segment $FS = MQ$ is the *argument of azimuth* (*ḥiṣṣat al-samt*) a standard term in the Islamic astronomical literature.

That al-Bīrūnī and Ibn al-Haytham should use precisely the same triangle to solve two seemingly different problems is not surprising. In fact, a *qibla* technique frequently described in the literature is to wait until the latitude of the sun coincides with that of Mecca (so the sun will be on the day circle of Mecca) and then wait until it is noon in Mecca (which involves knowing $\Delta\lambda$). At that instant the gnomon shadow will be pointing $180°$ away from the direction of Mecca. Thus the problem of determining the direction of Mecca is equivalent to the following problem: Given the solar declination and the time of day find the direction of the gnomon's shadow from the cardinal directions. Al-Bīrūnī's problem is: Given solar declination and local latitude, find the cardinal directions from the direction and length of a gnomon's shadow.

It is also clear from the description of Ibn al-Haytham's analemma how unlike it is to the three previous analemmas we discussed. The most outstanding difference is that all of the other three determine the direction of the *qibla* by constructing the projection of the zenith of Mecca onto the local horizon and then joining this point to the locality to yield the angle describing the direction of the *qibla*. Ibn al-Haytham's procedure constructs the angle directly without projecting Mecca's zenith onto the local horizon, but only onto the local meridian.

To summarize, then, our purpose has been to draw attention to the fact

AG and BH. From A on the arc $\widehat{ABG}$ measure off the two arcs $\widehat{AC} = \varphi_M$ and $\widehat{AN} = \Delta\lambda$. Let $RG = \varphi$. Draw $CT \| BH$, $EH = HT$, and $EF \| BH$. On RH measure $KH = CT$, on $KL \perp RH$ take $MK = FH$; drop $MQ \perp BH$ and find S on FG so that $FS = QM$. Then $\sphericalangle ESF$ is the angle the *qibla* makes with the north-south line that is called *inḥirāf al-qibla.* [We have not given Ibn al-Haytham's variations for the case when $FH \leqslant KL$. Suffice it to say he is concerned to show that his method works for all cases].

Ibn al-Haytham's proof, for the case that $\varphi > \varphi_M$, is briefly as follows (see Figure 6, which is adapted from one supplied by Schoy). Let $\widehat{AN}$ be the equator cutting the horizon at Y, and on the local meridian $ACBR$ choose $AC = \varphi_M$, B being the local zenith and R the north celestial pole. Then the day circle of Mecca is the circle through C parallel to the equator, the circle

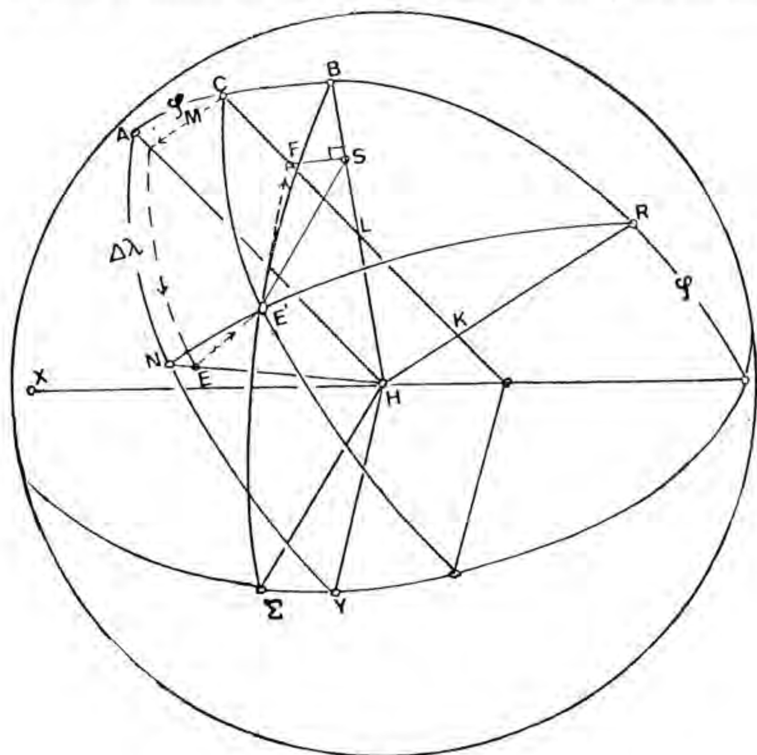


Fig. 6

showed Ḥabash's treatise to Abū Naṣr who supported the method (*qāla bihi*) and gave a proof of it (*aqāma'l-burhān ʿalayhi*) [5, Arabic text, lines 5-7]. We know [8, p. 83] that sometime before 998 Abū Naṣr wrote a treatise, now lost, titled *On Azimuths* (*K. fi'l-sumūt*) which he dedicated to his student al-Bīrūnī so it seems most likely that the incident to which al-Bīrūnī refers took place while Abū Naṣr was gathering material on the *qibla* for his treatise. If this is so, then al-Bīrūnī knew of Ḥabash's analemma more than twenty years before his first use of it in the *Taḥdid*, completed after 1018.

Having now seen that al-Bīrūnī's two analemma methods are variations on the one of Ḥabash, let us look at one that is not, that of Ibn al-Haytham. The similarity of the three methods comes out very strongly when contrasted to this fourth.

Thus in Figure 5 let *ABG* be a circle with two perpendicular diameters

Fig. 5

In addition to the strong coincidence between the lines in the two texts up to this point, observe also that the line EZ, which appears in Ḥabash's method, is referred to by al-Bīrūnī in his method and is in Figure 2 as the line EQ. From the above comparison it is plain that al-Bīrūnī modified Ḥabash's procedure in two ways: (1) al-Bīrūnī used the north celestial pole (N) as his base point rather than an extremity (Z) of the celestial equator, which is Ḥabash's starting point, and (2) al-Bīrūnī obtained the representation of the zenith of Mecca in its true position on the rotated day circle, whereas Ḥabash worked entirely with its projection on the local meridian.

We must also observe one final difference between the two procedures, namely that al-Bīrūnī locates the projection of Mecca on the horizon by specifying its distance from the meridian and prime vertical, whereas Ḥabash specifies it in terms of its distance from the locality and from the prime vertical. As a practical matter, al-Bīrūnī's approach will lead to a sharper result since Ḥabash's intersection of a circle with a straight line can be difficult to pinpoint exactly when the angle between the circle and the line is small.

Now let us show that al-Bīrūnī's other analemma method, from his *Taḥdīd*, is also a variation on that of Ḥabash. Since the method is explained completely in [4], we shall only briefly describe its main features and note its similarities to the other two methods. In the way the lines are set out (see Figure 3) its most apparent divergence from Ḥabash's analemma is that the point T, chosen so that $\widehat{TZ} = \Delta\lambda$, is chosen south rather than north of Z. Then, just as with Ḥabash, the radius of the day circle, HM, is measured off as ES (on the southern ET) and O is located on HD by drawing a perpendicular from S' onto HD, whose foot will be O, just as in Ḥabash's procedure. (That both procedures obtain the same O is illustrated in Figure 4 where $\sphericalangle SEK = \sphericalangle S'EK \ (= \Delta\lambda)$, $EK \parallel HD$, and $S'E = SE$. It is easy to show that if $S'O \perp HD$ then S is on $S'O$.) He now locates Y as in the two other procedures.

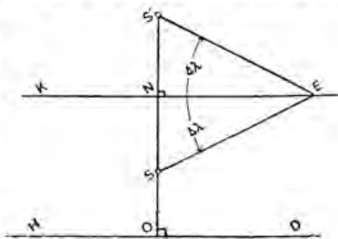


Fig. 4

Next al-Bīrūnī makes the nice observation that $S'N$ is the distance of the zenith of Mecca from the meridian plane. Certainly when one is *told* this it is not hard to see (e. g. supply $SN = SN'$ in Fig. 3 and notice that SN = FO). Now al-Bīrūnī finishes just as he should have finished his other procedure, by measuring off $S'N$ from Y along OY extended, and obtains the projection of the zenith of Mecca onto the local horizon in terms of rectangular coordinates.

The following chronology supports our hypothesis of Ḥabash's method being the source for that of al-Bīrūnī: In his letter to al-Sijzī, al-Bīrūnī says he

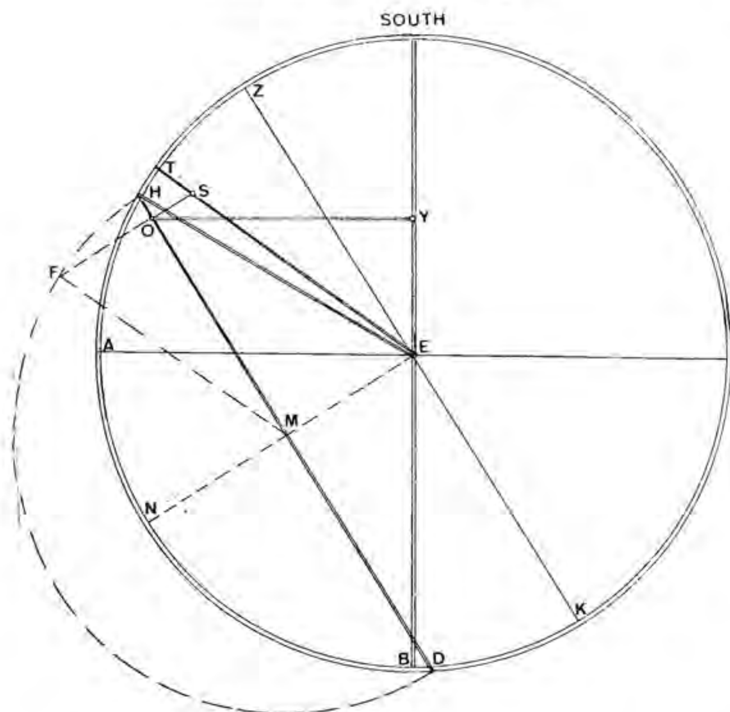


Fig. 3

Ḥabash	*al-Qānūn al-Mas'ūdī*
1. Choose Z so $\widehat{AZ} = \varphi$.	1. Choose N so $\widehat{BN} = \varphi$.
2. Choose H so that $\widehat{ZH} = \varphi_M$.	2. Choose H so $\widehat{NH} = \varphi_M$.
3. Choose T so that $\widehat{ZT} = \Delta\lambda$.	3. Choose T so that $\widehat{NT} = \Delta\lambda$.
4. Draw the day circle of Mecca and call its diameter HD.	4. Same done here.
5. Measure off the radius of the day circle on TE to get SE.	5. Draw the radius of the day circle parallel to ET and call it MF.
6. Draw $SO \perp HD$ onto HD, so O is the projection of the zenith of Mecca on the local meridian.	6. Draw $FO \perp HD$, so O is the projection of the zenith of Mecca on the local meridian.
7. Draw $OY \| AE$.	7. Same done here.

ned in his *procedure* as a point on the perpendicular to AG through Y, and in fact al-Bīrūnī's argument here is directed to showing that H' lies on $YO \perp AG$.

Thus with AG as axis rotate the plane of the meridian into the plane of the horizon. Since LY and OY are perpendicular to AG, LY goes onto OY; but $HL || OY$ so the rotation of LY defines a plane that contains H', i.e. H' lies on YO (so we may now refer to H' as O). At this point al-Bīrūnī falters; for, since O is the same distance from the meridian as H, i.e. the distance HL, he need only measure off, on the proper side of AG, a segment $YO = HL$ to obtain O, the image of H. In fact he has even said (lines 15 and 16) that $YO = HL$. However, having thus come in sight of Mecca he now turns away and argues as follows: In the circle $\widehat{ZHD}$ the arc $\widehat{ZH}$ has the property that Sin $\widehat{ZH} = HL$, the desired length. Thus in the circle $\widehat{ACG}$ take an arc $\widehat{AS} = \widehat{ZH}$. Then Sin $\widehat{AS} = HL$; however, an easy argument shows that since the circle $\widehat{ACG}$ is larger than the circle ZHD (unless it is not Mecca whose *qibla* we seek but some locality on the equator) Sin $\widehat{AS} > HL$. Hence $YO > HL$ and al-Bīrūnī's worshipper will be facing either too far east or too far west.

The reader should note that in his German translation Schoy translates 527.20-528.2 as follows (with lettering modified to fit that of Figure 1): "Und wenn wir den Kreis SM mit dem Bogenabstand ZH beschreiben so ist $\frac{1}{2}SM = \sin \text{arc } AS = HL$. Wir ziehen also $SO || AG$ und machen $YO = LH$ und damit wird der Ort des Punktes O bekannt ...." [1, p. 71].

Evidently Schoy used a different text, one including the phrase "$\frac{1}{2}$ $SM =$" and supporting the reading "wir ziehen ... $YO = LH$". Yet his text at this point gives no better sense than ours since SO, once drawn parallel to AG, will determine YO as something not equal to LH. We will not be at liberty, therefore, to "make $YO = LH$". It seems Schoy only wanted to make a German translation of his text available to his readers and not to present a study of it.

In [13] Wieber derives the expression $\sin \Delta\lambda \cdot \cos \varphi_M \cdot R$ for the length of the perpendicular from S to AG, where $R = EA$. In fact since $HZ = \cos \varphi_M \cdot Crd \Delta\lambda$, the formula for the length of the perpendicular from S to AG is $Sin\,(arc\ Crd\,(\cos \varphi_M \cdot Crd\ \Delta\lambda))$ and what Prof. Wieber derived was actually HL. Since Wieber's error cancels that of al-Bīrūnī the trigonometrical formula he derives for the azimuth of the *qibla* is correct; but, this point aside, it is evident that al-Bīrūnī's argument makes no appeal to trigonometry and that it can only mislead the reader to analyse it in trigonometrical terms.

We shall next show that al-Bīrūnī's construction is a modification of that of Ḥabash al-Ḥāsib, as set out in [5], the chief difference being that al-Bīrūnī obtains the zenith of Mecca on its day circle while Ḥabash works only with its projection on the local meridian. We set out in parallel columns the two procedures up to finding the distance YE of the zenith of Mecca from the prime vertical and in Figure 3 we indicate, by drawing them double, the lines in common to the two procedures.

Fig. 2

that when HK is drawn as it should be in Figure 1 then, when it is put in its place in Figure 2, H will be the zenith of Mecca (see line 12). As we have emended the text, his reasoning is that this is because $\sphericalangle HKZ = \triangle\lambda$, which in turn follows from the fact that $KZ||EQ$ and $\sphericalangle HKZ = \sphericalangle BEQ$. His conclusion is correct and his reasoning needs only one explanatory remark: When the equator is folded into the meridian plane along EQ (part of its trace in this plane) the point on the equator at the longitude of Mecca goes into B in Figure 1, while folding the day circle of Mecca along KZ takes the zenith of Mecca onto a point H so that $KH||EB$, which al-Bīrūnī justifies by saying $EQ||ZK$ and $\sphericalangle QEB = \sphericalangle ZKH$. It follows $\widehat{ZH} = \triangle\lambda$ and hence H is the zenith of Mecca. Now, he says, his goal is to find O, the projection of H on the horizon; for, since the altitude circle of H contains HO the line EO defines the direction of the *qibla*. We shall temporarily rename O as H' for O has already been defi-

of radius R, $\mathrm{Sin}\ \theta = R \sin \theta$, $=$ arc $\mathrm{Crd}\ a =$ arc crd (a/R), and $\mathrm{Crd}\ \theta = R\ \mathrm{crd}\ \theta$. For any angle $\theta \leqslant 90^{\circ}$, $\overline{\theta}$ denotes $90^{\circ} - \theta$.

Al Bīrūnī's method is clear enough, when his description is read in conjunction with Figure 1. As for his proof, it is apparent from his remarks about circles being imagined to be perpendicular to each other that he is talking about a situation in space and a proof using analemma methods.

Fig. 1

The first part of al-Bīrūnī's demonstration is clear. He nicely shows the correspondence between parts of his diagram (Figure 1) and the planes of the horizon, meridian, and day circle of Mecca (in Figure 2). Now he wants to show

(to BE) and we describe about the center A (13) and with radius ZH the arc MS. We drop the perpendicular HL onto KZ and draw (14) LO perpendicular to AEG. Then, if the longitude of Mecca is more than the longitude of our locality (15) we draw from the point M, east of A, a line parallel to the diameter (16) AEG, and if the longitude of Mecca is (17) less (then our longitude) we draw from S (18) a parallel to AEG. Let (19) its intersection with the line LO be at (20) the point O. We draw from the center (527.1) onto it (the intersection) the line EOC so that it will be the line of the *qibla*, along which the worshipper performs his prayer (2) from the center E, and so he will be facing Mecca or the locality which we assigned for facing.

(3) The proof of that. We imagine the semicircle ABG to be half of the meridian circle (4) perpendicular to the semicircle ACG, which belongs to the horizon, and since arc GT is (5) the latitude of the city, T is the north celestial pole and ET is part of the axis. Since we suppose (6) (the arc) TZ to be equal to the complement of the latitude of Mecca, K will be the center of the day circle passing over it. (7) For that reason half of this day circle will be ZHD and in imagination it is perpendicular to (8) the meridian circle. So, when we make (arc) TB equal to the complement of the difference of the two latitudes, (9) the line KH parallel to EB [cuts off] (*faḍala*) from the day circle (an amount equal to) what is between the two longitudes (10) because of the parallelism of the two lines KZ and the one going from E [perpendicular to] (*ʿamūd* AOL) TE and the equality (11) of the two angles HKZ and that which is bounded by BE and the (above-) mentioned line, facing the degrees of time (i.e. equatorial degrees) (12) of (the amount) between the two longitudes. The point H on this perpendicular day circle is facing Mecca. The perpendicular (13) descending from it onto the horizon of our locality, and let it fall at O, is in the plane of the altitude circle (14) passing over Mecca, and the facing of Mecca will be in its plane and for that reason our effort becomes (15) confined to determining the position of [the point O] (its points Y,O). It is known that [YO] (O) is parallel to HL (16) and is equal to it because of the parallelism of LY with the perpendicular descending from H onto O; and so, if we rotate (17) the sphere about the axis AEG the line LY perpendicular to it describes a plane surface (18) which cuts the horizon at OY, and YL fits in it along its straightness (19) and so the point O is on the line YL at (the place of) its appearance (on) the horizon. (20) When we describe the circle SM with radius ZH the sine of (arc) SA in it is equal to (528.1) HL, and for that reason the line SO parallel to AEG [cuts off] (*faḍala*) from the line (2) OY (a segment) that is equal to HL. So the place of the point O, which is the foot of the perpendicular (3) (from the zenith of) Mecca on our horizon, is known.

Commentary

Before we proceed with our commentary we state some conventions used in the remainder of the paper. The symbols $\Delta\lambda$, φ_M, and φ denote respectively the difference in longitude between Mecca and the locality, the latitude of Mecca and the local latitude. We write the medieval trigonometric functions with capital initial letters: thus, when θ is a central angle and a is an arc of a circle

What Schoy said is correct, though it does nothing to illuminate Ibn al-Haytham's method and its reference to the cotangent theorem has misled at least one modern writer. Thus, R. Wieber provides a similar trigonometric proof of al-Bīrūnī's procedure, (4), and then remarks of the two analemmas of al-Bīrūnī and that of Ibn al-Haytham that since all three lead to the cotangent theorem one may conjecture that al-Bīrūnī simply adapted Ibn al-Haytham's procedure twice [13, p. 627].

It is not surprising that different analemmas should result in equivalent formulae for the azimuth of the *qibla* when cast in the language of spherical trigonometry; however, it is surprising that on this basis one would conclude that two of the procedures were modifications of the third. As the subsequent analysis will show, al-Bīrūnī adapted the technique of Habash and not that of Ibn al-Haytham.

We note also that Ibn al-Haytham's procedure is discussed briefly by King in [7], though his main purpose is to show that Ibn Yūnus' formula for the azimuth of the *qibla* may be derived from the analemma of Ibn al-Haytham.

Since the basis for much of our subsequent argument is al-Bīrūnī's method (4) and its proofs and since the only available translation [11] does not attempt to deal with the corruptions in the text of the proof, we have thought it proper to furnish a translation of the Arabic text as given in [2].

Translation of Book 5, *Chapter* 6, of *al-Qānūn al-Masʿūdī*

Note: In our translation of the procedure and its proof from the Arabic text in [2] we enclose our emendations in square brackets and supply the original reading in parentheses immediately afterwards. Additions to the text or explanations are enclosed in parentheses, the notation "(*n.m*)" signals the beginning of line *m* of page *n* (in [2]), and "(*m*)" indicates the beginning of line *m*. Figure 1 is based on the figure in the text while Figure 2 has been supplied to illustrate the proof, for it is clear from al-Bīrūnī's own statements in the proof that he was referring to a solid figure.

(526.1) *The Sixth Chapter*: On the Constructive Method of Determining (2) the Azimuth of the Qibla and of other Places (3). When we want that we draw on a level surface in the equivalent of the horizon a circle, (4) and it in draw the line of the meridian, and we divide its circumference into three hundred and sixty (5) parts, a regular division. (6) Let circle be $ABGC$ about the center E, (7) and the line of the meridian in it AEG and A the south point. We fix the arc (8) GT toward the south equal to the latitude of our locality. We join ET and make (the arc) TZ (9) the complement of the latitude of Mecca or of the locality whose azimuth we want, and onto ET we drop the perpendicular (10) ZK. About the center K and with distance KZ we describe the semicircle ZHD. (11) Next we cut off (the arc) TB equal to the complement of the difference in longitude between our locality and Mecca, or that locality [whose azimuth we want] (12) and we draw [BE] (YE). We draw KH parallel

A Comparison of Four Analemmas for Determining the Azimuth of the Qibla

J. L. BERGGREN*

AN IMPORTANT APPLICATION OF MATHEMATICS in the medieval Islamic world was the determination of the direction in which the faithful must turn to pray, i.e. the direction of Mecca. This problem was referred to as the determination of the azimuth of the *qibla*, and in his article [6] (in the bibliography which follows this paper) King gives a useful survey of some of the medieval solutions to this problem, including approximations as well as graphical methods and applications of spherical trigonometry.

Of greater antiquity than the trigonometric techniques, graphical (or analemma) methods continued in use throughout the Middle Ages. There are four such solutions to the problem, and although all four have been published only two have been properly treated as analemmas. The four solutions are: (1) That of Ḥabash al-Ḥāsib, which survives in a letter of al-Bīrūnī published in [5], (2) a method of Ibn al-Haytham, published in [9], (3) one of al-Bīrūnī in his *Kitāb Taḥdīd al-Amākin*, translated into English in [1], and finally (4) another due to al-Bīrūnī, this time in his *al-Qānūn al-Masʿūdī* [2], which was translated into German in [11] and has been most recently discussed in [13].

The present paper has three goals. The first is to show that *qibla* determinations by analemmas are best studied on their own terms and not as some disguised form of trigonometry. The second is to point out an error in al-Bīrūnī's solution in (4) which previous authors have failed to observe. Finally, we shall show that both of al-Bīrūnī's procedures are modifications of that of Ḥabash, while Ibn al-Haytham's technique is distinct from these but close to al-Bīrūnī's graphical method of determining the meridian [3].

We begin with some general remarks on the treatment of graphical methods for determining the azimuth of the *qibla* in the literature on the subject. As already remarked, of the four procedures published, only (1) and (3) have been seriously discussed as analemmas, in [5] and [4]. Ibn al-Haytham's procedure was discussed by Schoy at the end of his translation [9], but only by a few lines giving a trigonometrical proof of the validity of the analemma. This proof he repeated in [10], and concluded with the remark that the formula he extracted from the procedure of Ibn al-Haytham "is simply the well-known cotangent theorem of spherical trigonometry applied to the spherical triangle".

*Simon Fraser University, Burnaby, B.C. and Institute for the History of Arabic Science, Aleppo, Syria.

positions, for each day of the year, and dating from the seventeenth, eighteenth, and nineteenth centuries survive in the Egyptian National Library. An extract from one of these, contained in MS *S* and computed for the year 1194H (= 1780), is displayed in Plate 3; it is unusual in that positions are given for the sun and moon for each day, for the outer planets and Venus for each ten days, and for Mercury for each five days. It seems highly probable that this ephemeris was computed using the corpus of auxiliary tables that we have discussed in this paper. Indeed, although no surviving ephemerides contain an explicit statement that they were computed using the tables of *al-Durr al-yatīm*, we can be sure that these auxiliary tables were used extensively in Egypt from the fifteenth century onwards.

Bibliography

1. El-Azzawi, A., *History of Astronomy in Iraq and its Relations with Islamic and Arab Countries in the Post Abbasid Periods* (in Arabic), (Baghdad; Iraq Academy Press, 1959).
2. Brockelmann, C., *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2nd ed. (Leiden: E.J. Brill, 1943-49, and Supplementbande, 3 vols., Leiden: E.J. Brill, 1937-42).
3. *Dictionary of Scientific Biography* (New York: Charles Scribners' Sons, 1970-1976).
4. Irani, R. A. K., "Arabic Numeral Forms", *Centaurus*, 4 (1955), 1-12.
5. Jensen, C., "The Lunar Theory of al-Baghdādī", *Archive for History of Exact Sciences*, 8 (1972), 321-328.
6. Kennedy, E. S., "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S., 46:2 (1956), 123-177.
7. ———, "A Set of Medieval Tables for Quick Calculation of Solar and Lunar Ephemerides", *Oriens*, 18-19 (1967), 327-334.
8. ———, "The Digital Computer and the History of the Exact Sciences", *Centaurus*, 12 (1967), 107-113.
9. Kennedy, E. S., and Ghanem, I., eds., *The Life and Work of Ibn al-Shatir: an Arab Astronomer of the Fourteenth Century* (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1976).
10. Kennedy, E. S., and Salam, H., "Solar and Lunar Tables in Early Islamic Astronomy", *Journal of the American Oriental Society*, 87 (1967), 492-497.
11. King, D. A., "A Double-Argument Table for the Lunar Equation Attributed to Ibn Yunus", *Centaurus*, 18 (1974), 129-146.
12. ———, "On the Astronomical Tables of the Islamic Middle Ages," *Studia Copernicana*, 13 (1975), 37-56.
13. Neugebauer, O., *The Exact Sciences in Antiquity*, 2nd. ed. (New York: Dover Publications, Inc., 1969).
14. ———, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, 3 Pts. (Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag, 1975).
15. Saliba, G., "Computational Techniques in a Set of Late Medieval Astronomical Tables", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 24-32.
16. Suter, H., "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900), and "Nachträge und Berichtigungen", 14 (1902), pp. 157-185.
17. Tichenor, M., "Late Medieval Two-Argument Tables for Planetary Longitudes", *Journal of Near Eastern Studies*, 26 (1967), 126-128.

Plate 3. An extract from an anonymous set of ephemerides for the year 1194 Hijra (= 1780 A.D.), MS S, ff. 10v, 11r. These two pages serve each day of the months Jumāda I and II. Solar and lunar positions are given for each day of the year, whereas planetary positions are given for each ten days. These positions appear to have been computed using the tables described in this paper.

The *majmūᶜa* table for Mercury (fol. 120v) is attributed to al-Hunaydī, the *mabsūṭa* table (fol. 121r) is anonymous. Likewise the increment tables (fols. 121v-128v) are unattributed.

An additional table for the *majmūᶜa* of Venus has been added in the manuscript (fol. 103r) by Muṣṭafā al-Fayḍī (*kātib muṣrif-i Sadr-i ᶜĀlī*) in 1170H, and calculations in his handwriting occur elsewhere in the margins of some of the original tables. Across al-Hunaydī's *majmūᶜa* table for Venus he has written in Turkish *jumlat bu jadwal ghalaṭdir*, "all of this table is wrong". Elsewhere in the manuscript, by a table of mean positions of the lunar node (fol. 62r), the same person has written *bu jadwalak tafāwuti fāḥish olūr*, "this table has an exorbitant divergence (from the truth)". It is rare to see such critical statements in medieval Arabic manuscripts.

Each of the individuals ᶜAbd al-Raḥīm b. al-Bannā', Muḥammad al-Hunaydī, Muḥammad b. al-Qalaᶜī, and Muṣṭafā al-Fayḍī, is new to the modern literature on the history of Islamic astronomy.

Riḍwān Efendī, an astronomer who worked in Cairo *ca.* 1600, compiled a set of solar, lunar, and planetary tables based on the method of *al-Durr al-yatīm* and on the parameters of the fourteenth century *Zīj* of Ulugh Beg of Samarqand. Riḍwān's tables, extant in MS *M*, cover 822 pages of manuscript, and are copied in his own untidy hand. For the sun, moon, and five planets, there are *majmūᶜa*, *mabsūṭa*, and increment tables. The solar increment tables are as in the earlier kind with entries for each 0;3° of horizontal argument. The lunar and planetary tables give values for each 1° of horizontal argument rather than each 6°. But Riḍwān tired of computing, and, in general, values for alternate degrees are omitted; sometimes whole pages are ruled for tables but there are no entries. In all cases, values are given to three sexagesimal digits rather than two. Ridwan's tables appear in a tidier form in MS *N*, copied some 250 years after his time: here his values for the increments are rounded to two digits and the horizontal argument difference is 2°, so that the values which Riḍwān did not bother to compute have been omitted altogether.

Riḍwān seems to have had an inspiration to compile an even larger corpus of auxiliary tables, a holograph copy of which survives in MS *P*, consisting of 1446 pages of tables, although here again he succumbed to the tedium of churning out tables and left about half of the entries blank. In this version the *majmūᶜa* tables are as before, but the *mabsūṭa* tables have been incorporated into the increment tables, in a way that escapes us. MS *Q* is a unique copy of a set of lunar tables based on the same principle, compiled and copied by the Cairo astronomer Ramaḍān b. Ṣāliḥ al-Khawānikī about the year 1750. Al-Khawānikī boasts on the title folio that no one has preceded him in this, but the vast majority of entries in the ninety folios ruled for tables have been left blank.

Several dozen Egyptian ephemerides giving solar, lunar, and planetary

any compiler. The same increment tables for Venus occur in MS *R*, where a different set of *majmūᶜa*, and *mabsūṭa* tables for Venus are attributed to Shams al-Dīn Muḥammad al-Hunaydī (and yet another set is attributed to Muṣṭafā al-Fayḍī – see below).

Concerning MS *H*, several other copies of this treatise exist, but no others contain the corpus of tables. This manuscript was copied in 1253/1837-38 and the tables may not be original to the treatise of Ibn Bakhshīsh. This is confirmed by the fact that the author gives a worked example for 979 Hijra (= 1571/72), and the table of days in the following tables begin with 1110 Hijra. A complete set of *majmūᶜa* and *mabsūṭa* tables and increment tables for the sun, moon, and planets is presented in this manuscript, and the only table specifically attributed to an author is the *majmūᶜa* table for the moon which was computed by Muṣṭafā Abū'l-Itqān al-Khayyāṭ, an Egyptian astronomer who lived *ca.* 1150/1740.

We now turn to MS *R*, a corpus of tables in *ca.* 140 fols., copied in 1053/1643-44, and survey the tables it contains which relate to our subject. Firstly, there is an "extended" set of the solar increment based on Ibn al-Majdī's original tables (fols. 3r-22v), with values for each day rather than each ten days. This is followed (fol. 23r) by a table of the lunar equation when $2\eta = 6^s$ attributed to ᶜAbd al-ᶜAzīz al-Wafā'ī, with a note on how to use it. Next there is (fols. 24r-26v) a set of solar increment tables from the *Durr*, followed by (fols. 27r- 28v) the text of the treatise *al-Ṣirāṭ al-mustaqīm* by Ibn Abi'l-Fatḥ al-Ṣūfī which the copyist says is very useful although people have overlooked it. The lunar *majmūᶜa*, *mabsūṭa*, and increment tables (fols. 29r-60b) are specifically attributed to Ibn al-Majdī.

The *majmūᶜa* table for Saturn (fol. 61r) is stated to be taken from Ibn al-Majdī's work *al-Ḥall wa-l-tarkib*; the *mabsūṭa* and increment tables (fols. 61v-68r) are unattributed.

The various *majmūᶜa* and *mabsūṭa* tables for Jupiter (fols. 69v-70r) are attributed to Ibn al-Majdī, ᶜAbd al-Raḥīm b. al-Bannā' and Muḥammad al-Hunaydī, and the increment tables (fols. 70v-76r) are attributed to Ibn al-Bannā' (see fol. 69v).

The various *majmūᶜa* and *mabsūṭa* tables for Mars (fols. 77v-78r) are attributed to Ibn al-Bannā' and Muḥammad b. al-Qalaᶜī, and the increment tables (fols. 78v-87v + 90r-101r) are attributed to Ibn al-Bannā'.

Two loose pages (fols. 88-89) contain some solar tables relating to the *Durr* in a later hand, with a note "for the latitude of Aleppo 35;50°". (The tables are in fact independent of latitude).

Only one of the *majmūᶜa* and *mabsūṭa* tables for Venus (fols. 103v-104r) is attributed, namely, to al-Hunaydī. The increment tables (fols. 104v-119r) are unattributed, but they are identical with those in the older MS *G* (see above).

N: MS Cairo Muṣṭafā Fāḍil *mīqāt* 83 (259 fols., *ca.* 1250/1835)

A later copy of Riḍwān Efendī's tables in MS M.

P: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 802 (723 fols. !, *ca.* 1000/1600)

Riḍwān Efendī's own copy of his revised version of the auxiliary tables for the planets, entitled *Kitāb Asnā al-mawāhib fī taqwīm al-kawākib*.

Q: MS Cairo Muṣṭafā Fāḍil *mīqāt* 133 (90 fols., *ca.* 1150/1735)

Ramaḍan al-Khawānikī's own copy of his auxiliary tables for the moon, after the model of Riḍwān's tables in MS *P*.

R: MS Cairo Ṭalᶜat *mīqāt* 113 (138 fols., 1053/1643-44)

This manuscript contains a complete set of solar, lunar and planetary tables based on the method of *al-Durr al-yatīm*. It bears the spurious title *Tashīl zīj durr al-yatīm li-Majrīṭī* [!] *bi* [*sic*]*-ṭūl Miṣr al-Muᶜizzīya*. Most of the *majmūᶜa* and *mabsūṭa* tables are attributed (see below).

S: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 504,3 (fols. 10v-14r, *ca.* 1193/1779)

An anonymous set of ephemerides for the year 1194 Hijra, apparently computed using the tables of *al-Durr al-yatīm*.

T: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 878 (25 fols. , *ca.* 1250H), plus two fragments numbered 40 and 627.

This is a set of auxiliary tables for computing solar longitudes, compiled by an Egyptian astronomer named Abū'l-Fatḥ b. ᶜAbd al-Raḥmān al-Danūshīrī.

U: MS Cairo Dār la-Kutub *mīqāt* 109,3 (fols 33v-39r, *ca.* 1200H).

Compiled by an anonymous Syrian astronomer, this is another set of solar tables.

11. *Discussion of the Sources*

The popularity of Ibn al-Majdī's tables in later Egypt is proven by the relatively large number of copies of these tables in various recensions, and of commentaries on the use of the tables by most of the more celebrated of later Egyptian astronomers.

Modifications were made to the solar and lunar tables already in the fifteenth century ᶜIzz al-Dīn al-Wafā'ī and Nūr al-Dīn ᶜAlī al-Naqqāsh, and the planetary tables (as in MS H) appear to date from about the year 1600 although the existence of a set of tables for Venus copied *ca.* 1450 (as in MS *G*) established that tables for the planets were also produced prior to 1600.

Commentaries on the use of the tables were written by Ibn al-Majdī himself, ᶜIzz al-Dīn al-Wafā'ī, Ibn Abi l-Fatḥ al-Ṣūfī, Ḥasan b. Khalīl al-Karādīsī, Shihāb al-Dīn Aḥmad al-Kutubī al-Khurfānī (?), Sulaymān b. Ḥamza b. Bakhshīsh, Shihāb al-Dīn Aḥmad b. Mūsā, Yaḥyā b. Muḥammad al-Khaṭṭāb, and ᶜUthmān b. Ṣāliḥ al-Wardānī as late as *ca.* 1800.

The earliest copy of planetary tables based on the method of *al-Durr al-yatīm* is MS *G*, copied *ca.* 850/1450. This contains both *majmūᶜa* and *mabsūṭa* tables and a set of increment tables for Venus. There is no indication of

These contain respectively the solar and lunar tables, copied in the distinctive hand of ᶜAlī b. Muḥammad al-Dalamī. There is no original title on the first manuscript. The second manuscript contains a hodge-podge of fragments from later copies of the corpus.

: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 391 (41 fols., *ca.* 1000/1600)

This is a complete copy of the solar and lunar tables in a clear hand. The title folio displays the title *Kitāb al-Durr al-yatīm fī ṣanaᶜat al-taqwīm* and identifies the author as Ibn al-Majdī. He is specifically mentioned in most of the tables as the calculator. There are additional tables of the *majmūᶜa* of the moon (fols. 1v-2r), specifically attributed to Nūr al-Dīn al-Naqqāsh and ᶜIzz al-Dīn al-Wafā'ī.

: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* M 25 (30 fols., *ca.* 825/425)

This is a complete set of lunar "increment" tables in a clear and elegant hand, with a note on the first page of tables: "these are the equations of the moon based on the parameters of Ibn Yunūs computed by Ibn al-Majdī, and they are in the hand of ᶜAbd al-ᶜAzīz al-Wafā'ī..."

: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* M 26 (30 fols., *ca.* 850/1446)

Another complete set of lunar increment tables, in a clear and elegant hand.

: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 681,8 (fols. 31r-43r, *ca.* 850/1450)

A set of *majmūᶜa*, *mabsuta*, and increment tables for Venus, in a clear and elegant hand. There is no indication of any compiler.

: MS Yale Nemoy 1453 (90 fols., 1253/1837-38)

A treatise on the use of the tables of *al-Durr al-yatīm* entitled *Ṭirāz al-ghurar fī ḥall al-durar* and compiled by an Egyptian astronomer named Sulayman b. Ḥamza b. Bakhshīsh (? or Ḥashīsh; either variant seems impprobable). This particular copy, unlike the others of the *Ṭirāz al-ghurar* that we have examined (e.g., MSS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 791 (9 fols., 1072H) and *majāmīᶜ* 323, 6A (fols. 33v-34r, *ca.* 1250H), contains an extensive set of tables. See further Section 11 below.

MS Cairo Ṭalᶜat *mīqāt* 82 (37 fols., 870/1465-66)

A copy of the treatise by Ibn al-Majdi on the compilation of ephemerides called *Ghunyat al-fahīm*.

MS Cairo K8524 (68 fols., *ca.* 1000/1600)

A copy of the treatise by Ibn al-Majdī on the compilation of ephemerides called *Kitāb al-Tashīl wa'l-taqrīb*.

: MS Cairo Ṭalᶜat *mīqāt* 113,1 (fols. 1r-128r, 1053/1643-44)

A set of tables based on the method of *al-Durr al-yatīm* serving the sun, moon, and planets. The various tables are here attributed to their compilers; see Section 11 below.

: MS Cairo Ḥalīm *mīqāt* 16,2 (fols. 33v-37v, *ca.* 1100/1690)

A treatise on the compilation of an ephemeris for Mercury using tables in the tradition of *al-Durr al-yatīm*. The author is Shihāb al-Dīn Aḥmad al-Kutubī al-Khurfānī.

: MS Cairo Taymūr *riyāḍa* 188 (822 pp.! *ca.* 1000/1600)

Riḍwān Efendī's own copy of his solar, lunar, and planetary tables based on the method of *al-Durr al-yatīm* and entitled *al-Durr al-naẓīm* or *al-Durr al-farīd*.

Put $\Delta_1 d = d - d_1$, and from the summed section of the table determine d_2, thence a second couple

$$\Delta m, \Delta \gamma ,$$

analogously to the procedure of Section 4. These two numbers are respectively the change in the mean and in the anomalistic argument from the beginning of the 35-year cycle to the first day of the "Julian" year in which the given date falls.

Calculate a third couple

$$m_2 = m_1 + \Delta m, \qquad \gamma_2 = \gamma_1 + \Delta \gamma_1 .$$

This consists of the mean longitude and the value of the anomalistic argument on the first day of the table year. Note that by virtue of the choice of epoch for the mean motion tables and the property of the 35-year cycle, the condition $0;0^\circ \leqslant \gamma_2 \leqslant 1;0^\circ$ should always hold.

Calculate $\Delta_2 d = \Delta_1 d - d_2$, the number of days from the beginning of the table year to the given date. If $\Delta_2 d$ is divisible by ten it will appear among the "excesses of days" arguments of the equations table. Otherwise choose the day argument nearest $\Delta_2 d$. For the other argument, the anomaly, choose the table argument nearest γ_2. Find the entry in the table corresponding to these two arguments, and call it $\Delta \lambda_1$.

Then

$$\lambda_1 = m_2 + \Delta \lambda_1$$

will be the solar true longitude for the first day of the ephemeris,

$$\lambda_2 = m_2 + \Delta \lambda_2$$

for ten days later, where $\Delta \lambda_2$ is the entry under $\Delta \lambda_1$, and so on.

10. *The Sources*

Virtually all the manuscript material relating to the tradition of *al-Durr al-yatīm* is preserved in the Egyptian National Library (*Dār al-Kutub*) in Cairo, and information on all of these manuscripts is contained in the forthcoming catalog of the Cairo scientific manuscripts by the first author. Our knowledge of the tradition is impaired by the fact that most copies of the tables are anonymous or defective or both. The following manuscripts are the oldest and most reliable sources and will be hereafter referred to by the appropriate sigla.

A: MS Cairo Dār al-Kutub *miqāt* 405 (39 fols., copied *ca.* 850/1450).

> This is the best available copy of the solar and lunar tables, transcribed in the elegant hand of ʿAlī b. Ḥasan al-Baḥṭīṭī. Unfortunately the title folio, and with it the first two sets of solar tables, is missing. The latter have been added in a later inelegant hand.

B and *C*: MSS Cairo Dār al-Kutub *miqāt* M 85,1 (fols. 1r-2v, *ca.* 850/1450) and *miqāt* M 44,2 (fols. 22r-27v, *ca.* 850/1450).

table, when $\gamma = 0$. For the last column of the same table $\gamma = 1°$. Then the same process as described in the paragraph above was carried through for the elements of this column also. That is, the solar mean travel in intervals of ten days was subtracted from the successive entries. The set of remainders should plot as an equation curve congruent with that of Figure 2, but displaced to the left by a small amount as indicated in Figure 1. More precisely, the sun will already have passed the apogee by a degree at day zero. Since the mean and the anomaly advance at about a degree per day the horizontal displacement between the two curves should be very nearly a day.

This notion was verified by calculating the horizontal intercept of each of the two equation curves between $\Delta d = 6{,}0$ and $\Delta d = 6{,}10$. Since the curves in this neighborhood are very nearly flat, linear interpolation can be used with very little sacrifice of precision. For the $\gamma = 0$ curve it yielded an intercept at 6,5;14; for $\gamma = 1°$ at 6,4;14.

As a final test, the differences between corresponding entries in the two end columns were calculated. Since for each pair the differences in the respective γ's are precisely one degree, the results should be approximately equal to the set of first differences obtained from a solar equation table where the tabular difference is one degree. Such a table is found in the zīj of Ibn Yūnus (see the entry in [3]). First differences were calculated from it for arguments near those of the differences between column elements. In general, corresponding results were identical to seconds of arc.

The method of calculating the end columns in the equations table having been established, it remains to do the same for all the columns in between, i.e, for $\gamma = 0;3°, 0;6°, 0;9°, ..., 0;57°$.

For several fixed and widely separated values of Δd, plots were made of the equations table entries for the range $\gamma = 0, 0;3°, 0;6°, ..., 1;0°$. In all cases the resulting graphs are straight lines. That is, entries along rows were filled in by linear interpolation between the endpoints. This is reasonable, since the solar longitude function has little curvature anywhere, and the total variation along rows of the table is only a degree.

9. *Use of the Solar Tables*

Having worked out the structure of the tables, their manner of application is reasonably evident. Suppose a solar ephemeris is desired, at ten day intervals commencing from a given Hijra date. Use the days table as described in Section 3 above to obtain d, the number of days from epoch to the date in question.

Now turn to the Solar mean motion table and, as described in Section 4, determine d_1 from the extended table, and the corresponding couple

$$m_1, \gamma_1 .$$

These are respectively the solar mean longitude and anomaly at the beginning of the 35-year "Julian" cycle in which the given date falls.

equation, the sinusoidal function of small amplitude hugging the horizontal axis on Figure 2. e is periodic with a period of a year. More precisely, its period is the time required for the solar anomalistic argument to run through a complete revolution. So the true longitude function consists of an ascending straight line upon which a series of identical ripples has been imposed. Since the motion takes place on a circle, perhaps it is better to think of the curve as dropping to the horizontal axis every time it reaches 360°, but this is not shown on the figure.

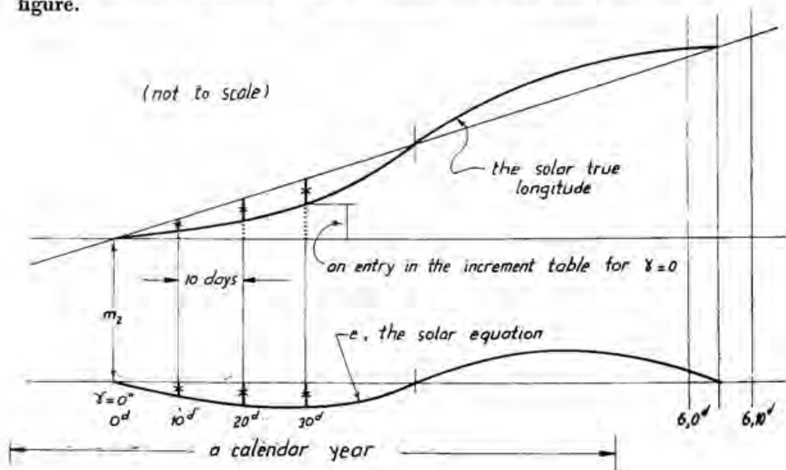


Figure 2

Consider an instant when the sun passes through its apogee. The Ptolemaic model has been so set up that at this time $\gamma = 0$ and $\lambda = \bar{\lambda} = m_2$, say. Then the entries down the first column of the equations table (for $\gamma = 0$) are represented by the set of dotted vertical segments rising from the horizontal line of height m_2 and terminated by the equation curve. That is, the entries are

$$\Delta_n \lambda = e_n + n \cdot \dot{\bar{\lambda}}\,, \qquad n = 10, 20, 30, \ldots, 6{,}10,$$

where e_n is the value of the solar equation n days after passing the apogee, and $\dot{\bar{\lambda}}$ is the rate of increase of $\bar{\lambda}$ in degrees per day.

The validity of the above assertion was demonstrated by calculating the solar mean motion in 10, 20, 30, ..., 6,10, days and subtracting the results from corresponding entries in the first column of the table. The results, when plotted in Figure 3 exhibited the characteristic form of an equation curve.

The above has to do with the entries in the first column of the equations

7. *The Solar Mean Motion Table*

The sun has only one "equation" instead of the two for the planets and the moon. Hence the solar tables are set up somewhat differently from the others, and require a separate explanation. The mean motion table is in two sections of three columns each (disregarding columns for the *madkhal*), the entries being: (1) integer days, the argument of the table, (2) solar mean positions or motions, and (3) the argument of the solar anomaly. All are in sexagesimals, or zodiacal signs and degrees, the mean and anomaly being to seconds of arc. Again one section is called "summed", the other "extended". For the former, the first entry in the first column is to be regarded as the number of days passed since epoch, hence it corresponds to a specific date. Successive entries in the days column may be found by additions of 3,33,4 days = 35 "Julian" years of 365¼ days, each rounded off to the nearest integer. Corresponding entries in the mean and anomaly columns give the positions of the mean sun and its anomaly at the successive thirty-five year increments indicated. The reason for the choice of this particular interval seems to be that the anomalistic motion during this time is very nearly an integer number of revolutions, successive positions differing from each other by only 0;0,42°. Furthermore the initial date has been so chosen that the first entry for the anomalistic argument is small.

The extended section of the table has in the first column the number of days in 1,2,3,...35 Julian years, commencing with a leap year and inserting additional such every fourth thereafter. The second column gives the amount of mean solar motion in these times. The third column does the same for the anomalistic motion. The latter is very near but slightly less than a degree per day. Furthermore, the duration of the motion for all entries differs from an integer number of years by less than a day. This insures that all entries in the third column are less than unity.

8. *The Solar Increment Table*

This is called *Jadwal ta^cādil al-shams*, "Table of the Solar Equations". It has two independent arguments. One, called the *fāḍil al-ayyām*, "excesses of days", is the set 10, 20, 30, ... , 6,10 (= 370). It takes up the first column of each page on which the table occurs. The first argument spans a year at ten-day intervals.

The second arguments is the set 0;0, 0;3, 0;6, 0;9, ..., 1;0. It is not named in the table, but, as becomes evident from texts and examples, it is a range of values of the solar anomalistic argument, γ.

As for the function tabulated, it is explained herewith by use of Figure 2. The solar true longitude is

$$\lambda = \bar{\lambda} + e\,,$$

where $\bar{\lambda}$ is the mean longitude, a linear function of time, and e is the solar

Plate 2. An extract from the increment tables for the moon in MS *A* (unfoliated)

6. *The Lunar Tables*

The principles applied in the planetary tables are used also for the moon, the double elongation, 2η, replacing α, the center. A detailed description having already appeared in [7], a few remarks here will suffice. The long period is now 50,31 days = 1,50 anomalistic months, each of the latter running to twenty-eight and a fraction days. For the lunar increment table the domain is

$$\gamma = 0^\circ, 1^\circ, 2^\circ, ..., 13^\circ,$$
$$2\eta = 0^\circ, 6^\circ, 12^\circ, ..., 354^\circ,$$
$$\Delta_2 d = 1, 2, 3, ..., 28.$$

The daily motion of γ is of the order of thirteen degrees. The initial points of the long periods have been so chosen that at them γ is small. Hence at the initial points of the short intervals, noons of days in which successive anomalistic months commence, γ will never be as high as fourteen degrees (see Plate 2).

Just as in the preceding section, values of $\Delta\lambda$ were calculated for spot combinations of the arguments and compared with corresponding tabular entries found, this time in two sources. The results are displayed in the table which follows. Correspondence between text and calculation is quite good. Bodleian Arabic MS Marsh 374 is the source used for [7].

SPOT CHECK OF TWO LUNAR INCREMENT TABLES

(1)	(2) Arguments	(3)	(4)		(5)		(6) $\Delta\lambda$	(7)		(8)
γ_2	$2\eta_2$	$\Delta_2 d$	Ibn Ḥashīsh (Source *H*)		Machine Calculation		(5)–(4)	Bodleian		(5)–(7)
0°	0°	1^d	0^s	$11;53^\circ$	0^s	$11;50^\circ$	$-0;3^\circ$	0^s	$11;50^\circ$	$0;0^\circ$
0	0	10	4	5;28	4	5;24	−0;4	4	5;23	0;1
10	0	20	9	0;1	9	0;8	0;7	9	0;11	−0;3
10	186	10	4	8;46	4	8;39	−0;7	4	8;39	0;0
5	6	15	6	19;40	6	19;46	0;6	6	19;46	0;0
0	18	1	0	11;39	0	11;33	−0;6	0	11;36	−0;3
10	354	10	4	5;59	4	$5;51^\circ$	−0;8	4	5;49	0;2
10	180	20	8	28;45	8	28;59	0;14	8	28;57	0;2

So the true longitude on day d (or on the day nearest d in the table) is

$$\lambda = m_2 + \Delta\lambda .$$

The format of the increment tables is such that on each page the column of $\Delta_2 d$'s runs down the right edge of the table. Hence, once the user has found the proper $\Delta\lambda$ for a particular day, the $\Delta\lambda$ for ten days later will be immediately below the one just found, and so on. This is particularly handy for the calculation of ephemerides. Plate 2 is an ecxerpt from an increment table, but for the moon.

An HP-67 calculator was programmed to compute the δ, thence $\Delta\lambda$, corresponding to given values of the arguments after the parameters for a particular planet had been keyed into the machine. The results for two sets of values for each planet are shown in the table below, together with the corresponding entries in the $\Delta\lambda$ table of Source H (described in Section 10 below). The agreement between text and calculation is not perfect, but it is close enough to demonstrate that our analysis is valid.

SPOT CHECK OF A PLANETARY INCREMENT TABLE
(Text values from Source H)

Planet	Arguments			$\Delta\lambda$		difference
	$\Delta_2 d$	α_2	γ_2	text	calc.	
Saturn	360^d	0°	0°	$9;17^\circ$	$9;19^\circ$	$0;2^\circ$
	10	120	1	356;21	$356;10^\circ$	–0;11
Jupiter	60	30	1	10;13	10;13	0;0
	360	90	0	20;25	20;25	0;0
Mars	60	12	0	37;12	37;13	0;1
	360	60	1	234;26	235;0	0;34
Venus	10	0	0	12;14	12;15	0;1
	310	192	1	275;51	273;47	–2;4
Mercury	110	0	3	101;56	101;57	0;1
	60	90	1	51;36	53;5	1;29

planet in question and from the column of days obtain d_1, it being the largest entry in the column such that $d_1 \leqslant d$. Note down the triple of centries on the same line as d_1,

$$m_1, \gamma_1, \alpha_1 .$$

This process locates that one of the big periods in which d lies, and the mean longitude, anomaly, and center at that time.

Now put $\Delta_1 d = d - d_1$. This measures how far d enters into the big period.

Turn to the summed table, and find d_2, the largest argument such that $d_2 \leqslant \Delta_1 d$. This locates the initial point of the anomalistic period in which d lies. Opposite d_2 take the corresponding triple

$$\Delta m, \Delta\gamma, \Delta\alpha,$$

being the amount of change in the three variables in d_2 days.

Calculate $\Delta_2 d = \Delta_1 d - d_2$. This is the number of days by which d has entered the anomalistic period.

Then

$$m_2 = m_1 + \Delta m, \quad \gamma_2 = \gamma_1 + \Delta\gamma, \quad \alpha_2 = \alpha_1 + \Delta\alpha,$$

are the mean longitude, anomaly, and center on the initial noon of the anomalistic period in which d lies. Since each element of the triple can be thought of as a point on a circle, it should be regarded as the residue, modulo 360, of the three defining sums above.

5. *The Planetary Increment Tables*

The arguments for entering the $\Delta\gamma$ table are α_2, γ_2, and $\Delta_2 d$, calculated as described just above. In fact the user of the tables will have to content himself with approximations to these numbers, for the domain of α_2 in the tables for all the planets is $0^\circ, 6^\circ, 12, \ldots, 354^\circ$; that of γ_2 is $0^\circ, 1^\circ$ for all the planets except Mercury, which has $0^\circ, 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ$. The domain of Δ_2d is 10, 20, 30, ..., p, where p is the anomalistic period of the planet in days. This holds for all the planets except Mercury, where the set is 5, 10, 15, ..., p.

The entries, calculated to minutes of arc, are

$$\Delta\lambda = \Delta\bar{\lambda} + \delta = \Delta_2 d \cdot \dot{\bar{\lambda}} + \delta ,$$

the algebraic sum of the mean motion in $\Delta_2 d$ days, and δ, the equation on day d, calculated by means of the expressions marked (1) in Section 2 above. The values of the two independent variables upon which δ depends are

$$\gamma = \gamma_2 + \Delta_2 d \cdot \dot{\gamma} \quad ,$$

and

$$\alpha = \alpha_2 + \Delta_2 d \cdot \dot{\alpha} .$$

A dot over a variable denotes the variable's rate of change in degrees per day.

Plate 1. An extract from the *majmūʿa* and *mabsūṭa* tables for the moon in MS *A* (unfoliated).

year Hijra cycle, the span of possible application of the table. The entries are the number of days elapsed from epoch until the beginning of the calendar year of the argument entry.

The extended section gives the number of days in 1,2, 3, ..., 30 Hijra years, and in the successive months of the year, ending with 5,54 (= 354) for the twelfth month of a sound year and 5,55 for a leap year.

The method of using the table is evident. For a given date, obtain three entries: (1) in the summed section, that opposite the largest argument which is less than or equal to the given year; (2) in the extended section, that opposite the excess of the given year over the entry just chosen; and (3) that opposite the month named in the given date. To the sum of these three entries add the days elapsed of the month given in the date. The resulting sum, d, is the days elapsed since the Hijra epoch.

4. *The Planetary Mean Motion Tables*

For each planet there are, as usual, two sections. The first, the "extended" one (Ar. *mabsūṭa*), gives the number of days from the Hijra epoch to the initial day of each big period tabulated. Opposite each day entry are the corresponding noon positions of mean, anomaly, and center. The second, the "summed" one (*majmūᶜa*) gives the number of days elapsed from the beginning of the big period to the first day of the successive anomalistic periods. The three entries opposite each day number show the changes in the mean, anomaly, and center during the particular number of anomalistic periods. Entries are to seconds of arc, except for Saturn, Jupiter, and Mercury, for which the center has been carried to minutes only. Plate 1 displays two pages from such a table, but for the moon.

The table below shows the lengths of the two periods for each planet.

Planet	the long period		length of the anomalistic period in days
	days	number of anomalistic periods	
Saturn	6,49,36	65	6,18 or 6,19
Jupiter	2,52,51	26	6,38 or 6,39
Mars	3,27,59	16	12,59 or 13,0
Venus	2,6,31	13	9,43 or 9,44
Mercury	1,50,5	57	1,55 or 1,56

The manner of using the mean motion tables is described herewith, the various steps being illustrated schematically on Figure 1.

Having obtained d from the days table, enter the extended table for the

360°. That is, each of the subdivisions between successive asterisks on the figure marks the first noon in a new anomalistic period. The change in γ between any such subdivision and the preceding asterisk cannot exceed the anomalistic motion in one day. Hence, because of the original positioning of the asterisks, the value of γ at all the subdivisions will be small.

Three sets of tables were calculated:

1. A *days table* to enable the user to convert a day given by a Hijra date into a number, d, the days elapsed since the Hijra epoch.

2. A *mean motions table* in two parts for each planet. The first part gives, for an appropriate span of time, the values of d at each of the noons represented by asterisks in Figure 1, together with corresponding values of the mean longitude, anomaly, and center. The second gives, for each subdivision within pairs of asterisks, the changes in d and the three variables named above.

3. A $\triangle\lambda$ table for each planet, giving the increment in longitude to be added to the mean longitude at the beginning of a particular period in order to convert it into true longitudes for a run of days thereafter. In principle there are three independent variables: (1) days elapsed within the period, (2) the values of the center, α, at the beginning of the period, and (3) the anomaly, γ, at the same time. By uirtue of the choice of asterisks, however, the possibilities for γ are very restricted, confined usually to two possibilities, 0^0 and 1^0. For want of a better name we call this third variety of tables, "increment" tables. Note that the term "equation" would be inappropriate, since any particular $\triangle\lambda$ entry in such a table has two components, one being the planet's equation, the other the increase in mean longitude during the particular run of days.

Details are given below. What has been stated thus far makes it clear that the burden of computation has been shifted from the ephemeris maker to the calculator of the $\triangle\lambda$ tables. Once having determined a set of mean positions by a process resembling the traditional one, the user need only add a set of tabular entries to the mean longitude to produce a run of true longitudes for equally spaced intervals.

3. *The Days Table*

As stated above, one table is applied to determinations for all the planets. Its full title is *Jadwal ayyām al-masīr li'l-kawākib*, "The Days Travel Table for the Planets". Given a Hijra date, the table provides the sexagesimally-expressed number of days elapsed from the Hijra epoch to the date in question.

There are two sections, one for "summed" (*majmūʿa*) years, the second for "extended" (*mabsūṭa*) years. The argument for the summed section consists of the set

$$30(k+n), \qquad n = 0, 1, 2, \ldots, r,$$

where k and r are suitable natural numbers to cover, at intervals of the thirty-

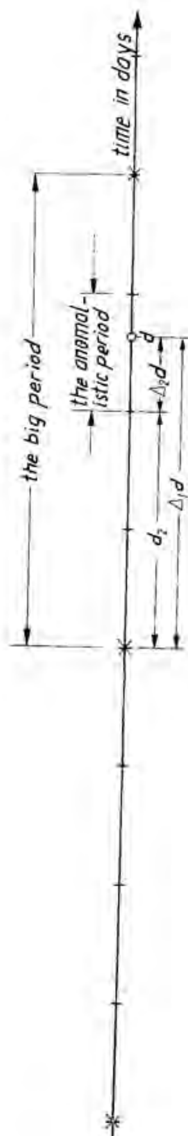


Fig. 1

Days

Estimated max.eq. = 2;0.25°

Fig. 3

These are described in Sections 7 and 8, and their application in Section 9.

The general theory and structure of the tables having been dealt with, Section 10 lists the manuscript sources in which they have been found. These are numerous, and by no means have all of them been investigated by us in detail. Section 11 discusses certain of the sources and relations between them, and makes concluding remarks about the whole corpus, its duration and influence.

2. *The Basic Principle of the Planetary Tables*

Suppose that tables of the *Almagest* (or *Handy Tables*) type are available, and it is desired to calculate the true longitude of a particular planet at a given instant. The result will be

$$\lambda = \bar{\lambda} + \delta,$$

the algebraic sum of the mean longitude and the "equation", where

$$(1) \qquad \delta = -c'_3(\alpha) + c_6(\gamma') + c_8(\alpha') \cdot \begin{cases} c_5(\gamma'), & c_8 \geqslant 0, \\ c_7(\gamma'), & c_8 < 0, \end{cases}$$

$$\text{and} \qquad \gamma' = \gamma + c'_3(\alpha)\,, \qquad \alpha' = \alpha - c'_3(\alpha).$$

The functions denoted by c's are given by columns of entries in the equation tables, the subscripts indicating the order in which the columns appear. The notation used here has been slightly modified from that adopted in [13]. pp. 191-207. For a complete exposition of the underlying theory and practise, the reader is referred to [14], pp. 145-189.

The variables γ, α (the "center", the mean longitude measured from apogee), and γ (the argument of the epicyclic anomaly) are linear functions of time. For the instant in question each can be calculated by adding appropriate entries from the mean motion tables in the set at hand.

The c functions, on the other hand, are basically trigonometric, hence periodic, and their combination to form δ is tedious and involved, demanding interpolation and a proper choice of signs. An individual who wishes to compute a set of planetary positions on successive noons at, say, ten-day intervals, must repeat the entire process from scratch for each individual noon.

These difficulties are obviated for the user of the Ibn al-Majdī tables by exploiting the following facts. For each planet a large period can be found consisting of an integer number of days which measures, with considerable accuracy, an integer number of the planet's anomalistic periods. Choose a day on which the anomalistic argument, γ, is small. Then consider the set of days separated from the chosen one by integer multiples of the big period. These are indicated schematically on Figure 1 by asterisks. On each of these days also γ will be small, by virtue of the existence of the period.

Subdivide the large period into smaller intervals marked by the set of noons, in the twenty-four hours preceding each of which γ shall have passed through

matics. Most of these are short treatises on instruments, in particular, quadrants and sundials, the best known of which was a treatise on the almucantar quadrant in ten sections. His mathematical works include a commentary on the arithmetical work called *al-Talkhīṣ* by the earlier Moroccan scholar Ibn al-Bannā' and a treatise *Kashf al-ḥaqā'iq* on sexagesimal arithmetic. More substantial works are his treatises entitled *Ghunyat al-fahīm* and *al-Jāmiᶜ al-mufīd*; these have never been studied in modern times. The most interesting of his known astronomical works is his planetary tables entitled *al-Durr al-yatīm*, "The Unique Pearl". These form the subject of the present paper.

Considerable confusion obscures our understanding of Ibn al-Majdī's contribution to these tables. The manuscript sources do not explicitly state the authorship of a corpus of tables for the sun, moon, and planets, based one the method of *al-Durr al-yatīm*, but we have the distinct impression that Ibn al-Majdī himself was responsible only for the tables for the sun and moon. He laid down the numerical bases for calculating similar tables for the planets, but, as we shall show, such tables were compiled by later astronomers.

Ibn al-Majdī's solar and lunar tables and the planetary tables which were devised along the same lines are not the standard Ptolemaic variety displaying mean motions and equations (on which see [6], pp. 141-142), nor the specfically Islamic development of these in the form of *ḥabṭaq* equation tables in which one enters arguments that can be derived directly from the mean motion tables (see [11], pp. 130-131). Rather Ibn al-Majdī's tables are auxiliary tables for compiling ephemerides, that is, tables displaying solar, lunar, and planetary positions for each day of the year. As remarked above, the only known earlier example of such auxiliary tables is [7], which probably originated in twelfth century Iran. We suspect, but cannot prove, the existence of a continuous tradition of this category of tables reaching into fifteenth century Egypt. What is more certain is that Ibn al-Majdī's tables were used extensively in Egypt until the nineteenth century.

Section 2 below describes the principle which is common to this particular technique for all the planets, and for the moon. The succeeding three sections deal in detail with the three categories of tables needed to apply the technique to the planets. A table is presented comparing spot entries from the tables with results obtained by standard Ptolemaic computations. The lunar tables having previously been described in detail (in [7]), Section 6 suffices for the moon. Here also spot checks are presented.

All of the tables contain columns for determining the day of the week (Ar. *madkhal*, Lat. *signum*) for which a longitude is being calculated. We omit all discussion of these as being irrelevant to the main topic.

The solar model is essentially simpler than those of the moon and the planets Hence the tables used by Ibn al-Majdī and his followers for calculating runs of solar longtitudes are constructed differently from those for the planets.

Ibn al-Majdī's Tables for Calculating Ephemerides

David A. King* & E. S. Kennedy**

1. *Introduction*

This study describes a category of late medieval astronomical tables hitherto neglected by historians of science. These tables, however, were preceded by a group of related works applied to the sun and moon only, which has received attention in the literature, in item [7] in the bibliography which follows this paper. The anonymous originator of the lunar tables of [7] made use of an ancient Babylonian period relation to work out a technique for obtaining quickly a set of true longitudes of the moon. Presumably the lunar tables were known to the later Egyptian astronomer Ibn al-Majdī, who seems to have applied the same basic notion to the calculation of planetary positions also. The resulting corpus of manuscripts provides still another example of how the scientists of medieval Islam continually sought, without tampering with the underlying Ptolemaic abstract models, to ease the computations of the practising astronomer-astrologer. The general trend is amply illustrated in such papers as [10], [17], [5], [11], and [15].

Shihāb al-Dīn Abu'l-ᶜAbbās Aḥmad b. Rajab b. Ṭībughā, known as Ibn al-Majdī, was the leading astronomer of Cairo in the early fifteenth century (see [16], no. 432; [2], II, pp. 158-159 and SII, pp. 158-159; and [1], pp. 179-184). He was born in 767/1365 and died in 850/1447, and according to his biographers, excelled in Islamic law, inheritance theory, and the Arabic language, as well as in arithmetic, geometry, astronomy, and timekeeping. He belonged to the generation of astronomers following that of Ibn al-Shāṭir and al-Khalīlī of Damascus (on whom see the articles in [3]) and preceding that of Ibn Abi'l-Fatḥ al-Ṣūfī and Sibṭ al-Māridīnī of Cairo (on whom see [16], nos. 445 and 447), so that he and a few less well-known contemporaries represent the end of serious and productive activity in astronomy in medieval Egypt.

Ibn al-Majdī compiled over thirty works relating to astronomy and mathe-

*New York University, Kevorkian Center for Near Eastern Studies, 50 Washington Square South, New York, N.Y 10012.

**Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria. This paper presents some of the results obtained by both authors at the American Research Center in Egypt, Cairo, The work was supported by the Smithsonian Institution, the National Seicnce Foundation (USA), the American Philosophical Society, and the Ford Foundation. Most of the sources are preserved in the Egyptian National Library, but the Beinecke Library of Yale University supplied us with a photocopy of one MS. We express gratitude to each of these institutions.

ıderen Breiten eines dazuzuaddieren. Tibbets erwähnt dies zwar,[68] er folgt seinen Kartenrekonstruktionen jedoch der Vorstellung von $\varphi = 0^0 = 5$ *I* ır *Farqadān*.

Die Diskussion der Örter und eine damit verbundene Karteninterpre- tion kann auch gelegentlich zur besseren Identifizierung von Örtern in den assischen arabischen geographischen Texten beitragen.[69]

Schließlich kann dies möglicherweise auch zu einem besseren Verständ- s unklarer Stellen in den Nautikertexten selbst führen.

68. Ibid., 333.

69. Z. B. i. Vgl. von *BGA* VI, 64 (S. 43 d. Übers.), wo der indische Ort بلين erwähnt ist, mit Tibbets, 5, 463, 466 (بالنوكر) u. der Teilkarte "Southern India" in Ergänzung resp. Korrektur von: S. Maqbul ımad, *India and the Neighbouring Territories in the Kitāb Nuzhat al-Mushtāq fi'Khtirāq al-'Afāq*, 29, 32, 58, 62, 104, 105, 114-115, 161, (Leiden, 1960); und: H. Daunicht, *Der Osten nach der Erdkarte Khuwārizmīs*, Band I, (Bonner Orientalistische Studien, Bd. 19), (Bonn, 1968), S. 302 ff.

nicht kongruent sind, können letztere – wie bei Tibbets – angedeutet so wiedergegeben werden, wie sie der Wirklichkeit entsprechen.

IV. Die Diskussion der Zahlenangaben der Texte

Diese Werte entsprechen niemals völlig der Wirklichkeit. Die Hauptursachen dieser Unstimmigkeiten waren:

(1) Nadelabweichung
(2) Deviation des Kompaß
(3) Abdrift durch Wind und/oder Strömung bzw. Seegang
(4) Refraktion
(5) Höhenmessungen von der Kimm, nicht vom Horizont aus
(6) Fehler bei der Herstellung der Instrumente zur Höhenmessung
(7) *tirfā'* als ein sich im Laufe der Jahrzehnte – wenn nicht Jahrhunderte – allmählich herauskristallisierender Durchschnittswert, der nur ungefähr einem *iṣba'* entsprechen konnte
(8) Sehr wahrscheinlich nur Berücksichtigung des Standorts, den man vor Kurswechsel zum Einlaufen in den Hafen bzw. vor Kursnahme nach Auslaufen aus dem Hafen hatte.
(9) Unmöglichkeit der arabischen Nautik, aus zwei oder mehreren Koppelkursen exakt den direkten Kurs nebst Fahrtstrecke zu bestimmen.[67]

Außerdem widersprechen sich die Texte oftmals in ihren Angaben oder bringen wahlweise verschiedene Kurse nebeneinander.

Die Zahlenangaben müssen daher Punkt für Punkt vor der Zeichnung durchdiskutiert werden – dies unterläßt Tibbets meist. Bei einander widersprechenden Angaben kann diejenige ausgewählt werden, die am wenigsten den Angaben zu den benachbarten Positionen widerspricht. Zu beachten ist auch, daß die Texte zum Teil Angaben enthalten, die um 1244 noch nicht bekannt sein konnten und daß daher hier und da eine φ-Bestimmung mit 224/2 erforderlich sein kann. Die gewonnenen Werte lassen sich jedoch ohne Mühe durch Änderung um 1 *I* in das Kartenbild einfügen. Wo sich Angaben finden, die sich nicht auf die drei zur Messung verwendeten Grundkonstellationen, sondern auf andere Sterne beziehen, müssen diese in Werte für die Grundkonstellationen umgerechnet werden, falls dies nicht schon in den Texten vorgenommen wurde.

D. Schlussbemerkung

Mit der fertiggestellten Karte erhalten wir zwar ein Bild des Indischen Ozeans, das die arabische Nautik um 1244 hatte. Um eine Vorstellung für Ibn Mājids und Sulaimān al-Mahrīs Zeit zu erhalten, genügt es jedoch, den Äquator auf 5 *I* der *Farqadān* anstatt auf 4 *I* zu setzen und entsprechend zu den I der

67. Tibbets, 301 ff.

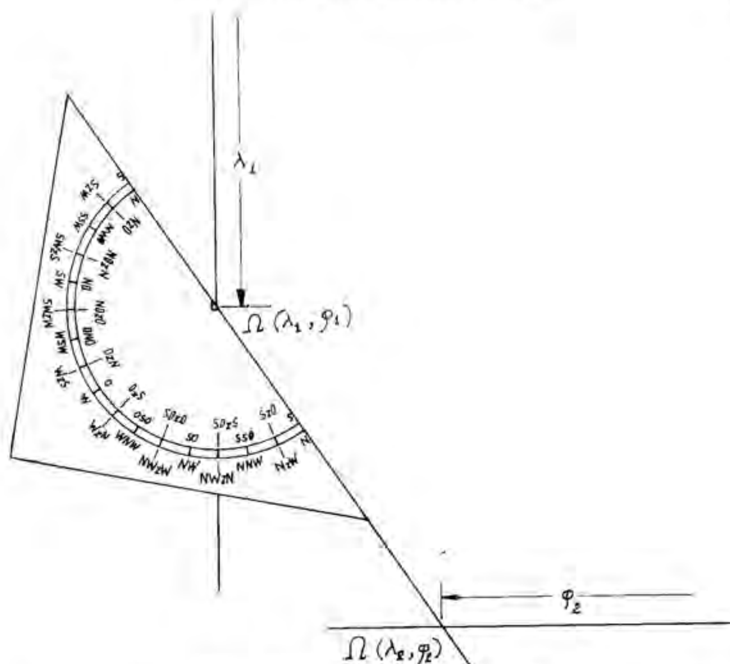


Abb. 8: Ermittlung des gesuchten Orts Ω_2
beibekannten Kurs, gegebenen Ausgangsort Ω_1 und bekannter φ_2 des gesuchten Orts

Länge der Strecke s in Graden bei bekannter φ_1 des Ausgangspunktes und bekanntem Kurs x ist:[66]

$$s = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\cos x}\ .$$

Die gesuchte Breite $\varphi_2 = s \cdot \cos x + \varphi_1$. Dabei ist zu berücksichtigen, ob die $\varphi - n$ nördlich oder südlich des Äquators liegen (Vorzeichenänderung!). - Die gefundene φ_2 wird als Geradenstück eingezeichnet, dann vom Ausgangsort aus mit Hilfe eines Kursdreiecks die Strecke. Wo letztere die φ_2-Linie schneidet, liegt der gesuchte Ort. Die Eintragung der φ_2-Linie erübrigt sich, wenn eine Landmarke gesucht ist, deren φ bereits bekannt ist. - Bei gleichbleibender φ muß der in Grade umgewandelte *zām*-Wert durch den cos der φ dividiert werden, da sich mit fortschreitender Entfernung vom Äquator zwar nicht die Strecke an sich, wohl aber ihre Angabe in Graden ändert.

Wo die Kurslinien mit den Küstenlinien nur sehr grob oder überhaupt

66. F. Reinhardt; Heinrich Soeder, dtv-*Atlas zur Mathematik*, Band I, (München, 1974), S. 188.

$1\frac{1}{4}\,J$	6,8303569	0,119497
$1\,J = 8\,F$	6,4285712	0,112436
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$4\frac{1}{2}\,F$	0,8035714	0,0140213
$4\frac{1}{4}\,F$	+ 0,4017857	0,0070153
$4\,F$	± 0,0	0,0
$3\frac{3}{4}\,F$	— 0,4017857	0,0070153
$3\frac{1}{2}\,F$	— 0,8035714	0,0140213
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$1\,F = 13\,N$	—4,8214284	0,0842493
$12\frac{3}{4}\,N$	—5,2232141	0,0912931
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$1\,N$	—24,107142	0,433742
.	.	.
.	.	.
.	.	.
— 7 *N***	— 36,964284	0,695105

III. Die Umrechnung der gesegelten Strecken und die Eintragung der Örter auf der Karte (s. Abb. 8)

Die in *zām* angegebenen Strecken sind in Grade umzurechnen. Ferrand[63] rechnet 1 *I* (= 1 *tirfā'* = 8 *zām*) = 1°37', Tibbets[64] 1 *I* = 1°36'. Der erste Wert ist um 34,28592" zu hoch, der zweite um 25,71408" zu niedrig. Dies mag für kurze Distanzen belanglos sein. Bei der Umrechnung größerer *zām*-Werte – insbesondere für Transozeanfahrten[65] – können sich die Differenzbeträge jedoch beträchtlich aufsummieren. Dies ergibt ein verzerrtes Bild von den Vorstellungen der Nautiker. Die Umrechnungen sind daher auf so viele Stellen hinter dem Komma vorzunehmen, wie es nach dem Kartenmaßstab erforderlich ist. - Bei Kurswechsel auf hoher See kann die Position folgendermaßen gefunden werden:

** Ra's Būnas Farans (= Cabo da Boa Esperança; Tibbets 431).
63. Ferrand III, 153.
64. Tibbets, 314.
65. Ibid., 359; *EI*[1] IV,576.

$$y = \int_0^{\varphi} \frac{1}{\cos \varphi}\, d\varphi$$

analytisch ausgewertet:

$$y = \ln\tan\left(45^{\circ} + \frac{\varphi}{2}\right).$$

(S. Abb. 7): Beginnend mit 1 *I*, werden die Überhöhungen errechnet und dann die Parallelkreise und Meridiane auf der Karte eingetragen, nachdem man mittels Durchmultiplizieren oder Durchdividieren der Werte mit einer Konstanten einen zur Zeichnung günstigen Maßstab gefunden hat. - Intervalle von 1/4 *I* können am Kartenrand angedeutet werden. - Zu bemerken ist hier, daß Tibbets Rekonstruktionen - wie man sich sofort durch Nachmessen überzeugen kann - auf dem Netzentwurf entweder einer rechteckigen oder einer quadratischen Plattkarte basieren. Darum sind die auf seinen rekonstruierten Einzelkarten gezogenen Linien keine Kursgleichen, und die Entwürfe können auch nicht winkeltreu sein. Sie geben somit ein verzerrtes Bild von den Vorstellungen der Nautiker wieder.

II. Die Umrechnung der Höhen

Man beginnt zweckmäßigerweise im Norden und Westen und setzt dann nach Süden und Osten hin fort. Wegen der großen Materialfülle empfiehlt es sich, zunächst – wie dies auch Tibbets getan hat – Teilkarten des Roten Meeres, des Golfs von Aden, des Golfs von Oman, der Arabischen See usw. anzulegen und diese dann zum Schluß in einer Übersichtskarte zusammenzufassen. Eine große Hilfe ist dabei die Tatsache, daß die Texte gelegentlich auch Strecken über Land bei gleichbleibender φ in *zām* angeben.[62] Zur raschen Ermittlung der Breiten auf der Karte kann man sich außerdem eine Tabelle der *I*- Werte und ihrer Überhöhungen anlegen:

$$\textit{Jāh}\text{-Höhen: } \varphi = \frac{360}{224}(I+3)$$

$$\textit{Farqadān}\text{-Höhen: } \varphi = \frac{360}{224}(I-4)$$

$$\textit{Na}^{c}\textit{sh}\text{-Höhen: } \varphi = \frac{360}{224}(I-16). \text{ — Beispiel:}$$

*iṣba*ʿ	Grade	Überhöhungen
17½ *J**	32,946427	0,609613
.	.	.
.	.	.
.	.	.

62. *BEO*, 24 (1971), 281.
* Bāb-i Ṣīn (Tibbets 489).

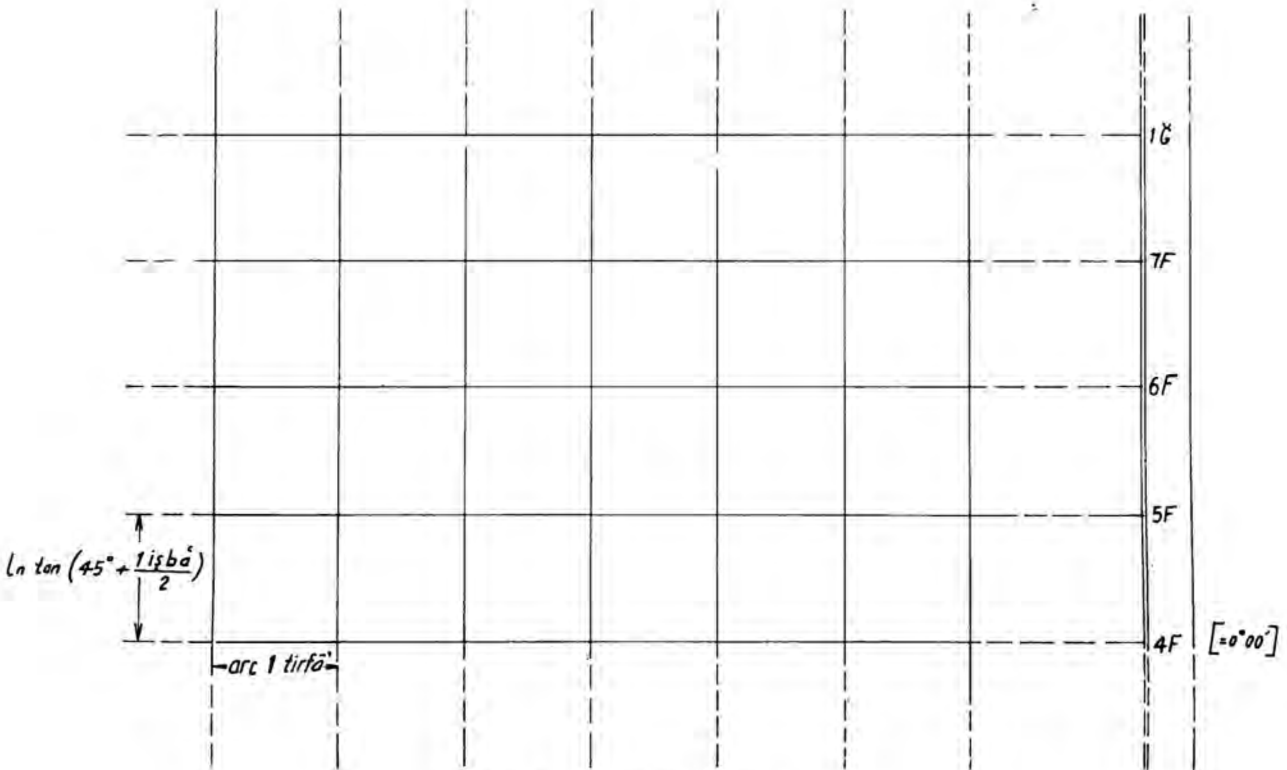


Abb. 7: Iṣbaʿ und tirfā' in Mercator - Projection

daß der Wert δ' v. αUMi = 3 *I* nicht (mehr) stimmen konnte und die Zahl 2 *I* für δ' besser paßte. Bei den Breitenangaben selbst handelt es sich jedoch meist um altüberlieferte Zahlen aus der bereits bestimmten Zeit um 1244, die in die Nautikertexte des Ibn Mājid und des Sulaimān al-Mahrī eingegangen sind. - Eine weitere Überprüfung von 15 Örtern der afrikanischen Ostküste[57] bestätigte erneut die Stimmigkeit des a)-Wertes; z. B. sagt Ibn Mājid ausdrücklich,[58] daß man sich dann auf dem Äquator befindet, wenn die Höhengleiche v. β,γUMi 5 *I* beträgt. Die *h* v. Brava (براوة) hat diesen Wert;[59] der Ort hat nach 210/2 und 224/2 $\varphi = 0^0$, nach 224/3 $\varphi = 1^036{,}428'$; die wirkliche $\varphi = 1^002'$.[60]

5. *Ergebnisse*

Wir haben folgende Zahlen zur Kartenzeichnung bestimmt:

1 *I* = 1 *tirfā'* = 8 *zām* = $1{,}6071428^0 = 1^036'25{,}71408''$ bei einer Poldistanz v. αUMi von 3 *I*. Die ständig als zu hoch ermittelten Breitenangaben dieses Wertes beruhen – wie wir jetzt endgültig feststellen können – mit Sicherheit auf der unterlassenen Korrektur der Refraktion und der Kimmtiefe.

C. Die Zeichnung der Karte

I. Der Netzentwurf

Nachdem die Werte der Kurse, der Höhen und der Strecken zur See ermittelt sind, kann man mit dem Netzentwurf beginnen. Es ist zweckmäßigerweise eine Projektionsart zu wählen, die winkeltreu ist, d.h. die die Richtungen der Windrose unverzerrt wiedergibt und die außerdem die Kursgleichen (Loxodromen) als gerade Linien abbildet. Die einzige Projektion, die beide Bedingungen erfüllt, ist die Mercatorkarte, "die" Seekarte schlechthin.[61]

Durchführung: Als Argumentintervall dürfte 1 *I* bzw. 1 *tirfā'* am passendsten sein. Dieser Wert wird in Grade umgerechnet; s. o.. Die Abstände der senkrecht auf dem Äquator parallel zueinander stehenden Meridiane sind dann jeweils:

$$\text{arc } 1\ tirf\bar{a}' = \text{arc } 1{,}6071428^0.$$

Um die Winkeltreue zu erhalten, müssen durch Ordinaten- (Breiten-) überhöhung die Parallelkreisabstände *y* in dem selben Ausmaß gedehnt werden, wie sie in Wirklichkeit zum Pol hin abnehmen, d. h. in der umgekehrten Cosinus-Funktion der geographischen Breite. Dazu wird das Mercator-Integral

57. Ibid., 423-425, 428.
58. Ibid., 219 (*Fawā'id-Übers.*).
59. Ibid., 428.
60. Knaurs *Großer Weltatlas*, Hauptregister.
61. G. Jensch. *Die Erde und ihre Darstellung im Kartenbild* (Braunschweig, 1970), S. 78-82.

Nr.	Name	iṣba^c	224/3	224/2	210/2	φ	bester Wert
29	راس الاسود	10 ¾	22°05,89′	20°29,46′	21°51,42′	21°23′	210/2
30	المسارى	10 ¾	22°05,89′	20°29,46′	21°51,42′	[21°20,7′]	210/2
31	الرياضة	9 ½	20°05,35′	18°28,92′	19°42,85′	20°10′	224/3
31a	الرياضة	9	19°17,14′	17°40,71′	18°51,42′	20°10′	224/3
32	المرما	9 ½	20°05,35′	18°28,92′	19°42,85′	[19°50′]	210/2
32a	المرما	9	19°17,14′	17°40,71′	18°51,42′	[19°50′]	224/3
33	جلاجل	9¼	19°41,24′	18°04,82′	19°17,14′	19°58′	224/3
34	حلى بن يعقوب	8 ½	18°28,92′	16°52,49′	18°00,00′	18°38′	224/3
34a	حلى بن يعقوب	8¼	18°04,82′	16°28,39′	17°34,28′	18°38′	224/3
35	الشقيق	7 ¾	17°16,60′	15°40,17′	16°42,85′	17°43′	224/3
36	جزان	7 ½	16°52,49′	15°16,07′	16°17,14′	16°56′	224/3
37	اللحية	7	16°04,28′	14°27,85′	15°25,71′	15°44′	210/2
38	السيبان	6¾	15°40,17′	14°03,74′	15°00,00′	15°35′	224/3
39	جزائر الزبير	6 ½	15°16,07′	13°39,64′	14°34,28′	15°00′	224/3
40	راس الكثيب	6½	15°16,07′	13°39,64′	14°34,28′	14°54′	210/2
41	الحديدة	6 ½	15°16,07′	13°39,64′	14°34,28′	14°50′	210/2
42	موشج	5 ½	13°39,64′	12°03,21′	12°51,42′	13°46′	224/3
43	مخا	5¼	13°15,53′	11°39,10′	12°25,71′	13°20′	224/3

Das Ergebnis überrascht: Von den (nebst Varianten) insgesamt 53 Positionen liefern die Werte

a) $\delta' = 3I$ bei $360^0 = 224I$ für 40 Örter
b) $\delta' = 2I$ bei $360^0 = 210I$ für 11 Örter
c) $\delta' = 2I$ bei $360^0 = 224I$ für 1 Ort

die jeweils besten Breitenangaben. - Für einen weiteren Ort sind 224/3 und 210/2 zugleich am besten passend. Sicherlich ist es kein Zufall, daß bei den weitaus meisten Örtern der Wert a) die besten Ergebnisse, c) die schlechtesten liefert.

Diskussion:

(1) Der Wert c), der bereits durch die Terminbestimmung als unbrauchbar erkannt wurde, kann zunächst beiseite gelegt werden.

(2) Der Wert b) konnte sich auf die Breitenangaben in den noch vorhandenen Nautikertexten aus chronologischen Gründen nicht niedergeschlagen haben; daß er für einige Positionen bessere Zahlen als der a)-Wert hat, ist mit Sicherheit rein zufällig. Bei diesem Wert handelt es sich - dies betont auch Tibbets[56] – um eine rein theoretische Überlegung.

(3) Der Wert a) bringt die besten Resultate. Die arabische Nautik des späten 15. und des frühen 16. Jahrhunderts war sich zwar der Tatsache bewußt,

56. Tibbets, 315.

Eine tabellarische Übersicht[55] zeigt folgendes Bild:

Nr.	Name	iṣba^c	224/3	224/2	210/2	φ	bester Wert
1	هرموز	13 ½	26°31,07′	24°54,64′	26°34,28′	27°05′	210/2
2	راس مسندم	13	25°42,85′	24°06,42′	25°42,85′	26°22′	{210/2 224/3
3	صحار	12 ½	24°54,64′	23°18,21′	24°51,42′	24°23′	210/2
4	طيوى	11	22°29,99′	20°53,57′	22°17,14′	22°49′	224/3
5	راس العارة	4 ¾	12°27,32	10°50,89′	11°34,28′	12°38′	224/3
6	عدن	5	12°51,42′	11°14,99′	11°59,99′	12°50′	224/3
7	احور	5 ¾	13°15,53′	11°39,10′	12°25,71′	13°33′	224/3
8	بروم	5 ¾	14°03,74′	12°27,32′	13°17,14′	14°24′	224/3
9	المكلا	5 ¾	14°03,74′	12°27,32′	13°17,14′	14°34′	224/3
10	راس شرمة	6	14°27,85′	12°51,42′	13°42,85′	[14°51′]	224/3
11	حيريج	6¼	14°51,96′	13°15,53′	14°08,57′	[15°10′]	224/3
12	رأس فرتك	6 ½	15°16,07′	13°39,64′	14°34,28′	15°38′	224/3
13	شغوات	6 ¾	15°,40,17′	14°03,74′	14°59,99′	[16°32′]	224/3
14	جبل ساجر	7	16°04,28′	14°27,85′	15°25,71′	16°45′	224/3
15	طاقة	7¼	16°28,39′	14°51,96′	15°51,42′	17°02′	224/3
16	مرباط	7¼	16°28,39′	14°51,96′	15°51,42′	16°58′	224/3
17	جبل نوس	7 ¾	17°16,60′	15°06,69′	16°07,14′	17°12′	224/3
18	خور حاسك	7 ¾	17°16,60′	15°06,69′	16°07,14′	17°25′	224/3
19	راس صوقرة	8	17°40,71′	16°04,28′	17°08,57′	18°08′	224/3
20	راس مدركة	8 ¾	18°53,03′	17°16,60′	18°25,71′	19°00′	224/3
20a	راس مدركة	9	19°17,14′	17°40,71′	18°51,42′	19°00′	210/3
21	حمرافون	9¼	19°41,24′	18°04,82′	19°17,14′	[19°50′]	224/3
22	راس سراب	9½	20°05,35′	18°28,92′	19°42,85′	20°10′	224/3
23	الحلمتين	9¼	19°41,24′	18°04,82′	19°17,14′	[20°10′?]	224/3
23a	الحلمتين	9 ¾	20°29,46′	18°53,03′	20°08,57′	[20°10′?]	210/2
24	حلف مصيرة	9 ½	20°05,35′	18°28,92′	19°42,85′	20°39′	224/3
24a	حلف مصيرة	10	20°53,57′	19°17,14′	20°34,28′	20°39′	210/2
25	راس سارق	10	20°53,57′	19°17,14′	20°34,28′	21°39′	224/3
25a	راس سارق	10 ½	21°41,78′	20°05,35′	21°25,71′	21°39′	224/3
26	الحبة	10¼	21°17,67′	19°41,24′	21°00,00′	22°12′	224/3
26a	الحبة	10¾	22°05,89′	20°29,46′	21°51,42′	22°12′	224/3
27	راس الحد	10 ½	21°41,78′	20°05,35′	21°25,71′	22°31′	224/3
27a	راس الحد	11	22°30,00′	20°53,57′	22°17,14′	22°31′	224/3
28	جدة	11	22°30,00′	20°53,57′	22°17,14′	21°30′	224/2
28a	جدة	10	20°53,57′	19°17,14′	20°34,28′	21°30′	224/3

55. Zahlen aus Tibbets, 399-404, 409-10, 413, 419-421, 442-444, 446-447; Echtwerte aus: Knaurs *Großer Weltatlas*, 2. Auflage, (München-Zürich, 1972), Tafel 33 und Hauptregister. Es sind diejenigen Örter aufgeführt, die sich entweder eindeutig oder mit für eine Breitengegenüberstellung hinreichender Genauigkeit identifizieren ließen; letztere in [...].

Es ist aber festzustellen, daß die Höhendifferenzen ($\triangle h$-Werte zw. β,γUMi und ε,ζUMa) – wiederum besonders bei $360^o = 224$ *I* – noch falscher sind, als dies bei denjenigen von $\triangle h$ zw. α u. β,γUMi der Fall war. Außerdem muß darauf hingewiesen werden, daß δ,ζUMa in Bezug auf und in Ablösung der Messung mittels β,γUMi wesentlich geeigneter zur Breitenbestimmung gewesen wäre als ε,ζUMa, da letztere 20^m $37{,}4598^s$, erstere jedoch bereits 5^m $5{,}49954^s$ nach den *Farqadān* höhengleich werden.

Fazit: Aus den ermittelten Jahreszahlen und den tatsächlichen $\triangle h$-Werten ergibt sich folgendes:

a) Hinsichtlich der Termine kann der Wert δ' v. αUMi = 2 *I* bei 360^o = 224 *I* ausgeklammert werden; die beiden anderen Werte sind stimmig.

b) Bei den Höhendifferenzen ist der Wert $360^o = 210$ *I* zumindest weniger falsch als derjenige von $360^o = 224$ *I*. Die Ursache dieser Unstimmigkeiten könnte möglicherweise auf einer Überschätzung der Werte für die Refraktion beruhen, die bedingt, daß ein Gestirn höher über dem Horizont zu stehen scheint, als dies tatsächlich der Fall ist.[53]

Nach Zeitpunkt *und* Differenz zur Wirklichkeit scheint der Wert δ' v. αUMi = 2 *I* bei $360^o = 210$ *I* am besten zu passen. Es ist jedoch zu bedenken, daß das *K. tuḥfat al-fuḥūl*, in dem diese Zahlenangabe steht, ein Alterswerk Sulaimān al-Mahrīs war. Dies bedeutet, daß diese Zahlen in seinen früheren Werken und in denjenigen von Ibn Mājid auf anderen Meßdaten beruhen mußten.

4. *Vergleiche zwischen den angegebenen und den tatsächlichen Ortsbreiten*

Zu einer generellen Klärung der Sachlage sollen daher die auf die Arabische Halbinsel bezüglichen Breitenangaben der Nautikertexte – also von Gegenden, die am besten bekannt waren – für die Werte

a) $\delta' = 3\,I$ bei $360^o = 224\,I$
b) $\delta' = 2\,I$ bei $360^o = 210\,I$
c) $\delta' = 2\,I$ bei $360^o = 224\,I$

in Grade umgerechnet und den wirklichen Breiten gegenübergestellt werden. Die Umrechnung erfolgt nach den Formeln[54]

$$\text{zu a) } \varphi^o = \frac{360}{224}(I+3)$$
$$\text{zu b) } \varphi^o = \frac{360}{210}(I+2)$$
$$\text{zu c) } \varphi^o = \frac{360}{224}(I+2).$$

53. dtv-*Atlas*, 87-88. Die Refraktion blieb eines der ungelösten Probleme der antiken und mittelalterlich-arabischen Astronomie, auch wenn es nicht an Versuchen gefehlt hat, sie durch komplizierte Berechnungen zu umgehen; vgl. C. Schoy, "Abbandlung des Ḥasan ben al-Ḥusain ben al-Haitham über die Methode, die Polhöhe mit größter Genauigkeit zu bestimmen", Overgedrukt uit "Zee" No. 10, jaargang 1920, S. 586-601, bes. 587:21-25.

54. Es sind nur die *I* von αUMi erforderlich.

die Sterne von -*Sunbula* (= 15,7,23 Com)[46] im Meridian stehen.[47] Zu diesem Zeitpunkt tritt αUMi "in Bälde" (*bil-ḥaṣiṣ*) in seine untere Kulmination.[48]

Abgesehen davon, daß es schwierig sein dürfte, aus den Sternkonstellationen β,η,γ,(δ), εVir und 15,7,23 Com den jeweiligen zur Messung tatsächlich verwendeten Einzelstern zu eruieren, bleibt folgendes festzuhalten:

a) Die Tatsache, daß αUMi bei *h*-Gleiche v. β,γUMi noch nicht im Meridian stand, war Ibn Mājid bekannt.

b) Für praktische Zwecke konnte man diese Tatsache unberücksichtigt lassen, da die Differenz zwischen der tatsächlichen und der angenommenen Höhe v. αUMi zu den uns interessierenden Zeiten verschwindend klein war; sie betrug z. B. für das Jahr 1495,2 nur 2,30904″ (s. oben).

c) Das *K. al-Fawā'id*, in dem die o.g. Hinweise enthalten sind, bringt an einer Stelle[49] eine Begebenheit aus einer Seereise mit dem Verfasser als Teilnehmer nebst Datum 480 H (= 1485 n. Chr.). Als Datum für τ v. αUMi = 0 bei *h*-Gleiche der *Farqadān* haben wir ≈ 1436,75 ermittelt. Das Wissen Ibn Mājids um die o.g. Position v. αUMi läßt sich mit den Daten also voll in Einklang bringen, denn wir hatten festgestellt, daß τ v. αUMi im Jahre 1495,2 1,111724° betrug und dieser Stern somit noch nicht im Meridian steht.

Offen bleibt jedoch, warum die $\triangle h$-Werte zw. αUMi und β,γ so auffallend falsch sind. Dies gilt zudem besonders für den von Ibn Mājid vertretenen Wert 360° = 224 *I*.

Zu Fall 2: Wir hatten bereits ermittelt, daß nur jeweils zwei Sterne von UMa zur Höhenmessung verwendet werden konnten, und zwar entweder δ und ζ oder ε und ζ. Glücklicherweise führen uns die Texte selbst aus dem Dilemma heraus: Sie erwähnen ausdrücklich,[50] daß die Sterne - ᶜAnāq (= ζUMa[51]) und -Jūn (od. -Jawn; = εUMa[52]), der fünfte und sechste des Großen Bären, zu Höhenmessungen verwendet wurden, und nicht – wie Tibbets meint – auch noch δUMa.

46. Kunitzsch, 108 (Nr. 275), 65 (Nr. 117a). Tibbets, 549, ("nebulous area between βLeonis and εVirginis") ist irrig; die Übersetzung des *Fawā'id*- Textes (Ferrand I, 15v) auf S. 96 ist nicht ganz korrekt. Tibbets übersetzt die betr. Passage "*fa -hādhihi l-arbaᶜa fī nasaq wāḥid al-Qā'id wal-Fu'ād was-Sunbula waṣ-Ṣarfa*" ungenau mit: "These four stars... are set in a regular pattern." Identifiziert man die drei Sterne -*Qā'id*, -*Fu'ād* und -*Ṣarfa* mit ηUMa (Kunitzsch 91 (Nr. 213)), αCVn (Tibbets, "The Star-nomenclature of the Arab navigators and the 'Untersuchungen' of P. Kunitzsch", *Der Islam*, 40 (1965), 190 (Nr. 18) und βLeo, und übersetzt richtig: "Diese vier [Sterne] stehen in einer Linie" ergibt sich sofort der exakte Sachverhalt, denn die drei zuletzt genannten Sterne stehen für den Betrachter des Himmels mit den Sternen 7 und 15 v. Com tatsächlich in einer Linie (s. Schurig-Götz, *Himmelsatlas* (Tabulae caelestes), hrsg. v. K. Schaifers, (Mannheim, 1960), Taf. II, IV).

47. Tibbets, 219, 220.

48. Ferrand, I, 15v; Tibbets, 96.

49. Tibbets, 259.

50. Ibid., 96, 134 (*Fawā'id-Übers.*); Ferrand II, 29v:15-30r:1 (*Sul. al-Mahrī*).

51. Kunitzsch, 43 (Nr. 33).

52. Ibid., 62 (Nr. 109).

Es ergibt sich (τ v. βUMi = 41,8°: vgl. oben):

a)	$\varepsilon + \delta$	43,6388°
b)	$\delta + \zeta$	40,5236°
c)	$\varepsilon + \zeta$	36,6298°.

Der Wert von a) ist größer; er kann ausgeklammert werden. Die jeweiligen Differenzen zwischen den Summen b) und c) und τ v. βUMi sind:

$\Delta\,\delta + \zeta$, βUMi 1,2764° = 1°16'35,04" = 5^m 5,49954^s

$\Delta\,\varepsilon + \zeta$, βUMi 5,1702° = 5°10'12,72" = 20^m 37,4598^s

Zur näheren Untersuchung sind nur diese beiden letzten Werte erforderlich.

Nach den Texten ist die *h*-Differenz zwischen den höhengleichen *Farqadān* und zwei ebenfalls höhengleichen *Naᶜsh*-Sternen 12 *I*. Rechnet man die 12 *I* in Grade um, ergibt sich:

a) Δh bei *h*-Gleiche v. δ,ζUMa (Echtwert 21,2032°):[38]
360° = 224 *I* : 19,285713°
360° = 210 *I* : 20,571428°.

Die Differenzen zum Echtwert sind:
360° = 224 *I* : 1,917487°
360° = 210 *I* : 0,631772°

b) Δh bei *h*-Gleiche v. ε,ζUMa (Echtwert 21,9788°):[38]
Umgerechnete Zahlen s. bei a); die Differenzen sind:
360° = 224 *I* : 2,693087°
360° = 210 *I* : 1,407372°.

Diskussion:

Zu Fall 1: Nach Tibbets Übersetzung von Ibn Mājids Werk *Al-Fawā'id fi uṣūl ᶜilm al-baḥr wal-qawāᶜid* (Seite 65 bis 268 des Buches "Arab Navigation") sowie dem angefügten Kommentar (s. bes. die Tafel S. 334) ergibt sich folgendes:

-: Bei τ v. αUMi = 0 (unt. Kulmin.) soll -Ṣarfa (= βLeo[39]) in der oberen Kulmination stehen.[40] Dies ist jedoch nur ein Grobwert, der der Einfachheit halber verwendet wurde.[41] In Wirklichkeit tritt nach dem *Fawā'id*[42] der Wert τ = 0 erst bei der oberen Kulmination von - *ᶜAuwā* (= $\beta,\eta,\gamma,(\delta),\varepsilon$ Vir[43]) und von -*Simāk* (= αVir[44]) ein.

-: Bei τ = 0 sollen außerdem β,γUMi höhengleich sein.[45] Dies ist ebenfalls nur ein Näherungswert, denn Höhengleiche von β,γUMi tritt ein, wenn

38. Aus den Echtwerten ermittelt.

39. P. Kunitzsch, *Untersuchungen zur Sternnomenklatur der Araber* (Wiesbaden, 1961), S. 108 (Nr. 279).

40. Tibbets, 174, 182.
41. Ibid., 97.
42. Ibid., 190.
43. Kunitzsch, 45 (Nr. 44).
44. Ibid,. 105 (Nr. 269).
45. Tibbets, 97.

1244,21	$-2{,}982196^0$ bzw. $357{,}01781^0$
1495,2	$1{,}111724^0$
1534,2	$1{,}959894^0$.

Es ist ersichtlich, daß im Laufe der Jahrhunderte αUMi bei Höhengleiche von β,γUMi nur zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt einen τ von 0° haben konnte. $\triangle\tau,\alpha$ v. αUMi des Äquinoctiums des Jahres 2000 ist zugleich die Rektaszension dieses Sterns zum gesuchten Zeitpunkt. Mit Hilfe der o.g. Formel und versuchsweise eingesetzter $\triangle\varepsilon$ — und *p*-Werte findet man einen Zeitpunkt zwischen den Terminen 1436,5 und 1437.

Mit Hilfe der Formel $\sin h = \sin \delta' \cdot \sin (90^0 - \tau) = \sin \delta' \cdot \cos \tau$ ermitteln wir die jeweilige – negative – *h* v. αUMi zu den drei o.g. Terminen:

1244,21	$4{,}81488^0$
1495,2	$3{,}42793^0$
1534,2	$3{,}2124^0$.

Diese Werte werden von den angenommenen Höhen der Nautikertexte – sie sind zugleich δ' – subtrahiert; wir erhalten die von der Wirklichkeit abweichenden Ansichten der Nautiker:

1244,21	$0{,}0065484^0$	=	23,57424″
1495,2	$0{,}0006414^0$	=	2,30904″
1534,2	$0{,}0018856^0$	=	6,78816″.

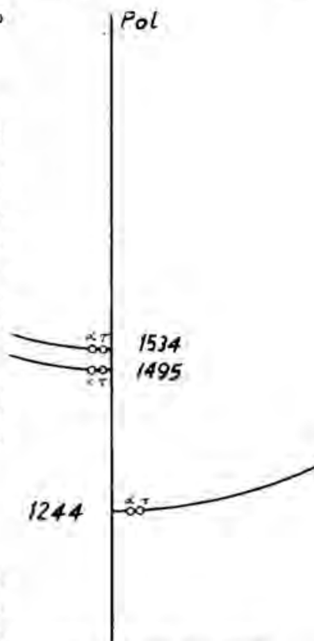


Abb. 6: α und τ υ · αUMi bei h - Gleiche β,γ UMi für die Termine 1244, 1495 und 1534

Fall 2:

Daß die *drei* Sterne δ,ε,ζUMa zu irgendeinem Zeitpunkt höhengleich sein sollen, wie Tibbets behauptet, ist wegen ihrer Positionen am Himmel zu keinem Zeitpunkt möglich. Damit zwei dieser Gruppe "kurz nach" dem Eintritt der Höhengleiche von β,γUMi ebenfalls höhengleich sind, ist folgende Bedingung erforderlich:

Die Summe aus

a) τ des Sterns mit geringerer α als der Nachbarstern plus
b) $\triangle\tau$ bzw. $\triangle\alpha$ dieser beiden Sterne plus
c) $\triangle\alpha$ zw. dem Stern mit der größeren α und βUMi

muß kleiner sein[37] als τ v. βUMi bei Höhengleiche mit γUMi.

37. S. dazu die bereits errechneten Echtwerte.

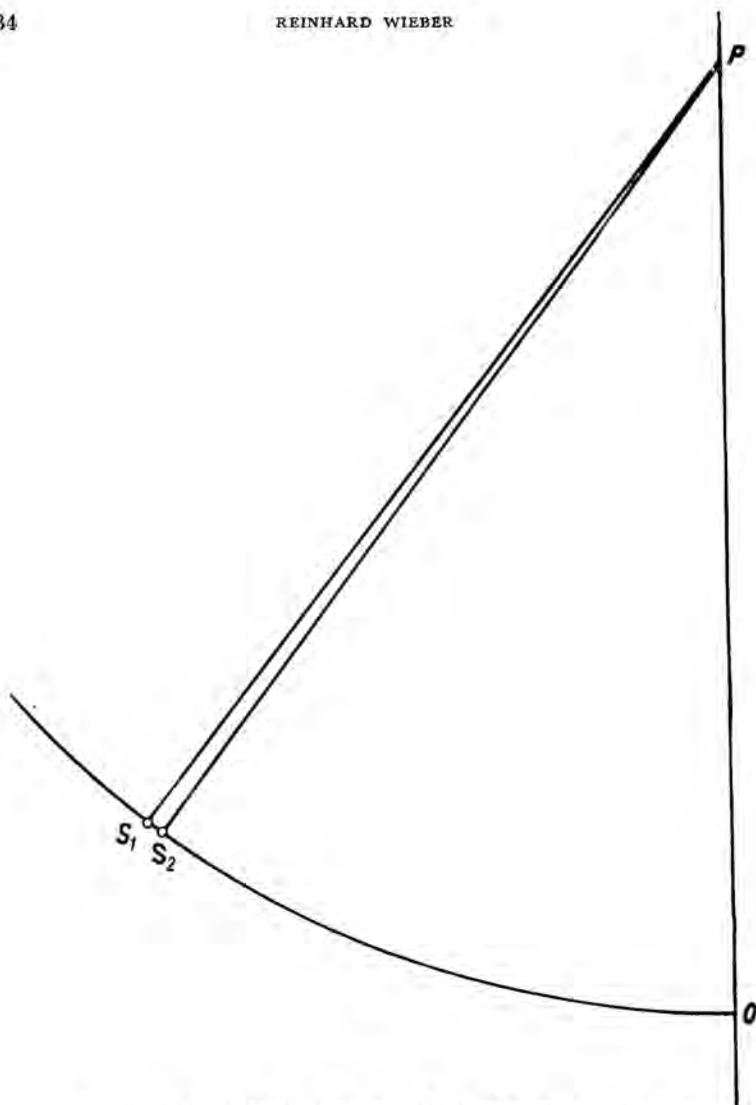


Abb. 5: α und τ v. αUMi bei h-Gleiche v. β,γ UMi für das Aequinaciqm 2000

$\widehat{S_1O} = \alpha$ v$\cdot\alpha$UMi $\qquad \widehat{S_2O} = \tau$ v$\cdot\alpha$UMi

$\widehat{S_1S_2} = \Delta\alpha,\tau$ v$\cdot\alpha$UMi $\qquad \widehat{PS_1} = PS_2 = PO = \delta'$ v.αUmi

Für den Spezialfall $\varphi = 0^0$ (Beobachtungsort auf dem Äquator) vereinfacht sich die Formel zu $\sin h = \cos \tau \cdot \cos \delta$. - Für zwei höhengleiche Sterne ist

$$\sin h_1 = \sin h_2 = \cos \tau_1 \cdot \cos \delta_1 = \cos (\tau_1 + \Delta\alpha_1,\alpha_2) \cdot \cos \delta_2.$$

Diese Gleichung läßt sich näherungsweise mit genügender Genauigkeit lösen. Es ergaben sich für das Äquinoctium 2000 folgende Werte:

(1)	β,γUMi	11,7478°	(τ = 41,8° + 7,4625°)
(2)	δ,εUMa	32,8377°	(τ = 4,7763° + 9,65°)
(3)	δ,ζUMa	32,951°	(τ = 1,6611° + 17,125°)
(4)	ε,ζUMa	33,7266°	(τ = 7,4173° + 7,475°)

α von αUMi- (α von βUMi-180° — τ von βUMi) = 36,883336° = τ von αUMi bei Höhengleiche von β,γUMi für das Äquinoctium 2000. - $\Delta\tau,\alpha$ von αUMi = 0,920836°.

Die Höhe αUMi zu diesem Zeitpunkt ergibt sich aus

a) $\sin h = \sin (90^0 - \delta) \cdot \sin (90^0 - \tau) = \cos \delta \cdot \cos \tau$

b) $h = 0{,}599897^0$ (unter dem Horizont; s. Abb. 5).

Fall 1:

Δh zw. αUMi und den h-gleichen β,γUMi = 12,347697°.

Dieser Wert ist – abgesehen von der Eigenbewegung der Sterne, die aber nicht berücksichtigt werden muß – konstant.

Nach den Nautikertexten ist diese Differenz 7 *I*. Rechnet man diesen Wert in Grade um, ergeben sich folgende Zahlen:

360° = 224 *I* : 11,24999...°
360° = 210 *I* : 12,0°.

Die Differenzen zum Echtwert sind:

360° = 224 *I* : 1,097698°
360° = 210 *I* : 0,347697°

Für die uns interessierenden Zeitpunkte (s. Abb. 6) wird mit Hilfe der bereits ermittelten Werte von $\Delta\varepsilon$ und p und der Formel[36]

$$\tan \alpha = \cos (\varepsilon + \Delta\varepsilon) \,.\, \tan (\lambda - p) - \sin (\varepsilon + \Delta\varepsilon) \cdot \tan (\beta + \Delta\varepsilon) \cdot \sec (\lambda - p)$$

die jeweilige Rektaszension von αUMi gefunden:

1244,21	— 2,06136° bzw. 357,93864°
1495,2	2,03256°
1534,2	2,88073°.

Den jeweiligen Stundenwinkel dieses Sterns bei Höhengleiche von β,γUMi erhält man durch Subtraktion von $\Delta\tau,\alpha$ v. αUMi (vgl. oben) von den soeben ermittelten α-Werten. Es ergibt sich:

36. Landolt-Börnstein N. S., 685. Der Einfachheit halber wurden die jeweils besten Näherungsdaten ausgewählt.

früheren Werken vertreten hatte, u. a. daß 360° = 224 *I* seien.[30] Für dies Verbesserung zog er die neuesten ihm zugänglichen Daten heran. Der un interessierende Zeitpunkt ist also mit der Zeit, in der δ' v. αUMī = 2 *I* bei 360° = 210 *I* betrug, voll in Einklang zu bringen: Sulaimān al-Mahrī bemüht sich offensichtlich, möglichst moderne Anschauungen zur Unterstützun seiner These heranzuziehen.

(3) Die Zeit um 1534: Ibn Majid bezeichnet das Maß δ' v. αUMi = 3 *I* al einen "misguided error".[31] Ebenso ist sich Sulaimān al-Mahrī in seinen frühe Werken mit ersterem sicher, daß dieser Wert 2 *I* bei 360° = 224 *I* betrug Wenn wir Tibbets folgen wollen, nach dem Ibn Mājid im Jahre 1514 scho tot war,[32] und wenn wir voraussetzen, daß Sulaimān al-Mahrī einige Zei nach 1511, aber mit Sicherheit vor 1554 starb,[33] kann der Zeitpunkt 153 für Ibn Mājids Lebensdaten mit Sicherheit, für Sulaimān al-Mahrīs Zei warhrscheinlich nicht in Einklang gebracht werden.

Fassen wir zusammen: Die Termine 1244 und 1495 können als stimmig angesehen werden, der Zeitpunkt 1534 ist – zumindest auf Ibn Mājids Lebenszeit bezogen – unstimmig.

3. *Die Ermittlung der tatsächlichen Gestirnshöhen und Stundenwinkel und ihr Vergleich mit den in den Texten angegebenen*

Zu einer möglicherweise besseren Klärung der Sachlage kann man die in *I* angegebenen Höhendifferenzen der zur Messung verwendeten Sternpositionen heranziehen. Zunächst gilt es, die Echtwerte zu ermitteln.

Für das Äquinoctium des Jahres 2000 sind die äquatorialen Koordinaten der uns interessierenden Sterne folgende:[34]

		δ	α
(1)	αUMi	89°15'	37°48,25'
(2)	βUMi	74°09'	222°43,25'
	γUMi	71°50'	230°11,00'
(3)	δUMa	57°02'	183°51,50'
	εUMa	55°57'	193°30,50'
	ζUMa	54°56'	200°59,00'

Untersuchen wir zunächst die Höhengleichen. Für die Umwandlung von Horizontal- in Äquatorialkoordinaten gilt die Formel[35]

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \tau \cdot \cos \varphi .$$

30. Tibbets, 333.
31. Ibid.
32. Ibid., 22.
33. *EI*¹ IV, 572.
34. Meyers *Handbuch*, S. 443, 453, 454, 455, 456, 457. – α in Grade umgerechnet.
35. dtv-*Atlas*, 47.

c) 2 *I* bei 360° = 224 *I*:	Jahr 1534,2:	86°47′09,96″
	Wert für das gesuchte Jahr:	86°47′08,574″
	Jahr 1534,1:	86°47′08,16″

Diskussion:

(1) Die Zeit um 1244: Die Lebensdaten der bekannten Nautiker vor Ibn Mājid und Sulaimān al-Mahrī lassen sich meist nur grob abschätzen. - Es sind dies:[28]

a) ca. 1009/10 segelt der Nautiker Khawāshir b. Yūsuf b. Ṣabaḥ al-Arīkī mit einem indischen Schiff

b) ca. 1100 lebten die Verfasser von Nautikertexten M. b. Shādhān, Sahl b. Abbān und Laith b. Kahlān

c) 1184/85 schrieb der Enkel eines der drei o.g. Autoren ein "Raḥmānī" (Segelhandbuch)

d) kurz nach 1400 "flourished" M. b. ᶜUmar, Ibn Mājids Großvater.- Für die fragliche Zeit läßt sich aus den Texten also keine Quelle machweisen. Es ist jedoch folgendes zu bedenken:

Für den Wert δ′ v. αUMi = 3 *I* werden immer nur die "Alten" verantwortlich gemacht; eine exaktere Quellenangabe fehlt. Diese unpräzisen Angaben und auch die errechnete Jahreszahl lassen möglicherweise den Schluß zu, daß es sich bei diesem Wert um eine sich nach 1200 allmählich herauskristallisierende, allgemeine Anschauung handelte, die sich in uns unbekannten nautischen Abhandlungen niedergeschlagen hat oder mündlich überliefert wurde. Vielleicht ist es auch kein Zufall, daß – wie sich als Nebenprodukt der o. g. Berechnungen ergab – die ekliptikale Länge λ von αUMi

a) im Jahre 1244,245 77,999399°
b) im Jahre 1244,210085 77,99891°,

also in beiden Fallen für die uns interessierende Zeit fast exakt 78° betrug.

Ein früher Nautiker selbst wird im Zusammenhang mit dem 3 *I*-Wert niemals erwähnt. Falls einer der Ibn Mājid und Sulaimān al-Mahrī bekannten Nautiker die Zahl genannt hätte, wäre er vermutlich als Autorität zitiert worden. Der ermittelte Termin fällt auch mit einer chronologischen Lücke in den Lebensdaten der in den Texten erwähnten frühen Nautiker zusammen. Grundsätzlich kann man daher festhalten, daß sich die Jahreszahl 1244 mit der Angabe, δ′ v. αUMi = 3 *I* stamme von den "Alten", in Einklang bringen läßt.

(2) Die Zeit um 1495: Das *K. tuḥfat al-fuḥūl fi tamhid al-uṣūl*, in dem das o. zit. Traktat steht – es ist rein rechnerisch korrekt –, war eines von Sulaimāns Alterswerken. In diesem mit Sicherheit einige Zeit nach 1511[29] verfaßten Buch bemühte er sich um eine Korrektur seiner Anschauungen, die er in seinen

28. Tibbets, 5-6.

29. *EI*[1] IV, 575.

c) $PkPh = (2005{,}086'' - 0{,}8535'') \cdot 2{,}02 - 0{,}00028'' \cdot 2{,}02^2$
d) $PgPh = PkPg - PkPh$
e) $(2005{,}086'' + 0{,}8535'') \cdot T + 0{,}00028'' \cdot T^2 = PgPh$
f) $1900 - T \cdot 100$ = gesuchte Jahreszahl.

Es ergaben sich folgende Werte:

a) 2 *I* bei 360° = 224 *I* : 1530,898725 n. Chr.
b) 3 *I* bei 360° = 224 *I* : 1240,5179 n. Chr.
c) 2 *I* bei 360° = 210 *I* : 1492,0083 n. Chr.

Diese Berechnung liefert jedoch nur Grobwerte, da die Abnahme d‹ Ekliptikschiefe $\Delta\varepsilon$ nicht und die Präzession p nur indirekt berücksichti‹ wurde. Zur genaueren Berechnung werden die äquatorialen Koordinaten vo αUMi für das Äquinoctium 1900 nach den Formeln[24]

$$\tan\lambda = \cos\varepsilon \tan\alpha + \sin\varepsilon \tan\delta \sec\alpha$$
$$\sin\beta = \cos\varepsilon \sin\delta - \sin\varepsilon \cos\delta \sin\alpha$$

in ekliptikale verwandelt. Es ist

$$\beta \text{ v. } \alpha\text{UMi} = 66{,}0867^\circ$$
$$\lambda \text{ v. } \alpha\text{UMi} = 87{,}1516^\circ$$

$\Delta\varepsilon$ und die Präzession p werden nach den Formeln[25]

$$\varepsilon = 23^\circ27'08{,}26'' + 46{,}845'' \cdot T + 0{,}0043'' \cdot T^2 - 0{,}0018'' \cdot T^3$$
$$p = 5024{,}4252'' \cdot T + 0{,}00019'' \cdot T^2$$

in folgende Gleichung[26] eingesetzt, durch die die ekliptikalen Koordinaten i äquatoriale zurückverwandelt werden:

$$\sin\delta = \cos(\varepsilon + \Delta\varepsilon) \cdot \sin(\beta + \Delta\varepsilon) + \sin(\varepsilon + \Delta\varepsilon) \cdot \cos(\beta + \Delta\varepsilon) \cdot \sin(\lambda - \text{ﾟ}$$

T (in Jahrhunderteinheiten) ausgehend von den o.g. Grobwerten versuchswei‹ in die ε- und p-Formel eingesetzt und die so gewonnenen Zahlen in die Form‹ zur Errechnung von δ ergab im Näherungsverfahren folgende Wert‹[27] (di gegebenen δ'-Zahlen werden durch Subtraktion von 90° in δ-Werte umg‹ wandelt):

a) 3 *I* bei 360° = 224 *I*:	Jahr 1244,245:	85°10′43,68″
	Wert für das gesuchte Jahr:	85°10′42,8592″
	Jahr 1244,210:	85°10′42,24″
b) 2 *I* bei 360° = 210 *I*:	Jahr 1495,3:	86°34′18,12″
	Wert für das gesuchte Jahr:	86°34′17,1444″
	Jahr 1495,2:	86°34′16,32″

24. Landolt-Börnstein, Neue Serie. Gruppe VI, Band I, (Berlin-Heidelberg-New York, 196 hrsg. v. H. H. Voigt, S. 685.

25. Landolt-Börnstein, 49.

26. Ibid. N. S., Gr. VI, Bd. I, S. 685 (um $\Delta\varepsilon$ erweitert).

27. Die Eigenbewegung μ von αUMi braucht nicht berücksichtigt zu werden; sie beträgt in ‹ Jahren nur ca. 2,5″, (Landolt-Bornstein, 161, 167 (überschlagsweise berechnet)).

in (ungefähr) höhengleicher Lage am Nordosthimmel für Breiten sehr weit südlich des Äquators. - 1 *I* der *Farqadān* war = 13 *I* der *Na*ᶜ*sh*. - Die Höhengleiche trat "kurz nach" derjenigen von β,γ UMi ein.[17]

Neben diesen Sternen wurden noch eine Anzahl weiterer Sternbilder und Einzelsterne, wie z. B. "*al-Murabba*ᶜ" (Cru), "*al-Ḥimārān*" (α,β Cen) u. ä. gelegentlich zu Breitenbestimmungen verwendet.[18]

Zur Diskussion stehen also folgende Werte zur Verfügung:

(1) δ' von αUMi = a) 2 *I* bei 360° = 224 *I* / = 3,2142856°[19]
b) 3 *I* bei 360° = 224 *I* / = 4,8214284°[19]
c) 2 *I* bei 360° = 210 *I* / = 3,4285714°[20]

(2) Δh zw. αUMi und β, γUMi = 7 *I*

(3) Δh zw. β, γUMi und δ, ε, ζUMa = 12 *I*.

2. *Die Ermittlung der Termine anhand der Poldistanzen des Polarsterns*

Untersuchen wir zunächst, auf welche Jahre die δ'. Werte von αUMi tatsächlich fielen (s. Abb. 4).

S = Polarstern
PkS = kürzeste Poldistanz αUMi im Jahre 2102 = 0,46°[21]
PhS = Poldistanz αUMi im Jahre 1900 = 1,2333...°[22]
PgS = Poldistanzen αUMi
a) 2 *I* bei 360° = 224 *I*
b) 3 *I* bei 360° = 224 *I*
c) 2 *I* bei 360° = 210 *I*.

Zu ermitteln sind die drei Zeiten, in denen der Pol die Strecke *PgPh* zurückgelegt hat.

a) $\cos PkPg = \cos PgS : \cos PkS$

b)[23] $n = (2005{,}086'' \pm 0{,}8535'') \cdot T \pm 0{,}00028'' \cdot T^2$

Abb. 4
Wanderung des Himmels
S = Polorstern
Pk = Pol in Jahre 2102
Ph = Pol in Jahre 1900
Pg = Pol in früheren Jahren

17. Ibid., 339; Ferrand II, 36v:15-37r:1 (ders.).
18. Ibid., 339 ff.
19. 1 *I* = 1,6071428°.
20. 1 *I* = 1,7142857°.
21. J. Herrmann, dtv-*Atlas zur Astronomie* (München, 1973). S. 63
22. Landolt-Börnstein, *Zahlenwerte und Funktionen aus Physik. Chemie · Astronomie · Geophysik und Technik*, hrsg. v.A. Eucken, III, Band Astronomie und Geophysik, (Berlin –Göttingen– Heidelberg, 1952), S. 161 (aus d. δ-Wert + 88°46' umgerechnet).
23. *n* = Geschwindigkeit der Polbewegung; Formel nach Landolt-Börnstein, 49. *T* = Zeit in tropischen Jahrhunderteinheiten.

Zur Messung in *I* wurden in der Hauptsache drei Sternpositionen herangezogen (s. Abb. 3):

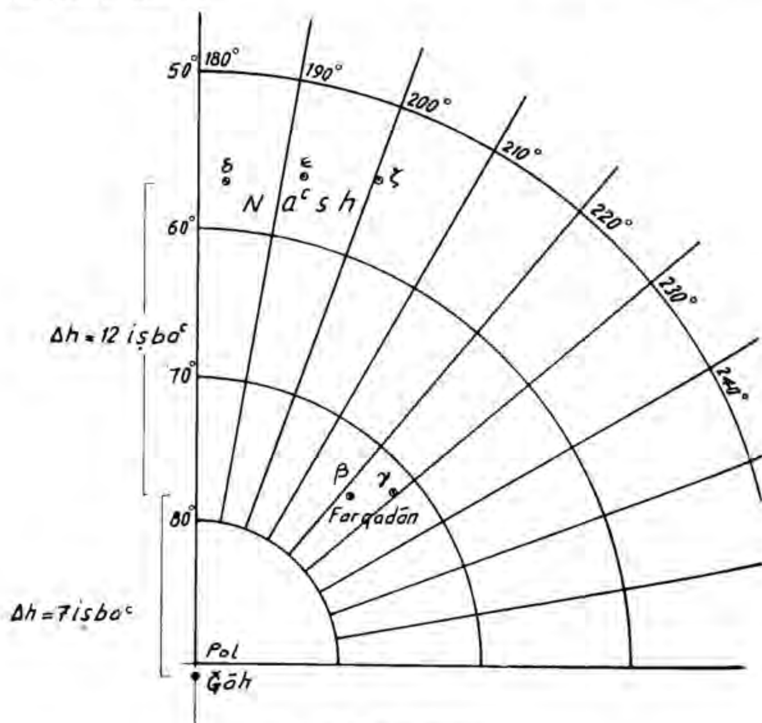


Abb. 3: Meßkonstellationen

(1) der "*Jah*" (αUMi, Polarstern) in seiner unteren Kulmination für nördliche Breiten.[15]

(2) anstelle des Polarsterns die "*Farqadān*" (β, γUMi) bei gleicher Höhe am Nordosthimmel, wenn der *Jāh* in o. g. Position angeblich gleichzeitig nur noch 1 *I* über der Kimm stand, d. h. für Breiten um den und etwas südlich des Äquators. - Dabei war 1 *I* des *Jāh* = 8 *I* der *Farqadān*.[16]

(3) wenn die *Farqadan* verschwanden, die "*Na*^c*sh*" (δ, ε, ζUMa lt. Tibbets)

15. Ibid., 331 ff.; Ferrand II, 36v:13-14 (*Sul. al-Mahrī*).
16. Ibid., 336 ff.; Ferrand II, 36v:14-15 (ders.)

zwei Strich [der Windrose] beträgt $6\frac{1}{2}$ plus die Hälfte eines Achtel *iṣba*ᶜ ($= 6\frac{9}{16}$ *I*) der *iṣba*ᶜ unserer Höhenmessung. Für uns enthält der Vollkreis [also] 210 *iṣba*ᶜ. Für die Alten betrug [die Differenz] zwischen je zwei Strich 7 *iṣba*ᶜ, der Kreis enthalt 224 *isba*ᶜ. Ersteres ist korrekter. Der Beweis dazu ist: Die größte Höhendifferenz des Polarsterns [zwischen zwei Meridiandurchgängen] beträgt 4 *iṣba*ᶜ. Die Astronomen wissen, daß die [Differenz] zwischen oberer und unterer Kulmination des Polarsterns $6\frac{6}{7}°$ beträgt. Jedes *iṣba*ᶜ wird [folglich] zu $1\frac{5}{7}°$, jeder Grad zu $4\frac{2}{3}$ *zām*...".[13] – Außerdem erwähnen noch die Texte, daß nach den Alten der Abstand Pol-Polarstern 3 *I* betrug.[14]

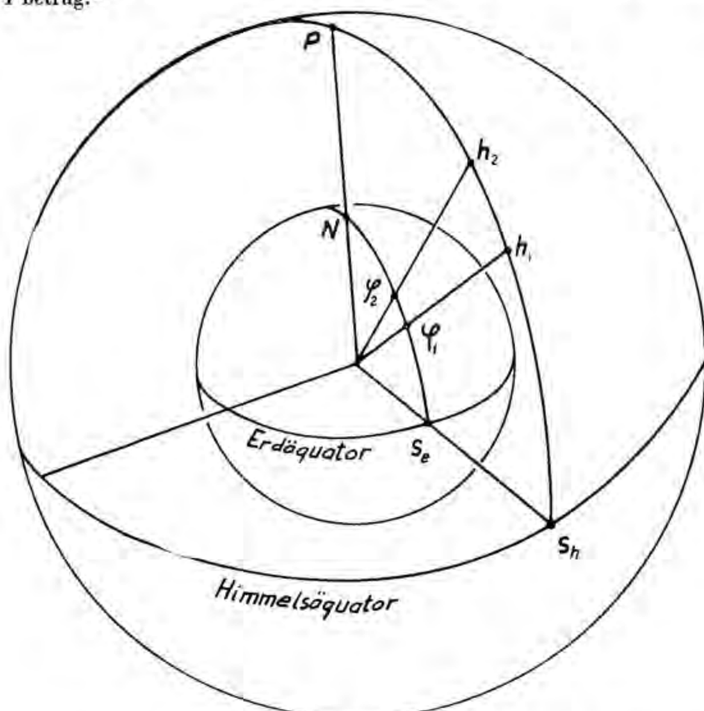


Abb. 2: Iṣbaᶜ und tirfa'

N = Erdnordpol H = Himmelsnordpol W = West PS_h = Meridian d. Himmels

NS_e = Meridian d. Erde $h_2 h_1$ = iṣbaᶜ = $\Delta\varphi_2$, φ_1 = 1 tirfā'

13. Ferrand II 5r: 11 f. (*Sul. al-Mahrī*); s. a. 162v.: 3f.

14. Tibbets, 333.

Für eine noch feinere Einteilung wurden verwendet:[6]

106° 52′ 30″	zw. OzS u. OSO	مطلع ناجد البراق
253° 07′ 30″	zw. WzS u. WSW	مغيب ناجد البراق
95° 37′ 30″	zw. O u. OzS	مطلع المرزم
264° 22′ 30″	zw. W u. WzS	مغيب المرزم
84° 22′ 30″	zw. O u. OzN	مطلع الدبران
275° 37′ 30″	zw. W u. WzN	مغيب الدبران

II. Sternhöhen und Strecken

1. *Die verfügbaren Zahlenwerte*

Sternhöhen werden in *iṣba*ᶜ (Fingerbreite, "Zoll"),[7] niemals in Graden angegeben; sie dienen zur Breitenangabe von Häfen, bestimmten Küstenmarkierungen, wie Kaps, Flußmündungen und dergleichen und Inseln sowie von Positionen auf hoher See bei Kurswechsel.

Der Winkel von einem *iṣba*ᶜ[8] bildet am Himmel ein Bogenstück von einer bestimmten Länge. Wird dieses Stück im Meridian (!) auf die Erdoberfläche projiziert, erhält man ein *tirfā'*,[9] d. h. die Strecke, die ein Schiff in 24 Stunden zurücklegt: ein Etmal (s. Abb. 2). – Oder, um ein Beispiel zu gebrauchen: Steuert ein Schiff 24 Stunden lang direkten Nordkurs, steht der Polarstern am Ende der Fahrt in seiner unteren Kulmination um 1 *I* höher als am Anfang der Reise. Strecken werden jedoch fast nie in *tirfā'*, sondern in *zām*, einer dreistündigen Fahrtstrecke, angegeben. 8 *zām* entsprechen folglich einem *tirfā'*.[10]

Die Maßeinheiten der Sternhöhen und der Strecken zur See stehen also rechnerisch miteinander in engstem Zusammenhang. Für die Eintragung der Örter auf der Karte ist es daher von größter Wichtigkeit, eine exakte Gradzahl für 1 *I* zu ermitteln.

Nach den Nautikertexten des Ibn Mājid und in den früheren Werken des Sulaimān al-Mahrī entsprechen 224 *I* den 360° eines Vollkreises.[11] Die Höhendifferenz zwischen Pol und Polarstern in seiner unteren Kulmination und damit der Abstand selbst beträgt 2 *I*.[12] In einem Werk verwirft Sulaimān al-Mahrī jedoch die Anzahl von 224 *I*. Er sagt: "[Die Differenz] zwischen je

6. Tibbets, 298 (irrig), 157, 31, 87; *BEO*, 275.

7. W. Hinz, *Islamische Maße und Gewichte*, Handbuch der Orientalistik Erg. Bd. 1, Heft 1, (Leiden und Köln, 1970); Tibbets, 313 ff.

8. Im folgenden mit *I* abgekürzt.

9. Tibbets, 517 (mit weiterführenden Angaben).

10. Ibid., 527.

11. Ibid., 76; Ferrand III, 152.

12. Tibbets, 333.

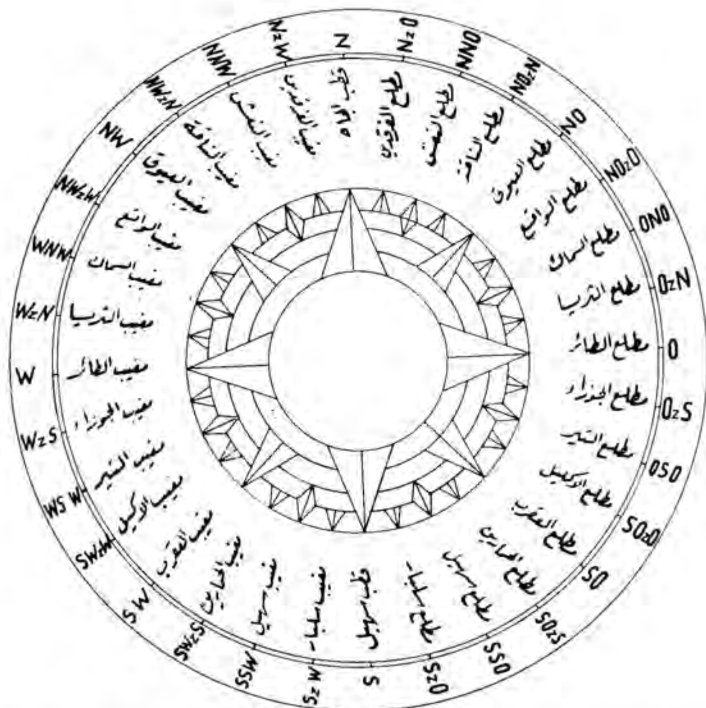


Abb. 1: Die arabische Windrose

Grad	Richtung	arab. Bez.	Grad	Richtung	arab. Bez.
0° 00′	N	قطب الجاه	180° 00′	S	قطب سهيل
11° 15′	NzO	مطلع الفرقدين	191° 15′	SzW	مغيب سلبار (المحنث)
22° 30′	NNO	مطلع النعش	202° 30′	SSW	مغيب سهيل
33° 45′	NOzN	مطلع الناقة	213° 45′	SWzS	مغيب الحمارين
45° 00′	NO	مطلع العيوق (البار)	225° 00′	SW	مغيب العقرب
56° 15′	NOzO	مطلع الواقع (الكاثر)	236° 15′	SWzW	مغيب الاكليل
67° 30′	ONO	مطلع السماك	247° 30′	WSW	مغيب التير (الشعري)
78° 45′	OzN	مطلع الثريا (النجم)	258° 45′	WzS	مغيب الجوزاء
90° 00′	O	مطلع الطائر (شقاق الافلاك)	270° 00′	W	مغيب الطائر (شقاق الافلاك)
101° 15′	OzS	مطلع الجوزاء	281° 15′	WzN	مغيب الثريا (النجم)
112° 30′	OSO	مطلع التير (الشعري)	292° 30′	WNW	مغيب السماك
123° 45′	SOzO	مطلع الاكليل	303° 45′	NWzW	مغيب الواقع (الكاثر)
135° 00′	SO	مطلع العقرب	315° 00′	NW	مغيب العيوق (البار)
146° 15′	SOzS	مطلع الحمارين	326° 15′	NWzN	مغيب الناقة
157° 30′	SSO	مطلع سهيل	337° 30′	NNW	مغيب النعش
168 °45′	SzO	مطلع سلبار (المحنث)	348° 45′	NzW	مغيب الفرقدين

Diese Karte oder eine Kopie davon scheint endgültig verloren zu sein;[2] andere arabische Nautikerkarten des Indischen Ozeans für die Zeit um 1500 oder früher sind bisher nicht bekannt geworden. Es erhebt sich daher die Frage, ob es dennoch möglich ist, anhand der zahlreichen Angaben in den arabischen Nautikertexten[3] Seekartogramme zu rekonstruieren und dadurch ein zuverlässiges Bild von den Vorstellungen und Kenntnissen der arabischen Nautik über den Indischen Ozean und seine Nebenmeere für diese Zeit zu erhalten.

Soweit ich sehen konnte, hat sich bisher Tibbets in seinem Werk "Arab Navigation" an der Rekonstruktion solcher Karten versucht. Als Beilage zu diesem Buch publizierte er sieben Karten teils nach den Angaben aus der arabischen Nautik, teils in moderner Darstellung mit aus den Texten ausgewählten Kursen. - Die Mängel, die diesen Darstellungen jedoch anhaften, sollen noch im einzelnen besprochen werden.

B. Die Konstruktionselemente

Die für die Herstellung eines Kartogramms erforderlichen Angaben bestehen aus

a) Kursen
b) Sternhöhen
c) Strecken.

I. Kurse

Die Kursbezeichnungen orientieren sich in der arabischen Windrose an den hypothetischen Aufgangs- und Untergangsörtern ausgewählter Einzelsterne, Sternpaare oder mehrerer Sterne.[4] Diese Angaben lassen sich ohne Schwierigkeiten unmittelbar in die modernen Bezeichnungen und Gradmaße umsetzen (s. Abb. 1):[5]

2. W. C. Brice, "Early Muslim Sea-Charts", *JRAS* 1977, No. 1, S. 54-55.

3. Hss. 2292 und 2559 der Bibliothèque Nationale Paris; photomech. Reproduktion in 2 Bänden u.d.T. *Instructions Nautiques* v. G. Ferrand, (Paris, 1921-1923 und 1925) sowie ein 3. Band als Kommentar, (Paris, 1928); B 992 Leningrad; 3114 Ẓāhiriya; eine Hs. ohne Nr. aus Baḥrain (s. *BEO*, 24 (1971), 271). Die mir bekannten Edd. sind:

a) Ibn Mājid, *Ḥāwiyat al-ikhtiṣār fī uṣūl ᶜilm al-biḥār*, ed. I. Khoury in *BEO*, 24 (1971), 251-382.
b) Ders., *Al-fawā'id fī uṣūl ᶜilm al-baḥr wal-qawāᶜid*, ed. R. Ḥassan, (Dimashq, 1971). Vollständig übersetzt von Tibbets in *Arab Navigation*, S. 65-268.
c) Sulaimān al-Mahrī, *Al-ᶜumda al-mahrīya fī ḍabṭ al-ᶜulūm al-baḥriya*, ed. I. Khūrī, (Dimashq, 1970).
d) Ders., *Al-minhāj al-fākhir fī ᶜilm al-baḥr az-zākhir*, ed. I. Khūrī, (Dimashq, 1970).
e) T. A. Shumovsky, *Tri nyeizvyestniye lotsii Akhmada ibn Madzida arabskogo lotsmana Vasko da Gami* (Moskau-Leningrad, 1957) (enthält Ibn Mājids drei *Urjūzas as-Sufālīya, al-Maᶜlaqīya* und *at-Ta'īya*).

4. Tibbets, 297; Ferrand III, 91.

5. Namen nach Tibbets ibid.: Ferrand ibid.; Variation nach *BEO*, 275.

Überlegungen zur Herstellung eines Seekartogramms anhand der Angaben in den arabischen Nautikertexten

EINHARD WIEBER*

bkürzungen:

*iṣba*ᶜ	α Rektaszension
Jahre in Jahrhunderteinheiten	β ekliptikale Breite
Gestirnshöhe	δ Deklination
Geschwindigkeit des Poles des Himmelsäquators	δ' Poldistanz eines Gestirns
Präzession	ε Schiefe der Ekliptik
Kursstrecke	λ ekliptikale und geographische Länge
Kurswinkel	τ Stundenwinkel
Differenz	φ geographische Breite

Die Abkürzungen der Namen der Sternbilder richten sich nach: *Meyers Handbuch über das Weltall*, Bearbeitet von K. Schaifers und G. Traving, Mannheim-Wien-Zürich o. J.), S. 322-325.

. Einleitung

Als Vasco da Gama im Jahre 1498 Malindi an der ostafrikanischen Küste rreicht hatte, konnte er sich einen Lotsen für die Fahrt nach Indien verschaf-en, dessen Namen die portugiesischen Berichte mit Malemo Canaqua oder Malemo Cana, d. h. *Mu*ᶜ*allim* (Navigator) Kanaka (guzerati für Astrologe) ngeben. Im Verlauf einer ersten Unterhaltung – so die portugiesischen Berich-e – zeigte der Lotse da Gama eine Karte der ganzen indischen Küste, "die ach Art der maurischen Karten mit zahlreichen Meridianen und Parallelen... ersehen war, aber ohne Angabe der Windstriche. Da die Quadrate [gebildet lurch die Kreuzung] dieser Meridiane und Parallelen sehr klein waren, war lie Richtung der Küste durch die beiden Windrichtungen Nord-Süd und Ost-West sehr genau, ohne dass jedoch die Deutlichkeit der Karte litt durch lie Menge [Zeichen für die Richtung] der Winde und der Magnetnadel...".[1]

* Goebenstr. 9, 5300 Bonn 1, West Germany.

1. Editor's Note: Here and in the sequel *EI*¹ stands for *Encyclopaedia of Islam*, 1st ed.; *JRAS* for *ournal of the Royal Asiatic Society*; *BEO* for *Bulletin d'études orientales*, Damas. *EI*¹ IV 390. Zum roblem, ob der Lotse Ibn Mājid war, s. ibid / G. R. Tibbets, *Arab Navigation in the Indian Ocean fore the Coming of the Portuguese*, Oriental Translation Fund, New Series, vol. XLII, (London, 1971), . 9-11.

Foet. form. = *De foetuum formatione*, vol. IV, pp. 652-702 K.

In Hipp. De alim. comm. = *In Hippocratis librum de alimento commentarii I-IV*, vol. XV, pp. 224-417 K.

In Hipp. Epid. II comm. = *Galens Kommentare zu dem II. Buche der Epidemien des Hippokrates ... aus der arabischen Übersetzung des Ḥunain ibn Isḥāq ins Deutsche übertragen von* Franz Pfaff. Corpus Medicorum Graecorum V 10, 1, (Leipzig, Berlin, 1934), pp. 153-410.

Sem. = *De semine*, vol. IV, pp. 512-651 K.

Usu part. = *De usu partium*, vol. III, p. 1 - vol. IV, p. 366 K.

Hippocrates = *Oeuvres complètes d'Hippocrate*. Traduction nouvelle avec le texte grec en regard par Émile Littré, 10 vols., (Paris, 1839-1861). (Cited as "L.").

Alim. = *De alimento*, vol. IX, pp. 94-121 L.

Epid. II = *De morbis popularibus liber II*, vol. V, pp.72-139 L.

Genit. = *De genitura*, vol. VII, pp. 470-485 L.

Nat. puer. = *De natura pueri*, vol. VII, pp. 486-543 L.

Oct. = *De octimestri partu*: Hippokrates, *Über Achtmonatskinder. Über das Siebenmonatskind (unecht)*. Hrsg., übers. u. erl. von Hermann Grensemann. Corpus Medicorum Graecorum I 2,1, (Berlin, 1968).

Iamblichus, *Theol. arithm.* = *Iamblichi Theologoumena arithmeticae*. Ed. Vittorio de Falco. Bibliotheca Teubneriana, (Leipzig, 1922).

Oribasius = *Oribasii Collectionum medicarum reliquiae*. Ed. Johannes Raeder, 4 vols. Corpus Medicorum Graecorum VI 1-2, (Leipzig, Berlin, 1933).

Al-Ṭabarī = *Firdaws al-ḥikma fī ṭ-ṭibb li*-Abi'l-Ḥasan ʿAlī ibn Sahl Rabban al-Ṭabarī. Ed. Muḥammad Zubair aṣ-Ṣiddīqī, (Berlin, 1928).

VS = *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Griechisch und deutsch von Hermann Diels. 10. Aufl., hrsg. von Walther Kranz, 3 vols., (Berlin, 1960-1961).

for us some traces of an embryological tradition of late antiquity which is not documented in the extant Greek medical texts. Thus we learn that shortly before the Arab conquest Byzantine physicians not only revived the quantitative assessments which had existed in older medical embryology, but had been neglected to some extent during the Hellenistic age; they, moreover, supplemented the medical tradition by arithmological notions of Neopythagorean origin, which may be due to the general predilection of the time for number mysticism.

Considering the subsequent development of embryology in Islam, it is worthy of note that the predominance of problems concerning the duration of pregnancy and the stages of prenatal development, which is noticeable with Ibn Māsawaih and other scholars of the early period, decreases with the authors of the classical age such as ar-Rāzī, Ibn Sīnā, or ᶜAlī ibn al-ᶜAbbās al-Majūsī. Though these writers do not completely abandon the traditional numbers, they mention them rather incidentally, paying more regard to the physiological aspect of embryogenesis. Thus, their attitude is closer to that of the Hellenistic physicians such as Galen than to the approach of their Arabic predecessors.

List of Sources

Aristotle = *Aristotelis Opera*, ed. I. Bekker, 2 vols. (Berlin, 1831-1870).

GA = *De generatione animalium*: Aristotle, *Generation of animals.* With an English translation by A. L. Peck, The Loeb Classical Library, (London, Cambridge/Mass., 1963).

HA = *Historia animalium*: Aristoteles, *Thierkunde.* Kritisch-berichtigter Text mit deutscher Übersetzung von H. Aubert und Fr. Wimmer, 2 vols., (Leipzig, 1868).

Metaph. = *Metaphysica*: Aristotle, *The Metaphysics.* With an English translation by Hugh Tredennick, 2 vols. The Loeb Classical Library, (London, Cambridge/Mass., 1961-1962).

Al-Baladī = Abu'l-ᶜAbbās Aḥmad ibn Muḥammad ibn Yaḥyā al-Baladī, *K. Tadbīr al-ḥabālā wa-l-aṭfāl*, Ms. London, Royal College of Physicians, no. 8.

Censorinus = *Censorini De die natali liber*. Rec. Fridericus Hultsch. Bibliotheca Teubneriana, (Leipzig, 1867).

Galen = *Claudii Galeni Opera omnia*. Ed. Karl Gottlob Kühn, 20 vols. Medicorum Graecorum opera quae exstant, vol. 1-20, (Leipzig, 1821-1833). (Cited as "K.")

Egypt in 641.[68] The Arabs regarded Paulus as a foremost authority in matters of obstetrics, surnaming him *al-qawābilī* ("adviser of midwives"). Of his writings, only a medical compendium, in which he does not deal extensively with embryology, has survived in the Greek original, and also in fragments of Ḥunain ibn Isḥāq's Arabic translation. Yet, according to Arabic bibliographical sources, Paulus also composed monographs on the regimen of women and that of children.[69] Al-Baladī does not quote the title of his source, but it is not improbable that he reproduces a fragment of one of these lost books of Paulus. From the close accord of al-Baladī's and Ibn Māsawaih's accounts, which is indicative of a common source, we may conclude that Ibn Māsawaih drew the last chapter of his treatise from Paulus.

The previous discussion has already led us to inquire about the immediate sources of Ibn Māsawaih. As the book presents neither a full account of accessible knowledge on embryology, nor discussions of diverging opinions on particular topics, nor, for that matter, any independent point of view of the author, it can by no means be regarded as an original contribution. Ibn Māsawaih obviously intended to provide a comprehensive textbook assembling generally acknowledged doctrines on the main problems of embryogenesis. As stated in the beginning, his physiological teachings are ultimately derived from Hippocrates and Galen. From the abridged mode of presentation, however, we may infer that he did not himself collect these materials from the originals, but rather utilized one or several embryological compendia, eclectic compilations uniting opinions of the two chief authorities of Greek medicine.

The dependence of the last chapter, displaying Pythagorean influence, from Paulus, could well be an indication that the other Pythagorean notions were also present in Ibn Māsawaih's sources.[70] Whether he relied wholly on Paulus or perhaps drew from some other texts besides, we cannot determine with certainty. To specify the provenance of the arithmological doctrines is likewise impossible because of the conciseness of the fragments. Since the topics of arithmology are so frequently paralleled in ancient literature, only close verbal agreement of longer passages would enable us to identify their precise source.

In any event, it can be stated that the value of Ibn Māsawaih's embryology for the general history of medicine lies mainly in the fact that it preserves

68. We cannot exclude, however, that Paulus only transmitted an older tradition. For Paulus' life and works, cf. Hans Diller, *RE* XVIII 4, col. 2386-2397. As to the Arabic tradition, see Ibn an-Nadīm, *Fihrist*, vol. I, p. 293; Ibn al-Qifṭī, *Taʾrīkh*, pp. 261,16 - 262,5; Ibn Abī Uṣaibiʿa, *ʿUyūn*, vol. I, p. 103, 14 f.; Barhebraeus, *Mukhtaṣar*, p. 103,5-9; Sezgin, *GAS* III 168-170; Ullmann, *Medizin*, p. 86 f.

69. The latter is mentioned only by Ibn Abī Uṣaibiʿa, *ʿUyūn*, vol. I, p. 103,14; cf. Ullmann, *Medizin*, p. 345.

70. Moreover, it is quite unlikely that Ibn Māsawaih was familiar with arithmological literature in tl strict sense.

the basic number, and supplies the difference between the extremes by two mean proportionals, the harmonic (8) and arithmetic (9) means. Tripling the number 6 for *partus maior*, one gets the greater extreme 18, and the mean terms 9 (harmonic) and 12 (arithmetic). Each time, the date of birth[63] is calculated by multiplying the sum of the four terms, either 35 or 45, by the base 6, which results in 210 and 270 days, or 7 and 9 months, respectively.[64]

The figures assumed for 8 and 10 month children obviously do not suit the Pythagorean scheme. To be sure, the greater extremes may be regarded as multiples of the basic number 6, but the intermediate terms do not exhibit those particular regularities required by the Pythagorean proportion.[65] It is quite clear that they were admitted only in order to fit the sums 40 and 50, which are designated by medical tradition, just keeping as close as possible to the terms of *partus minor* and *maior*.[66] So we may safely conclude that they were added by a physician who was more interested in completing the data of the Hippocratic pattern than in pursuing mathematical consistency. However, it is possible that he had not even grasped the rule underlying the Pythagorean numerical sequence.

Whom, then, may we credit with the incorporation of Pythagorean embryological number speculation into the medical tradition derived from Hippocrates? Beyond doubt, it was not performed by Ibn Māsawaih himself. Exactly the same theory, though somewhat different in phrasing, is communicated by al-Baladī[67] (4th/10th cent.) on the authority of Paulus of Aegina, a Byzantine physician who lived in Alexandria at the time of the Arab conquest of

---

Theol. arithm., p. 42,19 ff.; cf. Robbins, *Tradition*, p. 103 ff.; Burkert, *Weisheit*, p. 408, note 31. Some authors even call the 6 *gennētikōtatos*, though on the ground that it is the product of male (3) and female (2), s. Robbins, *Tradition*, p. 105.

62. For *partus minor* cf. Varro in Censorinus XI 2-5 (p. 19,6 20,2); cf. Roscher, *Hippokratische Schrift*, p. 51.

63. The first movement of the child is disregarded in arithmological texts.

64. Both types discussed by Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 51,7-24, s. also ibid., p. 63 f. In Varro's calculation of *partus maior* (in Censorinus XI 6-8; p. 20,2-25) there seems to be some mistake. Instead of computing the triple ratio of the proportion based on 6, he takes 7 as basic number. Thus, in order to arrive at the date of birth– 280 days instead of 270– by multiplication by the base 7, he has to propose 40 days (not 45) for the period of formation. Probably he was influenced by the Hippocratic determination of the normal gestational period as seven tessaracontades (280 = 7 × 40), cf. Hippocrates, *Oct.* 4, 6; 10, 4 (CMG I 2, 1; p. 88, 14; 96,7-11 Grensemann). Anyhow, he is not able to list numerical values for the other three terms, since the sum of the progression: base - harmonic mean - arithmetic mean - multiple of the base, would not amount to 40 if the starting point is 7, not to mention the fact that the mean proportionals between 7 and 14 are not integers. Cf. also Robbins, *Tradition*, p. 117, who (note 3) draws attention to a passage on nine month children in Augustine which seems to agree closely with Ibn Māsawaih's statements. On *partus maior* cf. also Roscher, *Hippokratische Schrift*, p. 47 f.; 58 f.

65. In both cases at least the harmonic means would result in fractions.

66. Cf. in particular the terms of the third column.

67. Al-Baladī II 18, Ms. pp. 103-105.

As for the numbers on the left, Ibn Māsawaih does not give reasons for hi selection. The terms do not appear in the preserved Greek medical texts nevertheless we are able to prove their pre-Islamic origin. As could be expected they are of the same provenance as the numerical speculations discussed before The sequence of numbers put forth for a seven month pregnancy clearly point to Pythagorean music theory, since 6, 8, 9, 12 may be combined in three ratio which correspond to the basic harmonies of the musical scale, viz. the harmoni intervals: octave (12:6 or 2:1), fifth (9:6 or 3:2), and fourth (8:6 or 4:3),[5 these numbers conforming to the four fixed strings of the Greek lyre.[55] In mathematical terms, 8 is the harmonic and 9 the arithmetic mean betwee the two extremes 6 and 12.[56]

The fundamental discovery that musical harmonies can be measured by these four numbers, the proportions of which may be expressed by certain mathematical formulae, stimulated scholars to trace the influence of this significant number series elsewhere in nature. Thus, it does indeed turn up in pre-Islamic literature in connection with developmental stages of the embryo though not in medical texts, but in Neopythagorean treatises on the theology of numbers,[57] one source even relating it to the same four periods as Ibn Māsawaih, namely the Latin doxographical book *De die natali*, composed in 238 A.D. by Censorinus.[58] These accounts, which seem to be ultimately derived from a common source,[59] elucidate the peculiar considerations leading to the association of these terms with embryology.

We learn that Pythagorean embryology allowed for only two different periods of gestation, 7 months (*partus minor*) and 9 months (*partus maior*).[60] The calculation of the intervals of development is explained as follows. Both sets of terms are led by the number 6, since 6 belongs to the perfect numbers that is to say, numbers which are equal to the sum of their factors ($1 + 2 + 3 = 6$).[61] As for *partus minor*,[62] one finds the greater extreme 12 by doublin

54. Cf. Aristotle, *Metaph.* XIV 6. 1093a 29; Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 30,5-15; s. Delatte *Etudes*, p. 258; van der Waerden, *Harmonielehre*, p. 167 ff. The reduced ratios of the intervals ar produced from the numbers of the *tetraktys*, cf. van der Waerden, *Harmonielehre*, p. 178 ff., and R XXIV, col. 278; von Fritz, *RE* XXIV, col. 200 f.

55. See van der Waerden, *Harmonielehre*, p. 173, 184, and *RE* XXIV, col. 278.

56. Cf. *VS* 47 B 2; Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 43,9-14; s. van der Waerden, *Harmonielehre*, p 181 f.; Burkert, *Weisheit*, p. 417 f.

57. I choose Iamblichus' *Theologoumena arithmeticae* as a comparatively late example which i compiled from various treatises on the decade, cf. Wilhelm Kroll, *RE* IX 1, col. 645-651, esp. co 647 and 650.

58. S. Georg Wissowa, *RE* III 2, col. 1908-1910. Censorinus is dependent on a lost work by M Terentius Varro (1st cent. B. C.), cf. Hellfr. Dahlmann, *RE* Suppl. VI, col. 1172-1277, esp. col. 1267.

59. For the descent and interrelationship of Greek arithmological texts cf. in particular the articl of Robbins, *Posidonius*, pp. 309-322, and *Tradition*, pp. 97-123.

60. Cf. Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 162.

61. I.e. numbers of the form $2^n(2^{n+1}-1)$, provided that $2^{n+1}-1$ is prime. See Iamblichu

The last chapter of the treatise is concerned with the exact lengths of the successive developmental stages, which are listed separately for seven, eight, nine, and ten month children. It is partly based on a passage in the Hippocratic book *De alimento*,[51] where three periods are distinguished: the intervals from conception to formation, to first movement, and finally to birth. The figures set forth for each step make up definite ratios which are constant for each of the four types of pregnancies:[52] the first period is to the second as 1 is to 2, the second to the third as 1 is to 3. Ibn Māsawaih, however, modifies the Hippocratic pattern by subdividing the first period into four steps, which he defines as foam-like (*shabīh bi-r-raghwa*), blood-like (*shabīh bi-d-dam*), flesh-like (*shabīh bi-muḍghat al-laḥm*), and the formed state (*tatimmu ṣūratuhū*) of the semen. A similar division is mentioned by Galen and Athenaeus of Attalia (1st cent. B.C.), though their definition of the four phases is slightly different. Galen, moreover, does not adduce concrete numerical values for their length; Athenaeus' figures are based on an enneadic series, each period comprising 9 days,[53] whereas Ibn Māsawaih employs another numerical proportion as shown by the following table. The figures should be understood as standing for days. The periods to the right of the double line, which correspond to the Hippocratic ones, refer to the complete periods from conception to the stages indicated in the headings. The terms to the left, on the contrary, refer only to the intervals between the various events.[53a]

period of gestation	foam	blood	flesh	shape	shape (total)	movement (× 2)	birth (× 3)
7 months	6	8	9	12	35	70	210
8 months	6	10	9	15	40	80	240
9 months	6	9	12	18	45	90	270
10 months	6	8	12	24	50	100	300

is the first organ to develop, s. *Foet. form.* 3 (IV 660 ff. K.); cf. Bloch, *Embryologie*, p. 49 ff.; Balss, *Zeugungslehre*, p. 236; Adelmann, *Malpighi*, p. 747.

51. Hippocrates, *Alim.* 42 (IX 112 L.).

52. The numbers moreover stand in particular proportions to the whole length of pregnancy calculated in months: The three terms are multiples of 7 for seven month children, multiples of 8 for eight month children, etc.; cf. Karl Deichgräber, "Pseudhippokrates: Über die Nahrung", *Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Abhandl. d. geistes- u. sozialwiss. Kl.* 1973,3, (Mainz, 1973), p. 59.

53. Galen, *Sem.* I 9 (IV 542 f. K.), and *In Hipp. De alim comm. IV* 14 (XV 400 K.); cf. Bloch, *Embryologie*, p. 48; Lachs, *Gynaekologie*, p. 29; Balss, *Zeugungslehre*, p. 236; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 153; Adelmann, *Malpighi*, p. 747. For Athenaeus, s. Oribasius XXII 9 (CMG IV 2,2: IV 105 Raeder); cf. Max Wellmann. *Die pneumatische Schule bis auf Archigenes.* Philologische Untersuchungen 14, (Berlin, 1895), p. 152; Balss, *Zeugungslehre*, p. 236; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 161.

53a. Most of the numbers are miswritten in the manuscript. It should be noticed that these periods do not agree with those mentioned before with reference to the development of male and female embryos, s. above, p. 5 f.

The second term, 9, is based on the first odd, 3, the excellence of which is clear from the essential superiority of odds as compared to evens. As 9 is 3 times 3, it shares entirely in the virtue of its factor,[46] so that a child born after the period measured by 9 will witness no harm. Finally, 10 months are, no doubt, an excellent period for birth because they are in accordance with the most perfect number 10.[47]

Now Ibn Māsawaih turns to the physiological causes of birth, referring to the Hippocratic assumption that birth is induced by an activity of the child. Towards the end of pregnancy, when the infant has already grown quite big, it requires more food than the uterus is able to supply. Therefore, it strives to get out in order to find sufficient nourishment, and, moving about violently, tears up the membranes which, thus far, had supported him in the womb. The event of human birth is compared to the hatching of birds, which, as soon as they have consumed the nourishment contained in the egg, crack the shell and come out.[48]

The inquiry concerning birth concludes the systematic chronological account of embryogenesis. It is followed by two additional sections, the first of which deals with the differentiation of the principle organs. Twenty-four hours after conception, the semen becomes inflated (*yantafikhu*). In the middle of it, there occurs a fissure from which the navel is to develop, since navel and umbilical cord are formed at the very beginning because they perform the act of feeding the embryo.[49] During the following period, the heart is moulded, for it is the source of innate heat and thus the seat of life itself. It is succeeded by the brain and the spinal cord, from which emanate movement and sense perception.[50] The remaining members are not dealt with in detail.

(Leipzig, 1906), p. 114, 116; F. E. Robbins, "The tradition of Greek arithmology", *Classical Philology*, 16 (1921), 100 ff.; Burkert, *Weisheit*, p. 232, note 58; 443 and note 13. For the notion of generation cf. also the quotation from Speusippus in Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 84,3-6, where this doctrine is expressed in mathematical terminology: numbers up to 5 are called submultiples because their multiples fall into the range of the first decade, whereas the following numbers up to ten are called multiples, with the sole exception of 7, which answers none of the two definitions. Al-Ṭabarī (II 1,2; p. 33,29 - 34,4) gives another reason for 7 and 9 as periods of birth: As odds are superior to evens, periods exclusively constructed of odds ($9 = 3 \times 3$; $7 = 3 + 3 + 1$) are most suitable for the accomplishment of pregnancy.

46. Cf. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 78,14 ff.

47. See above, p. 5 and 7.

48. Hippocrates, *Nat. puer.* 30 (VII 534-536 L.); cf. Fasbender, *Entwickelungslehre*, p. 125 f.; Bloch, *Embryologie*, p. 21; Balss, *Zeugungslehre*, p. 208; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 164.

49. See Hippocrates, *Nat. puer.* 12 (VII 486-488 L.); cf. Fasbender, *Entwickelungslehre*, p. 87 ff.; Bloch, *Embryologie*, p. 17 f. Cf. also al-Ṭabarī II 1,1 (p. 32,3-5).

50. See also al-Ṭabarī II 1,1 (p. 32,14-16). This conforms to the Aristotelian assumption, *GA* II 4. 740a 3; II 6. 742b 35, 743b 26 (cf. Bloch, *Embryologie*, p. 35 ff.; Balss, *Zeugungslehre*, p. 235; Diepgen *Frauenheilkunde*, p. 138 f.; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 142 ff.; Adelmann, *Malpighi*, p. 742 f.), though Aristotle seems to believe that the navel is formed subsequent to the heart, s. *GA* II 4. 740a 27. Conversely, Galen in his later period adopted the view that the liver, being the seat of vegetative life

nism and late antiquity by the Neopythagorean sect with reference to the old school of Pythagoras. The Pythagorean glorification of number as the principle of cosmic order,[36] and the peculiar reverence paid to the decade,[37] had given rise to an intricate mystical form of arithmetic called the theology of numbers,[38] the subject of which was the characteristics and deeper meanings of the first ten integers. Their mathematical properties were correlated with the physical virtues of objects measured by them,[39] parallelism being interpreted as identity, coincidence as causality, revealing the divinity of those numbers and their significance for the construction of the universe.[40]

From Pythagorean number symbolism Ibn Māsawaih adopts the notion of generation in order to explicate the virtues of 7, the first possible duration for a live birth,[41] generation of numbers being defined as production by duplication.[42] It bears a twofold aspect: generating (*muwallid*), and being generated (*mutawallid*). If we classify the numbers of the decade according to these two categories, we shall find three different types. There is one number which is nongenerated but generating, viz. 5, which, firstly, is odd and thus no multiple of 2, and secondly, produces 10 when doubled.[43] The 4, on the other hand, is both generated and generating, being a multiple of 2, and, in turn, producing 8 as its multiple.[44] Of the number 7, however, neither of these two properties may be predicated, since 7 as an odd number is nongenerated, and though it may, of course, be doubled, it has to be regarded as nongenerating because its multiple, 14, does not fall into the range of the first decade. Due to this extraordinary status, being beyond both aspects of generation,[45] 7 is most suitable for measuring the period of embryonic development.

36. They held that the universe is constructed out of numbers which constitute the properties and states of sensible things, s. Aristotle, *Metaph.* XIII 6. 1080b 3; I 5. 986a 1; XIV 3. 1090a 21.

37. See above, p. 5.

38. Modern scholars prefer the term *arithmology*, following Delatte, *Etudes*, p. 139. The designation "theology of numbers" was chosen, since the starting point of arithmology is the identification of certain units with particular gods and their epithets, cf. Delatte, *Etudes*, p. 141 ff.

39. Even attributes and ethical virtues such as "justice" or "opportunity" were related to particular numbers, cf. Aristotle, *Metaph.* I 5. 985b 23; XIII 4. 1078b 21; s. Delatte, *Etudes*, p. 139.

40. Cf. Aristotle, *Metaph.* XIV 6. 1093a 1.

41. As for the following, cf. also *VS* 58 B 1a (p. 450,6-8).

42. Or maybe by multiplication by any factor you chose. From the few examples explicated by Ibn Māsawaih it cannot be ascertained whether he considers the odds in total as ungenerated (cf. Aristotle, *Metaph.* XIV 3. 1091a 23) or just the primes.

43. Arithmologists call the 5 also *gamós* ("marriage"), s. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 30,17 ff.; cf. Roscher, *Hippokratische Schrift*, p. 49; Burkert, *Weisheit*, p. 422 f.; s. also Aristotle, *Metaph.* XIII 4. 1078b 23. The reasons given by Iamblichus point to yet another concept: 5 is the sum of a male (3) and a female (2) number (for male and female numbers see above).

44. Cf. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 72,16 f.: *mónou kai gennôntos háma kai gennoménou*.

45. The assertion that 7 is *oúte gennân oúte gennâsthai* was already ascribed to Philolaus (*VS* 44 B 20); cf. Roscher, *Hippokratische Schrift*, p. 61 ff.; Roscher, "Die Hebdomadenlehren der griechischen Philosophen und Ärzte", *Abhandl. der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, phil.-hist. Kl.* 24,6,

gorean arithmology the numbers 1 and 2 have an extraordinary status, bein regarded as principles.[27] The identification of odd with male and even wit female is apparently an archetypical notion adopted in various cultural field all over the world.[28] The fact that the odd precedes the even in the sequenc of numbers[29] is additional evidence for the assumption that the male, whic corresponds to odd, precedes the female in the achievement of bodily shape the periods being measured by the first odd and even multiples of the "perfect" decade respectively.

The same difference between male and female is noticeable with respec to the date of the first movement exhibited by the embryo in the womb. Wit males, it normally occurs after three, with females after four months of preg nancy – figures which are likewise taken from the Hippocratic collection.[30] This time, Ibn Māsawaih explains the difference by the well-known doctrin that the male organism possesses a greater amount of heat.[31] Since heat i considered as the main agent in every natural process, it is responsible for th swifter development of males. The same argument was applied by Galen t account for the divergent periods of formation.[32]

The aforementioned three or four months are to be taken as approximat durations, proving valid with pregnancies of normal length, namely nin months. As a rule, the first movement takes place after one third of the whol period of gestation,[33] an assertion based on the Hippocratic belief that th times elapsed from conception to first movement and to birth, respectively bear the definite ratio of 1 to 3.[34]

In fact, there are essentially three kinds of semen, which are distinct i speed of development, and three corresponding possible times of birth, viz at seven, nine or ten months. Eight month pregnancies are not taken int account, probably because eight month children were generally considere as non-viable.[35] A child born before the complete expiration of the tim appropriate for it will not be safe and sound. But why just these three periods The answer is provided by number speculation, as it was developed in Helle-

27. Cf. *VS* 58 B 1a (p. 449,2-4); s. Burkert, *Weisheit*, p. 408 f.; see also Aristotle, *Metaph.* XIII 7 1081b 17.

28. See Burkert, *Weisheit*, p. 444, 450.

29. Cf. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 83,13.

30. Hippocrates, *Nat. puer.* 21 (VII 510 L.); cf. Fasbender, *Entwickelungslehre*, p. 92; Balss, *Ze gungslehre*, p. 235; Blersch, *Sexus*, p. 23; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 154.

31. Cf. Aristotle, *GA* IV 1. 765b 16; cf. Balss, *Zeugungslehre*, p. 241.

32. Galen, *Sem.* II 5 (IV 631 ff. K.), also attributes some influence to the greater dryness of males cf. Blersch, *Sexus*, p. 100. S. also Aristotle, *GA* IV 6. 775a 10.

33. In this context, the distinction between male and female is not taken into account.

34. Hippocrates, *Epid. II* 3,17 (V 116 L.), and Galen's commentary, *In Hipp. Epid. II comm III* (CMG V 10,1; p. 295 f. Pfaff); s. also Hippocrates, *Alim.* 42 (IX 112 L.), and Galen, *In Hipp. D alim. comm. II* 20 (XV 407 f. K.). Cf. also the reference in Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 64,13-17.

35. Cf. Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 161.

develop slowly, whereas males who resemble form, which is the active principle of the world, are not affected by the inertia of matter. This argument is obviously derived from the Aristotelian antithesis of form and matter as universal causes of generation which plays an important part in Aristotle's embryology. The dualistic approach to generation, however, implies that the female contribution to reproduction consists only in the material out of which the embryo is formed, i.e. menstrual blood, while the semen, which conveys the dynamic principle and endows the matter provided by the female with the ability to develop, comes exclusively from the male.[22] Since in the preceding, Ibn Māsawaih attributed the production of semen to both sexes, the matter-form argument is not consistent with his fundamental concept of reproduction.

The assumption of thirty and forty days for the times of formation is substantiated by arguments ascribed to Pythagoras (Būdajūras) and his followers, which are not to be found in pre-Islamic medical literature. The two numbers may be resolved into the factors 10, and 3 or 4 respectively. 10 is a perfect (*tāmm*) number because the totality of numbers is contained in it, the Pythogoreans admitting only the units of the first decade as basic numbers, for the succeeding ones are constructed from them and, thus, are to be regarded as mere repetitions.[23] The denotation "perfect" points to the Pythagorean *tetraktys* ("foursome"), a formula expressing the special mathematical property of 10 to represent the sum of the first integers through 4 $(1 + 2 + 3 + 4 = 10)$.[24] The *tetraktys* was held not only to encompass the very nature of the number system, but to control the harmony whereby the world is ordered.[25]

The number 3 is the first odd, 4 the first even number,[26] because in Pytha-

22. Aristotle, *GA* I 2. 716a 5; I 20. 729a 9; I 21. 730a 25; II 1. 732a 8; II 4. 738b 20, 740 b 25; IV 1. 766b 12; s. also Galen's discussion of the Aristotelian concept, *Sem.* I 3 (IV 516-519 K.); cf. Bloch, *Embryologie*, p. 26 ff.; Balss, *Zeugungslehre*, p. 228; Blersch, *Sexus*, p. 67 ff.; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 125, 147 f.; Gerlach, *Samen*, p. 184; Esser, *Anteil*, p. 523; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 134 ff.; Howard B. Adelmann, *Marcello Malpighi and the Evolution of Embryology* (Ithaca, New York, 1966), vol. II, p. 739; Preus, *Galen's Criticism*, p.78.

23. Cf. Aristotle, *Metaph.* XIII 8. 1084a 12; Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 80,10-15; s. Armand Delatte, *Etudes sur la littérature pythagoricienne*. Bibliothèque de l'École des Hautes Études. Sci. hist. et philol. 217, (Paris, 1915), p. 256.

24. S. Aristotle, *Metaph.* XIII 8. 1084a 29; Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 80,6 ff.; 83,6 f.; 86,9 f. The *tetraktys* was represented by ten points or pebbles (*psèphoi*) arranged in an equilateral triangle: ∴ Cf. Delatte, *Etudes*, pp. 249-268, esp. 256 f.; Wilhelm H. Roscher, "Die hippokratische Schrift von der Siebenzahl und ihr Verhältnis zum Altpythagoreismus", *Berichte über die Verhandl. der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, phil.-hist. Kl.* 71, 5, (Leipzig, 1919), pp. 45-47; Bartel L. van der Waerden, "Die Harmonielehre der Pythagoreer", *Hermes*, 78 (1943), 178 f.; Kurt von Fritz, *RE* XXIV, col. 200; Walter Burkert, *Weisheit und Wissenschaft. Studien zu Pythagoras, Philolaos und Platon*. Erlanger Beiträge zur Sprach- und Kunstwissenschaft 10, (Nürnberg, 1962), p. 63 f.; 170 f.; 377; 442.

25. S. Philolaus, *VS* 44 B 11; cf. Aristotle, *Metaph.* I 5. 986 a 9; cf. Frank Egleston Robbins, "Posidonius and the Sources of Pythagorean Arithmology", *Classical Philology*, 15 (1920), p. 310 f.

26. Cf. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 14,17 f.; 17,4; 23,8 f.

eunuchs.[15] This difference accounts for a difference in function, female semen serving mainly as nourishment for the male semen during the first seven days after conception. Later on, the embryo is fed by menstrual blood of the mother, but since in the beginning the semen is not yet strong enough to digest blood, it has to be nourished by the female semen, a substance which by its nature is more akin to it than blood.[16]

Subsequently, three membranes are formed around the semen. The chorion (*mashīma*) consists of arteries and veins which pass the maternal blood on to the child. The second membrane, being of oblong shape, is called in Greek *allantois*[17] which means in Arabic *lafā'ifī* ("gut-like"). It is created to collect the embryo's urine, while the third membrane, the *amnion*,[18] serves as a receptacle for its sweat. The description of the membranes and their functions apparently reflects Galenic teaching, though much abbreviated, the particulars of their formation and relative position even being omitted.[19]

Greek physicians and natural philosophers almost unanimously held the opinion that males develop more swiftly than females,[20] their external features being established earlier, but diverged about the exact period in which the two sexes achieve human appearance. Ibn Māsawaih's figures for the two periods of formation are similar to those proposed by the Hippocratic author of *De natura pueri*,[21] thirty days for males and forty for females. According to Ibn Māsawaih, the general cause for the difference lies in the fact that the nature of females is close to matter. Thus, being passive like matter, they

---

semen does not apply to the parents but to the sex of the child: males develop from thick, females from thin semen, cf. Heinrich Fasbender, *Entwickelungslehre, Geburtshülfe und Gynäkologie in den hippokratischen Schriften* (Stuttgart, 1897), p. 81 f.; Bloch, *Embryologie*, p. 15; Balss, *Zeugungslehre*, p. 260; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 126, 146; Gerlach, *Samen*, p. 181 f.; Esser, *Anteil*, p. 494 f.; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 82.

15. Aristotle, *GA* I 20. 728a 18, compares the woman with an infertile man. S. also *GA* II 3. 737a 27; IV 6. 775a 15, and Galen, *Usu part.* XIV 6 (IV 158; 161 f. K.); cf. Balss, *Zeugungslehre*, p. 230; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 134.

16. Galen, *Sem.* II 4; *Usu part.* XIV 11 (IV 623; 188 f.K.); see also *Sem.* I 7; II 1 (IV 536; 600 K.); cf. Johann Lachs, "Die Gynaekologie des Galen", *Abhandlungen zur Geschichte der Medizin* 4, (Breslau, 1903), p. 30, 35; Balss, *Zeugungslehre*, p. 229; Konrad Blersch, *Wesen und Entstehung des Sexus im Denken der Antike* (Thesis; Tübingen, Stuttgart, 1937), p. 102; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 149; Gerlach, *Samen*, p. 189; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 180; Preus, *Galen's Criticism*, p. 83. S. also Aristotle, *GA* II 4. 740b 6.

17. Ms.: *allaṭū'idīs*.

18. Ms.: *amiyūs*.

19. S. Galen, *Usu part.* XV 4 and 5; *Sem.* I 10; *Foet. form.* 2 (IV 224; 231-234; 547 f.; 655-657 K.); cf. Lachs, *Gynaekologie*, p. 28; Balss, *Zeugungslehre*, p. 238; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 151 f.

20. S. Hippocrates, *Nat. puer.* 18 (VII 504 L.), who explains this by the weaker and more humid constitution of female semen (s. above, note 14); s. also Aristotle, *GA* IV 6. 775a 10, and (Pseudo-) Aristotle, *HA* VII 3. 583b 2. Cf. Bloch, *Embryologie*, p. 39; Balss, *Zeugungslehre*, p. 241.

21. Hippocrates, *Nat. puer.* 18 (VII 498-500 L.), however, sets forth 42 days for females, s. Fasbender, *Entwickelungslehre*, p. 91 f.; Bloch, *Embryologie*, p. 19; Blersch, *Sexus*, p. 21 ff.

preference for calculations of the fetation periods. Indeed, Ibn Māsawaih's treatise gives a good idea of this line of embryological thinking predominant in early Islamic times. With the physiology of embryogenesis he deals rather briefly, depending mainly on the Hippocratic treatises *De genitura* and *De natura pueri* and on Galen's *De semine*,[9] whereas more than half of the text is devoted to the periods of gestation and fetation which are explained by arguments of number theory.

Ibn Māsawaih goes right into the subject by stating that the embryo is generated from male and female semen which mingle in the uterus.[10] The way in which male and female contribute to reproduction had been a much debated question in Greek embryology. One group of scientists was of the opinion that the female, besides providing the place for the embryo, merely performs a nutritive function, while others assumed that both sexes emit semen.[11] In the second century A.D., a concept was elaborated by Galen which was to become authoritative for subsequent times. Based on the detection of the female gonads by the Alexandrian anatomist Herophilus (3rd cent. B.C.),[12] he postulated that the function of the ovaries is analogous to that of the male testes, producing semen, which is transported to the womb through the uterine tubes, which he correctly analogized with the male seminal ducts.[13]

Ibn Māsawaih, moreover, follows Galen in the assumption that the semens of the two sexes are not wholly equivalent to each other, male semen being more effective because of its greater consistency, whereas the semen emitted by the female is thin,[14] resembling, as Ibn Māsawaih adds, the semen of

9. Yet these authors are not quoted explicitly.

10. Cf. Hippocrates, *Genit.* 5 (VII 478 L.); Galen, *Sem.* I 7; II 1 (IV 536; 596 K.); s. Bruno Bloch, Die geschichtlichen Grundlagen der Embryologie bis auf Harvey", (*Nova Acta Leopoldina* 82,3, (Halle, 904), p. 45 f.; Heinrich Balss, "Die Zeugungslehre und Embryologie in der Antike", *Quellen und Studien zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin*, 5 (1936), 231 f.; Walter Gerlach, "Das Problem des 'weiblichen Samens' in der antiken und mittelalterlichen Medizin", *Sudhoffs Archiv*, 30 (1938), 19; Anthony Preus, "Galen's Criticism of Aristotle's Conception Theory", *Journal of the History of Biology*, 10 (1977), 83.

11. Cf. specially Gerlach, *Samen*, pp. 177-193, and Albert Esser, "Über die Bedeutung des männlichen und weiblichen Anteiles an der Zeugung in altindischer und altgriechischer Auffassung", *Die medizinische Welt*, 18 (1944), 491-495; 523-525.

12. Cf. the fragment transmitted by Galen, *Sem.* II 1 (IV 596 f. K.); s. Lesky, *Zeugungslehren*, p. 162 f.; Paul Potter, "Herophilus of Chalcedon: an assessment of his place in the history of anatomy". *Bulletin of the History of Medicine*, 50 (1976), 55-57.

13. Galen, *Sem.* II 1 (IV 593 ff. K.); cf. Lesky, *Zeugungslehren*, p. 178 f.; Hubertus Plange, *Zusammenstellung der bei Galen auftretenden wichtigsten Theorien über die Sexualität unter besonderer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Temperament und Sexus* (Thesis; München, 1964), p. 9 ff. But according to Potter (*Herophilus*, p. 56 f.), the attachment of the tubes to the uterus may have been described correctly already by Herophilus.

14. Galen, *Sem.* I 4; I 7; II 4; *Usu part.* XIV 6 (IV 526; 536; 623; 164 f. K.); cf. Gerlach, *Samen*, p. 188; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 180; Plange, *Sexualität*, p. 12. According to Hippocrates, *Genit.* 6 and *Nat. puer.* 18; 21; 31 (VII 478; 504; 510; 540-542 L.), the distinction between male and female

than forty monographs on various special subjects, probably drawing chiefly upon Syriac translations of Byzantine books.[4] Among his writings, of which only part has come down to us,[5] is a short book entitled *al-Maqāla fi'l-Janīn wa-kawnihī fi'r-raḥim* (*Treatise on the Embryo and its Development in the Womb*).[6]

In antiquity, reproduction and embryogenesis, those fundamental phenomena of life, were dealt with not only in medicine but also in natural philosophy.[7] Since the processes going on in the womb are not open to direct observation, the empirical knowledge on the development of the embryo was limited to rather incomplete and accidental facts gained from the examination of abortuses and occasional dissections of pregnant animals. Therefore, in order to arrive at a comprehensive rational understanding of the laws of reproduction, scholars were forced to compensate for the scarcity of observational data by speculation and conclusions from analogy. This applies in particular to the determination of the stages of prenatal development and their duration, for in this respect results of animal dissections could not be transferred to human beings because of different lengths of their gestation. Thus, a main characteristic of early Greek embryology is the attempt to fit the few positive data concerning these periods into numerical schemata[8] which were mostly elaborated in analogy to regular patterns discovered in other natural phenomena. As could be expected from their weak empirical foundation and the a priori character of the arguments employed, most of these systems deviate far from the truth.

In Hellenistic times, the interest in numerical data of pregnancy diminished, since physicians now recognized that in view of the individual variations in gestational length the empirical knowledge at hand was not sufficient to accomplish a correct and generally valid numerical theory of embryogenesis. In late antiquity, however, the figures put forth by the older authorities made their reappearance in Byzantine medical compendia which were intended to cover the whole tradition of the ancients.

As the Arabs first became acquainted with the teachings of their immediate forerunners, we may detect in the earliest Arabic medical literature a certain

4. Cf. Max Meyerhof, "Die Augenheilkunde in der von Budge herausgegebenen syrischen ärztlichen Handschrift", *Islam*, 6 (1916), 266.

5. So far, four of them have been edited by Paul Sbath, cf. Sezgin, *GAS* III, p. 233 f., no. 1,6,9,10.

6. The book, mentioned by Ibn Abī Uṣaibiʿa (*ʿUyūn*, vol. I, p. 183, 15) as *K. al-Janīn*, is preserved as an unique manuscript in Baghdad, Maktabat al-Matḥaf al-ʿIrāqī, no. 249, fol. 242b-246a (dated 9th cent. H.): cf. Sezgin, *GAS* V, p. 409. I would like to express my sincerest gratitude to Professor Fuat Sezgin, who has drawn my attention to that treatise and kindly provided me with a copy of his microfilm of the manuscript.

7. An extensive account and interpretation of ancient theories of reproduction is presented by Erna Lesky, "Die Zeugungs- und Vererbungslehren der Antike und ihr Nachwirken", *Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandl. d. geistes- u. sozialwiss. Kl.* 1950, 19, (Mainz, 1951).

8. Cf. Paul Diepgen, *Die Frauenheilkunde der Alten Welt*. Handbuch der Gynäkologie, 3. Aufl., hrsg. von W. Stoeckel, vol. 12, 1, (München, 1937), p. 160.

The Embryology of Yūḥannā ibn Māsawaih

URSULA WEISSER*

ABŪ ZAKARIYYĀ' Yūḥannā ibn Māsawaih was an important figure in the transmission of ancient medicine and science in general to the Arabs.[1] Born about 161/777 as son of a Christian physician working at the famous Syro-Persian medical center in Gondēshāpūr, he came to the ᶜAbbasid capital Baghdad when his father Māsawaih had to leave Gondēshāpūr because of some internal quarrel.[2] In Baghdad, and later on in Samarra, Ibn Māsawaih served as director of hospitals and personal physician to the caliph al-Ma'mūn and his three successors al-Muᶜtaṣim, al-Wāthiq and al-Mutawakkil, and was held in high esteem at the court. By al-Ma'mūn, he was charged with the organization and supervision of the translation of scientific books into Arabic,[3] but apparently he did not take part in the translating itself.

Besides his official activities, Ibn Māsawaih promoted the scientific life of his time by holding much frequented meetings where all branches of ancient science were discussed, and he gathered around him a great number of disciples, among them Ḥunain ibn Isḥāq. To judge from the anecdotes reported about him, Ibn Māsawaih must have been a person of short temper and a quick but rather poignant wit.

About his practical talents as a physician, the opinions of his biographers are somewhat divided, but he surely was a prolific writer on medicine. According to Arabic bibliographers, he composed two medical handbooks and more

* Institut für Geschichte der Medizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Bismarckstr. 6, D-8520 Erlangen, W. Germany.

1. As to his life and writings, cf. Ibn Juljul, *K. Ṭabaqāt al-aṭibbā' wa-l-ḥukamā'*, ed. Fu'ād Sayyid (Le Caire, 1955), p. 65 f.; Ibn al-Nadīm, *K. al-Fihrist*, ed. Gustav Flügel (Leipzig, 1871-1872), vol. I, pp. 295-296; Ṣāᶜid al-Andalusī, *K. Ṭabaqāt al-umam*, ed. Louis Cheikho (Beyrouth, 1912), p. 36; Ibn al-Qifṭī, *Ta'rīkh al-ḥukamā'*, ed. Julius Lippert (Leipzig, 1903), pp. 380-391; Ibn Abī Uṣaibiᶜa, *ᶜUyūn al-anbā' fī ṭabaqāt al-aṭibbā'*, ed. August Müller (Königsberg, Kairo, 1882-1884), vol. I, pp. 175-183; Barhebraeus, *Ta'rīkh mukhtaṣar al-duwal* (Bairūt, 1958), pp. 131-132. See also Lucien Leclerc, *Histoire de la médecine arabe* (Paris, 1876), vol. I, pp. 105-111; Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* ("*GAS*"; Leiden, 1967 ff.), vol. III, pp. 231-236; Manfred Ullmann, *Die Medizin im Islam*, Handbuch der Orientalistik, I. Abt., Erg.-Bd. VI,1, (Leiden, Köln, 1970), pp. 112-115; Curt Prüfer and Max Meyerhof, "Die Augenheilkunde des Jūḥannā b. Māsawaih (777-857 n. Chr.)", *Islam*, 6 (1916), 219; Paul Sbath, "Le Livre de l'eau d'orge de Youhanna ben Massawaih, grand savant et célèbre médecin chrétien mort en 857", *Bulletin de l'Institut d'Egypte*, 21 (1938-1939), 14-19.

2. Cf. Ibn Abī Uṣaibiᶜa, *ᶜUyūn*, vol. I, p. 171 f; Leclerc, *Histoire*, vol. I, p. 103.

3. Ibn Juljul and, relying on him, Ṣāᶜid, Ibn al-Qifṭī, Ibn Abī Uṣaibiᶜa and Barhebraeus state – erroneously, as it would seem – that it was in fact al-Hārūn who appointed him director of the activities of translation.

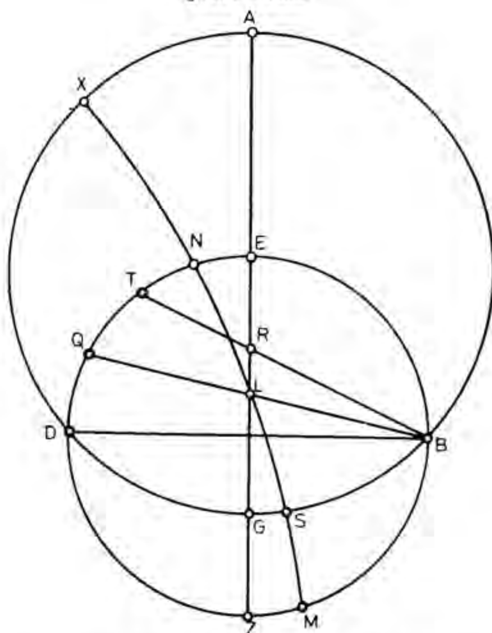


Fig. 3

or indirect sources used by the Alphonsine author. If the *Libro del astrolabio llano* is not a translation, it is obvious that its author must have used other sources as well, not least since Maslama's notes are not a complete treatise on the construction and use of the astrolabe. If future evidence establishes that the Alphonsine book is a translation from the Arabic, I believe that the source of the translation might be Ibn al-Samḥ's lost book on the construction of the astrolabe:[25] one should remember that Ibn al-Samḥ (d. 426/1035) and Ibn al-Ṣaffār (d. 426/1035) were Maslama's principal disciples, and that the former may have made extensive use of his master's work on the construction of the astrolabe; on the other hand, Ibn al-Samḥ was an author well known to the astronomers of the Alphonsine court.[26]

25. Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* (Leiden, 1978), Vol. 5, p. 249; José Millás Vallicrosa, "Los primeros tratados de astrolabio en la España árabe", *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islâmicos en Madrid* 3 (1955), 48.

26. Thus, for example, they translated Ibn al-Samḥ's treatise on the equatorium under the title: *Libro de las lâminas de las VII planetas*. Ed. Rico III, pp. 241-271.

Acknowledgements: this paper has received useful suggestions from my master Juan Vernet (Universidad de Barcelona) and my friend and colleague Maria Asunción Catalá (Universidad de Barcelona). I have been able to see Kasten and Nitti's edition of the Alphonsine Royal Manuscripts thanks to the kindness and generosity of my friend Pedro M. Cátedra (Universidad Autónoma de Barcelona). Dr. David A. King (New York University) corrected the English version of this paper. To all of them my deepest thanks.

and Maslama's notes on the *Planisphaerium*[19] use 24^0 as the value for the obliquity of the ecliptic, although this parameter is also used (together with $23;51^0$ and $23;51,20^0$) in the *Planisphaerium*:[20] Ptolemy's explicit motivation for using $\epsilon = 24^0$ is the fact that 24 has divisors in common with 30 (2,3 and 5), and consequently the same number of divisions can be used for zodiacal signs and equatorial degrees.[21]

If we continue reading the Alphonsine book, Chapter 9, "De cuemo deuen ser fechos los azimut", contains supplementary evidence of Maslama's influence. Let us compare the beginnings of both the Castillian text and Maslama's text on this construction:

Partirás el cerco dell orizon assi cuemo partiste el cerco de los signos en aquellas tres maneras, salvo ende que fagas, en logar de la declinacion general, toda la altura de la cabeça de aries en aquella villa pora do es fecha la tabla.[22]

وأما قسمة دائرة الافق بثلثمائة وستين جزءاً لمعرفة سمت
الشمس في اي وقت اخذت قياسه فالعمل في ذلك كالعمل
في دائرة البروج بالاوجه الثلثة فأما الوجه الاول فهو أن
تعلم كم ميل دائرة افقك عن معدل النهار[23]

I do not think that we can say the Alphonsine passage is a translation of Maslama's but there are enough common elements in the two texts to suggest an influence. One of them is important: the Castillian text clearly alludes to three different constructions used to establish the division of the ecliptic, something we find in Maslama's notes but not in the *Libro del astrolabio llano*. The latter contains, as we have seen, only one of Maslama's constructions. This evidence is reaffirmed if we study the construction used in Chapter 9 of this book in order to divide the projection of the horizon according to azimuthal angles. This is again one of the three constructions described by Maslama for the same purpose, and is the exact parallel of the previously described method to divide the projection of the ecliptic:

Let $ABGD$ be the projection of the horizon and $EBZD$ that of the equator (Fig. 3). Let us take arc DT equal to the colatitude and divide it into two halves so that $DQ = QT$. Then we draw BQ to intersect diameter ZE in point L (which will not be the projection of the zenith: this last point would be determined, as Maslama explicitly states, by the intersection of ZE and BT at R). Let us then take arc $EN = ZM$ with an arbitrary value: arc $XNLSM$ (which is not the projection of a vertical circle), going through the previously established points N,L, and M, will determine points X and S on the projection of the horizon. The same system is to be used until we have divided in this way the whole of the circle $ABGD$.[24]

I think this is enough to suggest that Maslama's notes are one of the direct

19. See above n. 13.

20. Ed. Heiberg chapter 1, p. 229 (23;51°); chapter 4, p. 234 (23;51,20°); chapter 20, p. 259 (24°).

21. Cf. O. Neugebauer, "The Early History of the Astrolabe: Studies in Ancient Astronomy IX", *Isis* 40 (1949), 248.

22. Rico, *Libros* II, pp. 236-237.

23. Vernet-Catalá, *Maslama* p. 24

24. Rico, *Libros* II, pp. 236-237; Vernet-Catalá, *Maslama* pp. 24-25, 35-36.

The role of point Q becomes clear if we take into consideration a theorem previously demonstrated by Maslama: great circles GZA (the ecliptic) and GBA (the equator) (Fig. 2) intersect in points G and A, and their respective poles are F and E. We draw the great circle GWA which goes through points G and A and divides arc BZ into two halves at point W. If we draw the arc of a great circle $QNYM$ it can easily be proved (as is done by Maslama) that $GN = GM$.[14] Therefore, it becomes evident that in the Alphonsine construction (Fig. 1) point Q is not the projection of the northern pole of the ecliptic, and that arc $PLQNM$ is not an arc of a great circle orthogonal to the ecliptic, but that the purpose of the construction is attained as points N and P are effectively the beginnings of Gemini and Sagittarius on the astrolabe. Maslama's influence, here, seems fairly clear.

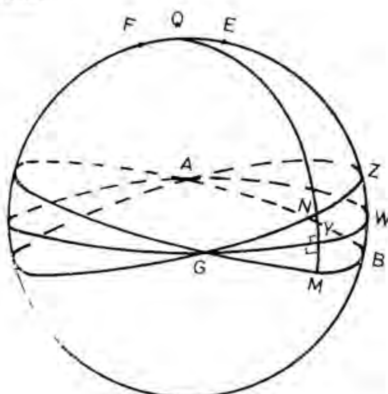


Fig. 2

This first impression receives a slight confirmation if we consider Chapter 6 of the Alphonsine book, "De cuemo se deuen poner las estrellas fixas en la red", concerned with the projection of the fixed stars on the spider of the astrolabe, given their equatorial coordinates.[15] Maslama describes three different constructions for that purpose, one of which is the same as the Alphonsine construction.[16] Nevertheless, the evidence here is less conclusive: Chapter 1 of Ptolemy's *Planisphaerium* solves in the same way the problem of finding the stereographic projection of a point if one knows its right ascension and declination.[17] One should also bear in mind that both the Alphonsine book[18]

14. Vernet-Catalá, *Maslama*, pp. 22-23 and 30-32.
15. Rico, *Libros*, II, pp. 233-234.
16. Vernet-Catalá, *Maslama* pp. 25 and 37.
17. Ed. Heiberg pp. 229-230; cf. Neugebauer, *H.A.M.A.*, Vol. 2, p. 861.
18. Rico, *Libros* II, pp. 230-231 and 275.

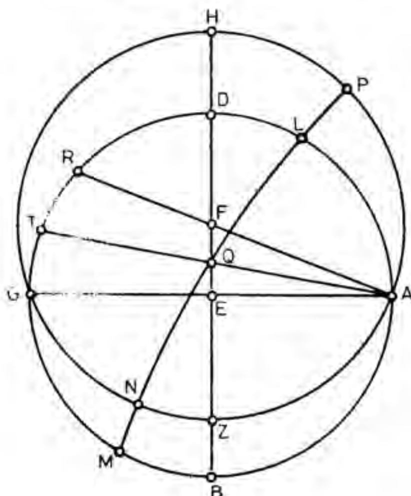


Fig. 1

would be an arc of a great circle orthogonal to the ecliptic. The construction would then be similar to the one described in Chapter 15 of Ptolemy's *Planisphaerium.*[11] Nevertheless, Maslama's notes on Ptolemy's work shed some light on the question. This Andalusian author describes three different constructions, the purpose of which is the division of the ecliptic into signs and degrees. The third of these constructions coincides precisely with the Alphonsine one, with one addition: Maslama takes arc GR as the double of the obliquity (*sic* for the obliquity) and determines point F which he identifies with the pole of the ecliptic, whilst point Q is defined as being "the pole of the great circle which intersects the equator at points A and G[12] and which divides the arc between the two solstices [*sic*: one should understand, as Vernet and Catala do, half the distance between the two solstices] into two halves[13]

(قطب لدائرة عظيمة تقاطع مع دائرة معدل النهار على نقطتي اب وتقسم ما بين المنقلبين بنصفين)

11. Cf. J. L. Heiberg, *Claudii Ptolemaei Opera quae exstant omnia. II. Opera Astronomica Minora* (Leipzig, 1907), pp. 251-252; and O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (Berlin, Heidelberg, New York, 1975), Vol. 2, p. 866. The great circle orthogonal to the ecliptic is determined by three points: one is the projection of the northern pole of the ecliptic, whilst the other two are two diametrically opposite points on the ecliptic.

12. B in the Arabic text: my change is prompted by the need to adapt Maslama's letters to the Alphonsine illustration.

13. Vernet-Catalá, *Maslama*, pp. 23 and 32. See also pp. 24 and 33 where a similar expression appears: the obliquity of the ecliptic (24°) is defined as the distance between the two solstices.

is probably the notes written by Maslama al-Majrīṭī (d. ca. 398/1007) on Ptolemy's *Planisphaerium*.[5]

The two books on the plane astrolabe[6] are concerned with the construction (24 chapters) and use (58 chapters) of this instrument. Nothing is said in the text concerning the sources used (we do not know if the two books under consideration are translations or original works), the name of the author or translator, nor the date of the original compilation. Nevertheless, some information can be gathered from the prologue. In it we find a reference to two previous Alphonsine translations, namely, the treatise on the sphere[7] – translated literally by Yehūdah b. Mōsheh and Johan Daspa in 1259, revised with additions in 1277–, and the treatise on the fixed stars[8] – translated in 1256 by Yehūdah b. Mōsheh and Guillem Arremon Daspa; a corrected version was made in 1276 with the collaboration of Yehūdah b. Mōsheh, Samuel ha-Levi, John of Mesina and John of Cremona. From these references we can say that the two books on the plane astrolabe were written after 1259,[9] and we may perhaps question whether the famous Yehūdah b. Mōsheh was associated with the translation or compilation of the two books, since in the previous works referred to he appears always as the main translator.

The Alphonsine book on the construction of the plane astrolabe is usually concise, clear, and correct. This is why one is surprised to encounter in Chapter 5 the remark: "De cuemo deue ser partido el cérculo de los signos", concerned with the division of the ecliptic of the astrolabe into signs and degrees. The construction described is the following:

Let $ABGD$ (Fig. 1) be the equator and $AZGH$ the ecliptic. One takes arc GT "tamanno cuemo la meatad de la declinación general", that is, equal to half the obliquity of the ecliptic. Line AT determines point Q on the meridian line BED. Then one takes arcs $DL = MB = 30^0$ on the equator and draws arc LQM which determines, on the projection of the ecliptic, points N and P. These will correspond to the beginnings of Gemini and Sagittarius.[10]

The first impression made when one reads the Alphonsine text is that arc GT should be equal to the obliquity of the ecliptic and not to half of it; point Q would then be the projection of the northern pole of the ecliptic and $PLQNM$

5. Partially edited by J. Vernet and M. A. Catalá, "Las obras matemáticas de Maslama de Madrid", *Al-Andalus* 30 (1965), 15-45.

6. Rico, *Libros* II (Madrid, 1863), pp. 225-292.

7. Rico, *Libros* I (Madrid, 1863) pp. 153-208. On the Arabic original of this work see W. H. Worrell, "Qusta ibn Luqa on the Use of the Celestial Globe", *Isis* 35 (1944), 285-293.

8. Rico, *Libros* I, pp. 1-145. See especially pp. 12 and 142. On this Alphonsine work cf. also O. J. Tállgren, "Los nombres árabes de las estrellas y la transcripción alfonsina", *Homenaje a R. Menéndez Pidal* (Madrid, 1925), Vol. 2, 634-718.

9. Therefore the translation or compilation of this work seems to correspond to a date after the period c. 1243-1259 considered by Romano (see the paper quoted in n. 4) as the period of translations previous to the elaboration of the *Alphonsine Tables*.

10. Rico, *Libros* II, pp. 232-233.

Maslama al-Majrīṭī and the Alphonsine Book on the Construction of the Astrolabe

JULIO SAMSÓ*

THE ALPHONSINE astronomical and astrological works have an obvious interest and importance for historians of Arabic science, not only because they sometimes provide translations of lost Arabic originals, but also because they bear witness to the diffusion of Arabic astronomical books which were being translated into Romance languages in the thirteenth century. The new technical vocabulary appearing in Spanish during the Alphonsine period is strongly influenced by the Arabic language,[1] so much so that the Alphonsine astronomical prose is occasionally difficult to understand unless the reader mentally translates some expressions back into Arabic. Unfortunately, these Alphonsine books have not lately attracted the interest of scholars – with the exception, perhaps, of the *Alphonsine Tables*.[2] Many of the Arabic sources of the *Libros del Saber de Astronomía*[3] have not yet been established,[4] and the purpose of this paper is to make a modest contribution to the solution of this problem by showing that one of the direct or indirect sources used for the compilation of the first of the two Alphonsine books on the plane astrolabe

* Facultad de Letras, Universidad Autònoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona), Spain.

1. See J. Millás Vallicrosa, "El literalismo de los traductores de la corte de Alfonso el Sabio", *Al-Andalus* 1 (1933), 155-187 (partial reprint in *Estudios sobre Historia de la Ciencia Espanola* (Barcelona, 1949), pp. 349-358); Georg Bossong, *Probleme der Übersetzung wissenschaftlicher Werke aus dem Arabischen in das Altspanische zur Zeit Alfons des Weisen*, Beihefte zur Zeitschrift für Romanische Philologie, Band 169, (Tübingen: Max Niemeyer Verlag, 1979).

2. Among recent works on these tables see Richard Harper, "The Astronomical Tables of William Rede", *Isis* 66 (1975), 369-378; Owen Gingerich and Barbara Welther, "The Accuracy of the Toledan Tables", *Prismata: Festschrift für Willy Hartner* (Wiesbaden, 1977), 151-163; J.D. North, "The Alfonsine Tables in England", *Prismata* pp. 269-301.

3. Ed. by Manuel Rico y Sinobas in 5 vols. Madrid, 1863-1867; a new edition in microfiche has appeared recently: see Lloyd Kasten and John Nitti, *Concordances and Texts of the Royal Scriptorium Manuscripts of Alfonso X, el Sabio*. (Madison: The Hispanic Seminary of Medieval Studies, 1978). The latter edition contains not only the Alphonsine astronomical works published by Rico y Sinobas but also previously unedited material. Unfortunately its usefulness for historians of medieval astronomy is somewhat limited as the editors have decided to omit geometrical figures as well as numerical tables. For that reason I am using here only Rico's edition.

4. A recent survey of this problem can be seen in David Romano, "Le opere scientifiche di Alfonso X e l'intervento degli ebrei", *Oriente e Occidente nel Medioevo: Filosofia e Scienze*, (Roma: Academia Nazionale dei Lincei, 1971), pp. 677-711.

Journal for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science.*

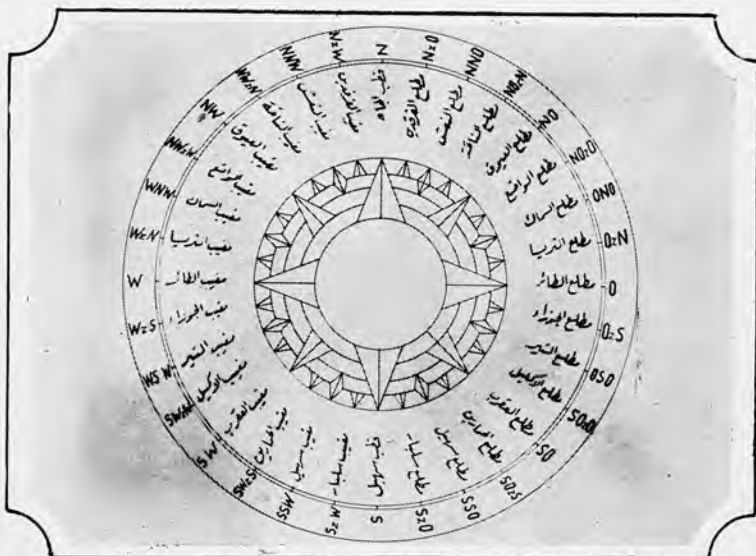
ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Volumes 1 & 2 (1977 & 1978)	
Registered surface mail	$ 6.00
Registered air mail	$10.00
Volumes 3 & 4 (1979 & 1980)	
Registered surface mail (all countries)	$10.00
Registered air mail:	
Arab World & Europe	$12.00
Asia & Africa	$15.00
USA, Canada & Australia	$17.00

Printed in Syria
Aleppo University Press

ISSN 0379-2927

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



ol. 4
No. 1
1980

مجلة تاريخ العلوم العربية

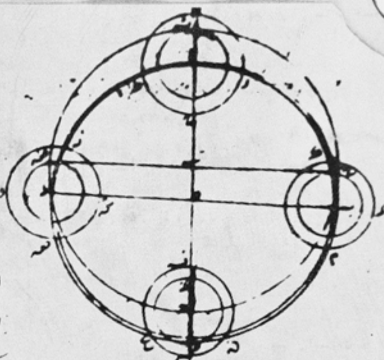
University of Aleppo

Institute for the History of Arabic Science

Aleppo - Syria

مجلة تاريخ العلوم العربية

فايق



الرابع
الثاني
١٩..



جامعة حلب ـ سورية

معهد التراث العلمي العربي

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الرابع | العدد الثاني | تشرين الثاني ١٩٨٠

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

القسم الأجنبي

مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر مجلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العربي مرتين كل عام (في فصلي الربيع والخريف) . يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقال الى : **جامعة حلب ـ معهد التراث العلمي العربي .**

توجه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمور الادارية الى العنوان نفسه . يرسل المبلغ المطلوب من خارج سورية بالدولارات الاميركية بموجب شيكات باسم **الجمعية السورية لتاريخ العلوم**

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول أو الثاني (١٩٧٧ ، ١٩٧٨)

بالبريد العادي المسجل :	٢٥	ليرة سورية أو ٦ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل :	٤٢	ليرة سورية أو ١٠ دولارات أميركية

المجلد الثالث أو الرابع (١٩٧٩ ، ١٩٨٠)

بالبريد العادي المسجل : كافة البلدان	١٠ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل : البلاد العربية والاوروبية	١٢ دولاراً أميركياً
آسيا وافريقيا	١٥ دولاراً أميركياً
الولايات المتحدة ، كندا واستراليا	١٧ دولاراً أميركياً



مطبعة جامعة حلب

عدد خاص

بمناسبة مرور ألف عام على ولادة ابن سينا

والتراث الطبي والفلسفي الذي أسسه

بسم الله الرحمن الرحيم رب كما انعمت فزد
ان اولى ما افتتح به خطاب واحرى ما ابتدئ به كتاب حمد الله المنعم بحيوة النفوس
بصحة الاجسام المنقذ من الادواء المعضلة والاسقام الشافي بما ركب في الورى
من القوى الحافظة للصحة المزيلة من الالام الكافي بالهام صناعة الطب جلة
الاهم من كان من اولي الالباب وذوي الافهام ثم الصلوة على محمد خاتم الرسل وسيد
الانام وعلى اله وصحبه البررة الكرام ما همر غمام وهدر حمام فاحمده حمد ممن
في حمده غير واف بكنه مجده [illegible]
وصاح واصلي على محمد الذي [illegible] في الامراض والشكاوي واجاز الصفات
التداوي وعلى اله وصحبه الساعين في الصلاح الداعين الى الفلاح ما علي
الدليل المصباح وعلى الله الصلاح ه اما بعد فان احوج خلق الله الى
محمود ابن مسعود الشيرازي ختم الله له بالحسنى ه يقول
لما كان اعظم مشارب النعم واخصب مراتع الحكم وارحب مراتع الكرم والنفس

بداية (شرح كليات القانون لابن سينا)

لمحمود بن مسعود الشيرازي

وهي مأخوذة عن مخطوط رقم ١٢٥٧ في المكتبة الاحمدية بحلب

ابن سينا ومصادر «الهندسة» من كتاب «الشفاء» *

عبد الحميد صبره **

كان ابن سينا قد ناهز الخمسين من عمره حين أتم بأصبهان كتاب « الشفاء » الذي بدأه قبل ذلك بما يزيد على عشر سنوات في همذان في عهد أميرها البويهي شمس الدولة المتوفى سنة ٤١٢ للهجرة (١٠٢١ للميلاد) .[١] والكتاب في صورته الأخيرة يحتوي أربع « جمل » رئيسية هي المنطق والطبيعيات والرياضيات والإلهيات . وينبئنا الجوزجاني (تلميذ الشيخ الرئيس) في كلامه الملحق بأول الكتاب أن ابن سينا بدأ بإملاء الطبيعيات (عدا الحيوان والنبات) فالإلهيات ، ثم اشتغل بالمنطق وطال اشتغاله به إلى أن أتمه بأصبهان ، وهناك

* نشر هذا المقال كمقدمة لتحقيق كتاب « أصول الهندسة » الذي صدر عن الهيئة المصرية العامة للكتاب ضمن أجزاء كتاب « الشفاء » سنة ١٩٧٧ . وللأسف أهملت المطبعة حواشي المقال بأسرها . ولما كانت هذه الحواشي تحتوي على إشارات إلى مصادر المقال المطبوعة والمخطوطة فانه فقد بهذا الإهمال قيمته العلمية أو أكثرها . وقد كان يمكن تدارك هذا الإهمال لو أتيح لي تصحيح تجارب الطبع ، ولكن « لم يكن من اليسير » إرسال التجارب إلي لتصحيحها كما نص على ذلك صراحة في تصدير الكتاب (صفحة ك) . لذلك رأيت إعادة نشر المقال مشتملا على الحواشي ، وزدت عليها إضافات قليلة فيها بعض إشارات إلى ما نشر في الموضوع بعد تقديم أصول الكتاب قبل سنة ١٩٧٢ .

** جامعة هارفارد ، الولايات المتحدة الاميركية

١ — انظر : مقدمة الشفاء ، للدكتور إبراهيم مدكور « الشفاء » . المنطق . ١– المدخل (القاهرة ١٩٥٢) ، ص (٤) . [انظر أيضاً

W. E. Gohlman, *The Life of Ibn Sina*, A Critical Edition and Annotated Translation, (Albany, New York: 1974)].

صنّف أيضاً الحيوان والنبات . » وأما الرياضيات فقد كان عَمِلَها على سبيل الاختصار في سالف الزمان ، فرأى أن يضيفها إلى كتاب « الشفاء » ».[2] ويُفهم من عبارة الجوزجاني هذه أن تصنيف الرياضيات كان سابقاً على إملاء الطبيعيات والإلهيات ، أي قبل أن يشرف ابن سينا على الأربعين ، وأن هذا التصنيف كان في منشئه عملاً مستقلاً عن تصنيف كتاب « الشفاء » .

وواضح أن ابن سينا قد سار في تقسيمه الكتاب على نهج أرسطوطالي معروف ، وذلك على الأقل فيما يتصل بقسمة العلوم الفلسفية النظرية إلى طبيعية ورياضية وإلهية أو ميتافيزيقية .[3] وإذا كان لم يفرد للشعبة العملية (الأخلاق وتدبير المنزل والسياسة) قسماً خاصاً من الكتاب – إذ اكتفى ، كما يقول ، بإشارات إلى جُمَل من علم الأخلاق والسياسات ضمّنها الجزء الخاص بما بعد الطبيعة – فما ذلك إلا لأنه كان ينوي تصنيف كتاب جامع يخصّصه لموضوعات الفلسفة العملية فيما بعد .[4] ولكن ابن سينا بإدراجه جزءاً خاصاً بالرياضيات في كتابه الجامع لأقسام العلم النظري قد أضاف بحوثاً ليس لها مقابل في مجموع المؤلفات الأرسطوطالية ، وكان لزاماً عليه أن يعتمد في إعدادها (اعتماداً كلياً) على مصنّفاتٍ غير المصنفات الأرسطوطالية . وهو يقسم الرياضيات قسمةً رباعية مأثورة هي الأخرى عن الإغريق ، أعني قسمتها إلى علم العدد (أو الحساب) والهندسة والهيئة والموسيقى . فجاءت « الجملة الثالثة » من كتاب « الشفاء » محتوية على فنون أربعة يختص كل واحد منها بواحد من هذه الأقسام – على الترتيب الآتي : الهندسة ، الحساب ، الموسيقى ، الهيئة .

وفي الجزء الأول الخاص بالهندسة أخذ ابن سينا على عاتقه أن يختصر المقالات الثلاث عشرة التي اشتمل عليها كتاب « الأصول » لأقليدس بالإضافة إلى مقالتين أُلحقتا بالكتاب في عصر متأخر على عصر مؤلفه وعُرِفتا باسم المقالتين الرابعة عشرة والخامسة عشرة . ولفظ « الاختصار » هو اللفظ الذي استخدمه الجوزجاني ، كما رأينا ، حين أشار إلى رياضيات « الشفاء » بوجه عام قائلاً إن ابن سينا « كان عَمِلَها على سبيل الاختصار » . وهو أيضاً

٢ – « المدخل » ، ص ٣
٣ – مقدمة « الشفاء » ، للدكتور إبراهيم مدكور . « المدخل » ، ص (١١) .
٤ – « المدخل » ، ص ١١ .

اللفظ الذي استخدمه ابن سينا نفسه ، ونجده في مخطوطات هندسة « الشفاء » . غير أن ابن سينا يصرح في مدخل منطق « الشفاء » أنه لم يقف عند اختصار كتاب أقليدس بل تجاوز ذلك إلى حل بعض مشكلاته . وهذه عبارته : « فاختصرت كتاب الأسْطُقسات لأوقليدس اختصارا لطيفاً ، وحلَلْتُ فيه الشُبَه واقتصرت عليه » .[٥] ولنا عودة إلى هذه العبارة فيمـا بعـد .

وكتاب « الأصول » الذي وضعه أقليدس حوالي سنة ٣٠٠ قبل الميلاد من أهم المصنفات الرياضية اليونانية التي وصلت إلينا . جمع فيه أقليدس القضايا أو « الأشكال » الأساسية (الأصول) التي توصل إليها السابقون عليه في بحوث الهندسة والعدد ، وأضاف إليهـا براهين من عنده في بعض الأحيان ، ورتّب كل ذلك ترتيباً شاملاً جديداً كان له أثر عميق في تاريخ الرياضيات وتعليمها عامةً والهندسة خاصة إلى وقتنا هذا . والكتاب يعتبر بحق أعظم ما كتب حتى الآن من مختصرات جامعة في الرياضيات الأولية . ويشهد بنفوذه في العالم القديم أنه حل محل كلٍّ ما كتُب قبله من مختصرات فلم يصل إلينا شيء منها. ولم يكن له منازع في العالم الوسيط الإسلامي أو اللاتيني . ولا تزال موضوعاته نقطة بدء لدراسة الرياضيات في عصرنا الحاضر .

عُرف كتاب أقليدس في العالم الإسلامي بأسماء عديدة أجملها ابن القفطي في عبارة واحدة إذ يقول : « وكتابه [أي كتاب أقليدس] المعروف بكتاب الأركان ، هذا اسمه بين حكماء يونان ، وسمّاه من بعده الروم الاستقصات ، وسمّاه الإسلاميون الأصول».[٦] وكذلك أُطلق على الكتاب اسم « جومطريا » ، فنجد ابن النديم ، ومن بعده ابن القفطي ، يصف أقليدس بأنه « صاحب جو مطريا » .[٧] واستخدم ابن النديم أيضاً اسم « الأسطروشيا » وقال إن « معناه أصول الهندسة » .[٨] ولكن الإسلاميين بوجه عام عرفوا الكتاب باسم « الأصول » أو « أصول الهندسة » أو « أصول الهندسة والحساب » .

٥ – « المدخل » ، ص ١١ .
٦ – ابن القفطي ، « تأريخ الحكماء » ، نشرة ليبرت (ليبسك ١٩٠٣) ، ص ٦٢ .
٧ – ابن النديم ، « الفهرست » ، نشرة فلوجل (ليبسك ١٨٧١ – ١٨٧٢) ، الجزء الأول ، ص ٢٦٥ . أنظر : ابن القفطي ، « تأريخ الحكماء » ، النشرة المذكورة ، ص ٦٢ .
٨ – ابن النديم ، « الفهرست » ، النشرة المذكورة ، ص ٢٦٥ . انظر : ابن القفطي ، « تأريخ الحكماء » النشرة المذكورة ، ص ٦٢ .

وقد كان كتاب « الأصول » من أوائل الكتب الرياضية التي ترجمها العرب عن اليونانية. نقله أولاً الحجّاج بن يوسف بن مطر نقلين : الأول أتمّه في خلافة هارون الرشيد (١٧٠ هـ/٧٨٦ م – ١٩٣ هـ/٨٠٩ م) ويُعرف بالنقل الهاروني ، والنقل الثاني قام به في عصر المأمون (١٩٨ هـ/٨١٣ م – ٢١٨ هـ/٨٣٣ م) ويُعرف بالنقل المأموني.[٩] ثم ترجم الكتاب مرةً أخرى إسحق بن حنين (توفي حوالي سنة ٢٩٨ هـ/٩١٠ م) وأصلح هذه الترجمة ثابت بن قُرّة الحرّاني (توفي سنة ٢٨٨ هـ/٩٠١ م).[١٠] وقد أورد ابن النديم خبر هذه النقول وعنه نقل ابن القفطي . ولكن ابن القفطي يضيف قائلاً إن ثابت بن قرة « أصلح كتاب أقليدس ونقله أيضاً إلى العربي إصلاحين الثاني خير من الأول ».[١١] ولست أعلم بوجود شاهد على صحة هذا القول . أما نقل الحجاج للكتاب مرتين وإصلاحُ ثابت لترجمة ثالثة عملها إسحق بن حنين فمما لا شك فيه . وقد وصلت إلينا بالفعل مخطوطات عدة لإصلاح ثابت ، ووصل إلينا مخطوط وحيد (محفوظ في مكتبة جامعة ليدن) يحتوي المقالات الست الأولى من ترجمة الحجاج الثانية.[١٢]

وكتاب « الأصول » كما وضعه أقليدس يشتمل على ثلاث عشرة مقالة . ثم أضيفَ إليه بآخره مقالتان (عُرفتا باسم المقالتين الرابعة عشرة والخامسة عشرة) نسبهما العرب إلى « أبسقلاوس » أو « سقلاوس » (Hypsicles) ، وهو رياضي يوناني يُرجَّح أنه عاش في النصف الثاني من القرن الثاني قبل الميلاد . ومن المسلّم به أنه صاحب المقالة الرابعة عشرة . ولكن في نسبة المقالة الخامسة عشرة إليه شكّاً ، والمعروف أن جزءاً على الأقل من هذه المقالة يرجع إلى القرن السادس الميلادي.[١٣] وقد نقل هاتين المقالتين إلى العربية قسطا بن لوقا البعلبكي (توفي حوالي ٣٠٠ هـ/٩١٢ م) ، ونجدهما في المخطوطات ملحقتين بإصلاح ثابت .

٩ – ابن النديم ، « الفهرست » ، النشرة المذكورة ، ص ٢٦٥ . انظر : ابن القفطي ، « تأريخ الحكماء » ، النشرة المذكورة ، ص ٦٤ .

١٠– ابن النديم ، « الفهرست » ، النشرة المذكورة ، ص ٢٦٥ . ابن القفطي ، « تأريخ الحكماء » ، النشرة المذكورة ، ص ٦٤ .

١١– ابن القفطي ، « تأريخ الحكماء » ، النشرة المذكورة ، ص ١١٩ .

١٢– ورقم المخطوط ٣٩٩ (١) ، وقد سبق نشره – انظر الحاشية ١٥ فيما يلي .

١٣– انظر : Sir Thomas Heath, *A History of Greek Mathematics*, Vol. I (Oxford, 1921), pp. 419–421.

وقد ينبغي أن نورد هنا ما جاء في أحد مخطوطات نسخة ثابت ، وهو المخطوط المحفوظ في المكتبة الملكية بكوبنهاجن ، في آخر المقالة العاشرة :

« تمت المقالة العاشرة من كتاب اقليدس في الاصول نقل اسحاق بن حنين واصلاح ثابت ابن قرة الحراني وهي آخر ما نقله اسحاق وأصلحه ثابت ويتلوه نقل الحجاج بن يوسف بن مطر الوراق لبقيته من الترجمة الثانية المهذبة » .

ويبدو فعلاً من مقارنة بعض عبارات المقالات ١١—١٣ في مخطوط كوبنهاجن بنظيراتها في بعض مخطوطات نسخة ثابت أننا بإزاء ترجمتين مختلفتين . وإذا صح ذلك فيجب إلحاق المقالات ١١—١٣ في مخطوط كوبنهاجن بالمقالات الست الأولى التي يحتويها مخطوط ليدن . ولكن الزعم بأن إسحق وثابت اقتصرا على المقالات العشر الأولى ليس له ما يؤيده . بل يدحضه وجود الخلاف بين نص المقالات ١١—١٣ المنسوبة في مخطوط كوبنهاجن إلى ترجمة الحجاج الثانية وبين نص هذه المقالات في مخطوطات النسخة المنسوبة إلى ثابت .[١٤]

وقد نُشرت ترجمة الحجاج الثانية كما وصلت إلينا في مخطوط ليدن الوحيد مع ترجمة لاتينية حديثة بين سنتي ١٨٩٣ و ١٩٣٢ .[١٥] ويزيد في أهمية هذه النسخة أن ترجمة الحجاج جاءت فيها ضمن شرح على مقالات الكتاب لأبي العباس الفضل بن حاتم النيريزي (توفي حوالي سنة ٣١٠ هـ/٩٢٢ م) فيه أورد النيريزي أجزاءً مفصلة من شرحين سابقين مفقودين في أصلهما اليوناني ، أحدهما لهيرون الإسكندراني والآخر لسمبليقيوس الشارح الأرسطوطالي المعروف .

ونحن نورد فيما يلي مقدمة النسخة المحفوظة في ليدن ، وفيها بيان ظروف نقل الكتاب

١٤— ولنأت هنا بمثال مأخوذ من المقالة ١١ . فنقرأ في مخطوط كوبنهاجن التعريفين الآتيين للشكل المجسم ونهاياته أو أطرافه : « الشكل المجسم هو الذي له طول وعرض وسمك أو كل ما كانت له جثة . ونهايات المجسم بسيط » . وفي مخطوط أوبسالا (Vet 20) المنسوب إلى إصلاح ثابت نجد التعريفين معبراً عنها كما يأتي : « الشكل المجسم هو الذي له طول وعرض وسمك . واطراف المجسم بسيط » .

١٥— نشرها R. O. Besthorn و J. L. Heiberg وآخرون في كوبنهاجن بعنوان :

Codex Leidensis 399, I. ***Euclidis Elementa ex interpretatione al-Hadschdschadschii cum commentariis al-Narizii.***

وفي القرن الثاني عشر كان جيرارد الكريموني قد ترجم إلى اللاتينية شرح النيريزي على نص الحجاج . ونشر هذه الترجمة مكسيميليان كورتسه Maximilian Curtze في ليبسك سنة ١٨٩٩ ملحقة بمؤلفات أقليدس التي أشرف على نشرها هيبرج ومينجة . وتحتوي نشرة كورتسه على عشر مقالات .

على يدي الحجاج والدليلُ على أن النص الذي شرحه النيريزي هو نص الترجمة الثانية أو النقل المأموني :

« بسم الله الرحمن الرحيم . الحمد لله رب العالمين وصلى الله على محمد وآلـــه أجمعين . هذا كتاب أوقليدس المختصر في علم الأصول المقدّمة لعلم المساحة كتقديم علم حروف المعجم التي هي أصول الكتابة لعلم الكتابة . وهو الكتاب الذي كان يحيى بن خالد بن برمك أمر بتفسيره من اللسان الرومي إلى اللسان العربي في خلافة الرشيد هرون ابن المهديّ أمير المؤمنين على يدي الحجاج بن يوسف بن مطر . فلما أفضى الله بخلافته إلى الإمام المأمون عبد الله بن هرون أمير المؤمنين ، وكان بالعلم مغرماً وللحكمة مؤثراً وللعلماء مقرّباً وإليهم محسناً ، رأى الحجاج بن يوسف أن يتقرب إليه بتثقيف هذا الكتاب وإيجازه واختصاره ، فلم يدع فيه فضلاً إلا حذفه ولا خللاً إلا سده ولا عيباً إلا أصلحه وأحكمه ، حتى ثقفه وأيقنه وأوجزه واختصره على ما في هذه النسخة لأهل الفهم والعناية (...) العلم من غير أن يغيّر من معانيه شيئاً وترك النسخة الأولى على حالها للعامة . ثم شرحه أبو العباس الفضل بن حاتم النيريزي ، وهذّب من ألفاظه وزاد في كل فصل من كلام أوقليدس ما يليق به من كلام غيره من المهندسين المتقدمين ومن كلام مَن شرح كتاب أوقليدس منهم ».[١٦]

وقد ذكرنا أن هرون (أو كما سماه العرب إيرن) وسمبليقيوس هما المقصودان هنا بالمهندسين والشراح الذين أورد النيريزي كلامهم . وقد ضاعت الأصول اليونانية لشرحي هيرون وسمبليقيوس كما ذكرنا أيضاً . وشرح سمبليقيوس هو تفسير « لصدر » المقالة الأولى من الكتاب ، أي الحدود (أو التعريفات) والعلوم المتعارفة (أو البديهيات) والمصادرات . وفي خلال هذا الشرح يورد سمبليقيوس كلاماً لفيلسوف يسميه « أغانيس » لعله كان معاصراً لسمبليقيوس إذ يشير إليه هذا الأخير بكلمة «صاحبنا».[١٦أ] ويتصل كلام

١٦– انظر نشرة بستورن وهيبرج المذكورة لشرح النيريزي على ترجمة الحجاج ، الكراسة الأولى (كوبنهاجن ١٨٩٣) ، ص ص ٤ – ٨ .

١٦أ– حول هوية أغانيس (أو أغانيوس ، كما جاء اسمه في أحد المخطوطات) انظر مقال المؤلف عن النيريزي في ***Dictionary of Scientific Biography***, **C. C. Gillispie ed., Vol. X (New York, 1974), pp. 5–7, esp. p. 6, col. A** وهناك يقترح المؤلف المساواة بين أغانيس – أغانيوس والفيلسوف اليوناني **Agapius** الذي تتلمذ على برقلس ومارينوس وألقى محاضرات في فلسفة أفلاطون وأرسطو في أثينا حوالي سنة ٥١١ للميلاد .

أغانيس بموضوع « المصادرة الخامسة » المعروفة « بمصادرة التوازي » . وكذلك يشير سمبليقيوس إلى آراء رياضيين آخرين لا تفيدنا عنهم المصادر الأخرى شيئاً .

وليس بغريب أن يكون للرياضيين العرب إهتمام فائق بكتاب أقليدس ، فدوّنوا عليه الشروح ، واختصروه ، وأصلحوه ، وحرّروه ، وزادوا فيه ، وحلّوا شكوكه ، وتوسعوا في مسائله ، وامتحنوا براهينه ومقدماته ، وأعادوا ترتيب أشكاله . ولن يتسع المقام هنا لأن نأتي بثبت تام للمحاولات العربية في هذا المضمار ، وقد وصل إلينا الكثير من مخطوطات المؤلفات العربية المتصلة بموضوعات هندسة أقليدس . ولكننا نذكر ، على سبيل المثال ، أن من الذين شرحوا الكتاب برمته عدا النيريزي : العباس بن سعيد الجوهري (حوالي ٨٣٠ م) ، أبو الطيب سَنَد بن علي (توفي بعد سنة ٨٦٤ م) ، أبو جعفر الخازن (توفي حوالي ٩٦٥ م) ، أبو القاسم علي بن أحمد الأنطاكي (توفي ٩٨٧ م) ، أحمد بن عمـــر الكرابيسي ، أبو الوفاء البوزجاني (توفي ٩٩٨ م) وأبو علي الحسن بن الحسن بن الهيثم (توفي حوالي ١٠٤٠ م) .[١٧] وكذلك دوّن بعض هؤلاء وكثير غيرهم على بعض مقالات الكتاب شروحاً خاصة . وقد حظيت المقالتان الخامسة والعاشرة باهتمام خاص لأهمية موضوعاتهما ، فالمقالة الخامسة تتناول موضوع النسبة والتناسب ، والعاشرة تعالج الأعداد الصمّـــاء .

ويجب التنويه بنوع معين من المصنّفات أسماها العرب « تحريرات » . ويختلف «التحرير» عن « الشرح » ، فلا يقصد « المحرِّر » إلى إيراد النص ثم التعليق عليه بتفسير أو زيادة أو بيان إشكال ، بل يعمد إلى التصرف في النص نفسه بما يراه هو واجباً لإصلاحه وإكماله . فالتحرير إذن تقويم يرمي صاحبه إلى إعادة كتابة النص المحرَّر ووضعه في صورة أتم ربما تستلزم الحذف والزيادة وتغيير الترتيب . من هذه التحريرات التي وضعت لكتاب «الأصول» ووصلت إلينا مخطوطاتها تحرير لنصير الدين الطوسي (توفي ١٢٧٤ م) وآخر لمحيي الدين محمد بن أبي الشكر المغربي (توفي حوالي ١٢٨٠ م) وثالث لشمس الدين محمد بن أشرف السمرقندي (ازدهر حوالي ١٢٧٦ م) . ولا شك أن أهم هذه التحريرات وأبعدها أثراً هو التحرير الذي وضعه الطوسي بعنوان « تحرير أصول الهندسة والحساب » ، وفي مكتبات

١٧ – انظر : ابن النديم ، « الفهرست » ، النشرة المذكورة ، ص‌ص ٢٦٥ ، ٢٦٦ ، ٢٧٢ ، ٢٨٢ ، ٣٨٤ ، وأيضاً ص ٣٥٧ حيث يذكر ابن النديم شرحاً على أقليدس لجابر بن حيان .

العالم نسخ كثيرة منه ذكر معظمها بروكلمن في كتابه « تاريخ الأدب العربي » .[١٨]

والطوسي حين أعد « تحريره » كان أمامه نسخة الحجاج (الأولى أم الثانية ؟) ونسخة ثابت بن قرة أي إصلاحه لترجمة إسحق بن حنين . وقد راعى الطوسي عند ترقيمه أشكال الكتاب أن ينص على أرقامها في نسخة الحجاج وفي نسخة ثابت، كما أطلعنا على عدد الأشكال في كل من النسختين . ولأن لهذه المعلومات فائدة خاصة عند دراسة مصادر هندسة « الشفاء » فإنا نورد فيما يلي ما يقوله الطوسي في مقدمة تحريره شارحاً غرضه ومنهجه في تصنيف الكتاب . ونحن ننقل عن نسختين محفوظتين بالمتحف البريطاني : الأولى رقمها : إضافي ٢٣,٣٨٧ ، وقد نسخت سنة ٦٥٦ هجرية ، أي قبل وفاة المؤلف ؛ والثانية رقمها : إضافي ٢١,٩٥٢ ، وقد نسخت سنة ١٠٤٨ هجرية . يقول الطوسي :

« فلما فرغت من تحرير المجسطي رأيت أن أحرر كتاب أصول الهندسة والحساب المنسوب إلى أوقليدس الصوري بإيجاز غير مُخِلّ وأستقصي في تثبيت مقاصده استقصاءً غير مُمِل وأضيف إليه ما يليق به مما استفدته من كتب أهل هذا العلم واستنبطته بقريحتي ، وأفرز ما يوجد من أصل الكتاب في نسختَي الحجاج وثابت عن المزيد عليه بالإشارة إلى ذلك أو باختلاف ألوان الأشكال وأرقامها ؛ ففعلت ذلك متوكلاً على الله إنه حسبي وعليه ثقتي . أقول الكتاب يشتمل على خمس عشرة مقالة مع الملحقتين بآخره ، وهي أربعمائة وثمانية وستون شكلاً في نسخة الحجاج وبزيادة عشرة أشكال في نسخة ثابت ، وفي بعض المواضع

١٨– جرت العادة بنسبة تحريرين إلى الطوسي ، يحتوي الأول منهما ١٥ مقالة ، ويحتوي الثاني ١٣ مقالة . وقد نشر الثاني في روما سنة ١٥٩٤ نقلا عن المخطوط المحفوظ الآن في المكتبة اللورنزيه بفلورنسا تحت رقم ٥٠ شرقي (وقد نسخ في آمد سنة ٩٦٩ هـ/١٥٦١ م) ، ولا يوجد من هذا التحرير سوى مخطوط آخر ناقص محفوظ بالمكتبة نفسها تحت رقم ٢٠ شرقي . ولكن مؤلف هذا التحرير ينبئنا (كما تبين لي من الاطلاع على المخطوط الأول الكامل) أنه انتهى من تصنيفه يوم السبت ١٠ محرم ٦٩٨ (الموافق ١٨ أكتوبر ١٢٩٨) . وبما أن الطوسي توفي سنة ٦٧٢ هـ/ ١٢٧٤ م فلا يمكن أن يكون هو صاحب هذا التحرير الثاني . وهناك أسباب أخرى دعت الباحث السوفيتّي بوريس روزنفلد وغيره إلى الشك أيضاً في نسبته إلى الطوسي . أنظر مقالي بمجلة
***Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, Vol. 32, (1969), 18.**

(انظر في ترجمات أقليدس إلى العربية وفي التراث الأقليدي عامة في العربية
F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Band V (Mathematik), bis ca. 430 H., (Leiden, 1974), pp. 83–120.
انظر أيضاً في نفس الجزء الفصول الخاصة بالمترجمين عن اليونانية والمؤلفين في موضوعات الهندسة الأقليدية) .

في الترتيب أيضاً بينهما اختلاف . وأنا رقمت عدد أشكال المقالات بالحمرة لثابت وبالسواد للحجاج إذا كان مخالفاً له . »

وفيما يلي جدول تفصيلي بعدد الأشكال في مقالات أقليدس الثلاث عشرة كما رواه الطوسي . وللمقارنة أضفنا عدد أشكال المقالات الست الأولى التي وصلت إلينا من ترجمة الحجاج الثانية في مخطوط ليدن .

رقم المقالة	عدد الأشكال في « نسخة الحجاج » برواية الطوسي	عدد الأشكال في نسخة ثابت برواية الطوسي	عدد الأشكال في ترجمة الحجاج الثانية بحسب مخطوط ليدن
١	٤٧	٤٨ – بزيادة شكل ٤٥	٤٧
٢	١٤	١٤	١٤
٣	٣٥	٣٦ – بزيادة شكل أخير	٣٦
٤	١٦	١٦	١٦
٥	٢٥	٢٥	٢٥
٦	٣٢	٣٣ – بزيادة شكل ١١	٣٣
٧	٣٩	٣٩	–
٨	٢٥	٢٧–بزيادةشكلي ٢٤و٢٥	–
٩	٣٨	٣٨	–
١٠	١٠٤	١٠٩	–
١١	٤١	٤١	–
١٢	١٥	١٥	–
١٣	٢١	٢١	–
	عدد الأشكال في ترجمة قسطا بن لوقا		
١٤	١٠		
١٥	٦		

وتتفق أعداد أشكال المقالات كما يرويها الطوسي عن نسخة ثابت مع أعدادها في مخطوطات هذه النسخة التي اطلعت عليها ، وأخُصّ بالذكر مخطوط كوبنهاجن المشار إليه

سابقاً (وينقصه المقالات ١–٤) ومخطوط جامعة أوبسالا ورقمه Vet 20 (والمقالة ١٢ فيه غير كاملة) .[١٩] ولكن يبدو أن « نسخة الحجاج » التي اعتمد عليها الطوسي هي النسخة الأولى الهارونية ، لا النسخة الثانية المهذبة المحفوظة مع شرح النيريزي عليها في مخطوط ليدن الوحيد . يدعونا إلى هذا الرأي أمور نورد بعضها فيما يلي :

(أولاً) في المقالة الثالثة يعلّق الطوسي على الشكل رقم ٣٦ كما يأتي : « أقول وهذا الشكل ليس في نسخة حجاج وهو مما زاده ثابت إذ وقع في عاشر المقالة الرابعة إليه حاجة » . ونحن نجد الشكل نفسه في نسخة الحجاج الثانية .

(ثانياً) في المقالة الخامسة يورد الطوسي الحدّين الآتيين للنسبة : « النسبة هي أيية[٢٠] أحد مقدارين متجانسين عند الآخر ، وفي نسخة ثابت هي إضافة مّا في القدر بين مقدارين متجانسين » . ويظهر أن مضمون كلام الطوسي أن الحد الأول للحجاج ، إذ يصرّح أن الحد الثاني لثابت . ونحن لا نجد الحد الأول في نسخة الحجاج الثانية ، بل نجد بدلاً منه حداً آخر يكاد يطابق الحد الذي ينسبه الطوسي إلى ثابت ، وهو : « النسبة هي إضافة مّا في القدر بين مقدارين من جنس واحد » . غير أننا بالإضافة الى ذلك نجد في حاشية مخطوط ليدن حداً آخر للنسبة لا يبعد أن يكون مأخوذاً من نسخة الحجاج الأولى وفيه لفظ الأيية الذي جاء في الحد الذي أورده الطوسي مقروناً بالحد المنسوب إلى ثابت . وهذا الحد الذي نجده في حاشية مخطوط ليدن هو : « النسبة هي أيية مُقدَّر مقدارين متجانسين كل واحد منها (كذا) من الآخر أيّ قدر كان » .[٢١] وسوف نرى أن حد النسبة في المقالة الخامسة من هندسة « الشفاء » مماثل لهذا الحد الأخير في استخدام لفظ الأيية .

١٩– اطلعت أيضاً على المخطوط المحفوظ بمكتبة بودلي Hunt. 435 ، ولكن الكثير من صفحاته مفقود فلم يمكن الاعتماد عليه في تحديد عدد الأشكال في المقالات .

٢٠– أيية الشيء هي المقول في جواب أي شيء هو . انظر « رسائل الكندي الفلسفية » ، تحقيق الدكتور عبد الهادي أبو ريده ، الجزء الأول (القاهرة ١٩٥٠) ، ص ١٠١ . وانظر أيضاً :
A. Altmann and S. M. Stern, *Isaac Israeli* (Oxford, 1958), pp. 13 ff.
وأيضاً : عمر الخيامي ، « رسالة في شرح ما أشكل من مصادرات كتاب أقليدس » ، تحقيق الدكتور عبد الحميد صبره ، الإسكندرية ١٩٦١ ، ص ٣٩ .

٢١– انظر نشرة بستورن وهيبرج المذكورة (حاشية ١٥) لترجمة الحجاج الثانية مع شرح النيريزي ، الجزء الثالث ، الكراسة الثانية (١٩٣٢) ، ص ٢ والحاشية ٣ في ص ٣ .

(ثالثاً) في المقالة السادسة يعلّق الطوسي على شكل ١١ (ولفظه : « نريد أن نخط خطاً رابعاً لثلثة خطوط مفروضة في النسبة ») قائلاً إن هذا الشكل « من زيادات ثابت » . — ونحن نجده بنفس الرقم في نسخة الحجاج الثانية .

ويبيّن لنا الطوسي أيضاً أن الشكل ١١ في نسخة الحجاج هو شكل ١٢ في نسخة ثابت ، ولفظ هذا الشكل : « نريد أن نفصل من خط مفروض جزءاً مّا » . — ونحن نجد هذا الشكل **تحت رقم** ١٢ في نسخة الحجاج الثانية .

وتكفي هذه الملاحظات للترجيح بأن الطوسي اعتمد على ترجمة الحجاج الأولى دون الترجمة الثانية المأمونية .

لم يكن الاهتمام بكتاب « الأصول » قاصراً في العصر الإسلامي على العلماء الرياضيين ، بل كان للفلاسفة الإسلاميين أيضاً عناية به غير قليلة . فالكندي مثلاً ، كما يخبرنا ابن النديم ، دوّن « رسالة في أغراض كتاب أقليدس » ، وأخرى في « إصلاح كتاب أقليدس » ، وثالثة في « إصلاح المقالة الرابعة عشرة والخامسة عشرة من كتاب أقليدس » . وقد وصلت إلينا نسخ مخطوطة من الرسالة الأولى . وللفارابي ، كما ينبئنا ابن أبي أصيبعة ، « كلام » في « شرح المستغلق من مصادرة المقالة الأولى والخامسة من أقليدس » . ويوجد في طهران نسخة مخطوطة لهذا الشرح ، كما يوجد في ترجمة عبرية .[٢٢] كما نعلم أيضاً أن بعض علماء الكلام ، مثل فخرالدين الرازي ، كان له اشتغال بكتاب أقليدس .[٢٣] ولكن عناية ابن سينا بالكتاب فاقت بكثير عناية غيره من فلاسفة الإسلام ومتكلميه . فالجزء الهندسي من رياضيات « الشفاء » يحتوي على مضمون المقالات الأقليدية الثلاث عشرة بتمامها ، بالإضافة إلى مضمون المقالتين الملحقتين بها . ورغم أن هندسة « الشفاء » قد وصفت بأنها اختصار فإن لفظ «الاختصار» هنا إنما يشير إلى اختصار براهين الكتاب وعباراته لا إلى مقالاته أو أشكاله. وقد سبق أن أوردنا عبارة ابن سينا التي يقول فيها إنه إلى جانب اختصار الكتاب قد عمد إلى حل شُبَهِه . وهذا المسلك الذي سلكه ابن سينا في التصنيف هو إلى « التحرير » (كما وصفناه) أقربُ منه إلى الاختصار .

٢٢– تكرم الدكتور محسن مهدي الأستاذ بجامعة هارفارد بإطلاعي على صور المخطوطات المحفوظة لهذا الشرح في طهران .

٢٣– انظر قائمة مؤلفات الرازي في كتاب الدكتور فتح الله خليف ، « فخر الدين الرازي » ، القاهرة ١٩٦٩ ، ص ١٧١ .

وقد كان من نتائج هذا المنهج الذي اتبعه ابن سينا في إعداد هندسة « الشفاء » أن صار من العسير علينا أن نحدد بدرجة كافية من الدقة واليقين المصادر التي اعتمد عليها . فاختلاف العبارة مثلاً بين نص ابن سينا ونص « الأصول » في إحدى النسخ السابقة المعروفة لنا لا يدل على أن ابن سينا لم يستخدم هذه النسخة . ولم نحصل على فائدة إيجابية من مقارنة عدد أشكال المقالات في هندسة « الشفاء » بما يناظره في نسختي الحجاج وثابت . ويتضح من مقارنة الجدول الآتي بالجدول السابق أن عدد الأشكال السينوية لا يتفق في جميع المقالات مع عددها في نسخة الحجاج (برواية الطوسي) أو نسخة ثابت . وبالطبع لا يدل هذا الخلاف على أن ابن سينا لم يستخدم هاتين النسختين .

عدد الأشكال في هندسة « الشفاء » بحسب ترقيم مخطوط بخيت بالأزهر

رقم المقالة	عدد الأشكال
١	٥٣
٢	١٤
٣	٣٦
٤	١٨
٥	٢٥
٦	٣١
٧	٤١
٨	٢٥
٩	٣٦
١٠	١٠٨
١١	٤١
١٢	١٦
١٣	٢٢
١٤	—
١٥	—

وقد تدل بعض عبارات ابن سينا على أنه اعتمد على نسخة الحجاج الأولى. فهو يحد النسبة في صدر المقالة الخامسة بأنها « أيّيّة مقدار من مقدار يجانسه ». وهذا الحد يتفق في استخدام لفظ «الأيية» مع الحد الذي جاء في حاشية مخطوط ليدن لترجمة الحجاج الثانية مع شرح النيريزي، ونرجح أنه مأخوذ من الترجمة الأولى.[٢٤] وكذلك استخدم ابن سينا عبارة « علم جامع » للدلالة على ما نسميه الآن البديهيات في صدر المقالة الأولى . والعبارة التي تقابلها في نسخة الحجاج الثانية هي «القضايا المقبولة والعلوم المتعارفة» ، وفي مخطوط أوبسالا لنسخة ثابت « [علم] عام متفق عليه » . ولكننا نجد أيضاً في حاشية مخطوط ليدن لنسخة الحجاج الثانية نفس عبارة ابن سينا ، أعني « علم جامع » ، ونرجح أن هذه العبارة هي الأخرى مأخوذة عن ترجمة الحجاج الأولى . ولكن استخدام ابن سينا لترجمة الحجاج الأولى، إذا ثبت، لا يدل على أنه لم يستخدم أيضاً نسخاً أخرى لكتاب أقليدس .

٢٤– انظر ما سبق ، ص ٢٥٠ وحاشية ٢٠ .

وإذن ففي ضوء ما لدينا الآن من معلومات لا نستطيع البت برأي قاطع في مسألة مصادر هندسة « الشفاء » . ولا بد لاستقصاء البحث في هذه المسألة من أن يكون أمامنا على الأقل نشرة علمية محققة للترجمة العربية لكتاب « الأصول » المنسوبة إلى إصلاح ثابت ، حتى تمكن المقارنة التفصيلية بينها وبين غيرها من النسخ التي ذكرناها ، بما في ذلك نص ابن سينا . بل لا بد من إيضاح الكثير من المسائل المتصلة بانتقال كتاب أقليدس إلى العربية وما ناله من تغيير إلى عهد ابن سينا .

ابن سينا وأبو عبيد الجوزجاني :
قضية معدل المسير عند بطليوس

جورج صليبا *

ان الهيئة التي وضعها بطلميوس لافلاك الكواكب العليا فرضت فيما فرضت ان مراكز التداوير لهذه الكواكب يجب ان تدور بانتظام حول نقطة سمّاها بطلميوس مركز الفلك المعدل للمسير . والواقع ان هذا الفلك وبالتالي مركزه لم يكن مجسماً طبيعياً ، فلذلك لم ينطبق مركزه على مركز الأرض ولا انطبق على مركز الفلك الحامل لفلك التدوير كما كان متوقعاً . فالمشكلة التي وقع فيها بطلميوس اذن تلخص في كونه فرض كرة تدور بانتظام حول محور لا يمر بمركزها .

ولما وصلت الهيئة البطلمية الى الفلكيين العرب والمسلمين أخذ بعضهم الفلك المعدل هذا على انه تناقض بين الجزء الطبيعي في الهيئة البطلمية وبين جزئها الرياضي . والجدير بالذكر ان هذه المشكلة هي مشكلة فلسفية بالدرجة الأولى .

وما نعرفه الى الآن عن تاريخ هذه المشكلة هو فقط ما كشفت عنه الابحاث القليلة التي تمّت خلال السنوات القليلة الماضية . فهذه الابحاث تشير الى ان الفلكيين العرب والمسلمين تسابقوا خصوصاً بعد القرن الثالث عشر الميلادي الى وضع عدة حلول تتحاشى الشبهات التي المّت بهيئة بطلميوس .

ولكي لا يتبادر الى الذهن ان بطلميوس لم يكن على بيّنة من امر هيئته ، أو انه كان عاجزاً عن تحاشي شبهاتها ، يجب ان نشير هنا الى الاولويات التي عمل عليها بطلميوس ،

* جامعة كولومبيا – الولايات المتحدة الاميركية

الا وهي وضع هيئة تمثل حركة الكواكب طولاً وعرضاً بصرف النظر فيما اذا شملت تلك الهيئة بعض المسلّمات التي تتنافى مع طبيعة الحركات السماوية . أما الاولويات التي عمل عليها الفلكيون العرب فقد فرضت انسجام الحركات السماوية على انها حركات لمجسمات مع أوضاع تلك الحركات الرياضية .

ولا بدّ ان تكون قد اثيرت شبهات عديدة ، وخاصة في حلقات الفلاسفة ، حول هذه المشكلة في هيئة بطلميوس . غير ان ابن الهيثم كان اول من اثار هذه الشكوك بشكل صريح منظم في كتابه الذي سمّاه « الشكوك على بطلميوس » . ولم نكن نعرف الى الآن ان احداً آخر اثار شكوكاً اخرى او اتى بهذه الشكوك عينها في هذه الفترة المبكرة .

ففي هذا البحث نورد نصاً قصيراً جداً وضعه ابو عبيد الجوزجاني ، تلميذ ابن سينا ، ومعاصر ابن الهيثم ، يعالج فيه قضية فلك المعدل للمسير . فأبو عبيد لم يثر شكوكاً على بطلميوس فحسب بل تعدى ذلك الى محاولة وضع هيئة تتحاشى المشاكل الواردة في هيئة بطلميوس .

لذلك رأينا ان نورد هنا النص كاملاً نظراً لأهميته ، كذلك رأينا ان نرفقه ، بعد تحقيقه على النسخ الثلاث الباقية ، بترجمة انكليزية للنص بكامله ليتسنى للقارئ الذي لا يجيد العربية الاطلاع على هذه الهيئة الجديدة التي حاول ابو عبيد وضعها كبديل لهيئة بطلميوس .

ان اهمية هذا النص لا تكمن في كونه يشير الى نوعية المشاكل الفلكية التي كانت تطرح في الحلقات الفلسفية كحلقة ابن سينا فحسب ، بل في انه يعطينا نموذجاً في الحلول المطروحة آنذاك لهذه المشاكل والتي ان اتسمت بشيء فتتسم بالبديهية الرياضية وبقصر النظر الرياضي .

اما من الناحية التاريخية فقد يتساءل القارئ عن سبب اهمال الفلكيين التابعين لابي عبيد لهيئته تلك . ونحن لا نعرف ان احداً ذكر هذه الهيئة من قريب أو بعيد سوى قطب الدين الشيرازي في أوائل القرن الرابع عشر الميلادي ، ولكن ليشير الى ان ابا عبيد قد « فضح نفسه » في تلك الهيئة الباطلة . والسبب في رأيي يكمن في ان ابا عبيد كفيلسوف وكواضع هيئة اوّلية لم يوفق تماماً الى الوصول الى حل سليم لمشكلة معدل المسير بسبب خلطه بين جهات حركات الفلك الحامل وحركات افلاك التداوير . كذلك لقد توهم خطأً ان باستطاعته ان

يجعل مركز التدوير يدور على دائرة المعدل نفسها عوضاً عن كونه يدور على دائرة الحامل .

ولكن بالرغم من ذلك ، فان هذا النص يثبت فيما يثبت ان تطور علم الفلك لم يأتِ فجأة ولا كان مقصوراً على فلكيي القرن الثالث عشر الميلادي بل انّه مرّ طبيعياً كغيره من العلوم في محاولات فاشلة قبل ان يرتقي الى النضج الذي وصل اليه على ايدي مؤيد الدين العرضي ونصير الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي وابن الشاطر الدمشقي .

الرموز المستخدمة في التحقيق

ه ــ نسخة مكتبة ليدن OR 174 هولنده ، وهي الاصل المعتمد .

ب ــ نسخة بودليان ثورستون ٣

م ــ نسخة بودليان مارش ٧٢٠

لقد حاولنا قدر الامكان ان نشير الى الحروف التي سقط اعجامها ولكن صححناها احياناً ليستقيم النص دون الاكثار من الهوامش .

مختصر في معنى فلك[١]

٦٣ و

معدل المسير ومعنى الميل والالتواء والانحراف لافلاك التداوير .

استخرجته من كتاب كيفية تركيب الافلاك .

مصنـــف

الشيخ الجليل ابي عبيد عبد الواحد بن محمد الجوزجاني

رحمه الله تعالى .

وكان الأصل بخطه مقابلاً معه مقروءاً عليه .

٦٣ ظ بسم الله الرحمن الرحيم[٢] . عونك يا لطيف . الحمد لله رب العالمين وصلواته على خير خلقه محمد وآله وصحبه أجمعين .

١ ــ ورقة العنوان ساقطة من ب و م .

٢ ــ الرحيم : سقطت من ب .

قال الشيخ الجليل ابو عبيد الله[٣] عبد الواحد ابن محمد الجوزجاني رحمه الله . اني لم ازل كنت شديد الميل الى معرفة علم الهيئة ومتوفراً على قراءة[٤] الكتب المصنّفة فيه الى ان بلغت الى معنى[٥] فلك معدل المسير ومعنى الميل والالتواء[٦] والانحراف لافلاك التداوير فلم اكن أعرف ذلك[٧] ولم يكن يتبيّن لي وجهها . فأخذت اتفكر في ذلك واجتهد زماناً طويلاً الى ان يسّر[٨] الله تعالى[٨] ذلك لي[٨] وانفتح عليّ وتصورتها وتبيّنت كيفيتها وانا لا أدري ابخلوا بذلك على غيرهم ام لم يفطنوا له مثل الشيخ الرئيس ابي علي رحمه الله ، فاني سألته عن هذه المسألة فقال : اني تبينت[٩] هذه المسألة بعد جهد وتعب كثير ولا أُعلِّمُ احداً[١٠] . فأجتهد انت فيها فربما انكشفت لك كما[١١] انكشفت لي . واظن اني ما سبقت[١٢] الى معرفة هذه المسايـــل .

فأقول : أولاً الشبهة في مسئلة معدل المسير انّا نعلم ان الاجرام السماوية لا يجوز ان تختلف حركاتها بالسرعة والبطء[١٣] في ذاتها حتى تكون مرة اسرع ومرة ابطأ وهـــذا مبرهن[١٤] في العلم الطبيعي .

وأما ما نرى من سرعة الكواكب وبطئها[١٥] في فلك البروج فانما هي بالاضافة الينا لقربها وبعدها منا .

فعلى هذا يجب ان تكون القسي التي تقطعها مراكز افلاك التداوير في ازمان متساوية متساوية . والزوايا التي تحصل عند مراكز الافلاك[١٦] الحاملة لافلاك التداوير بهذه الحركات المتساوية متساوية . وليس الامر كذلك بل وُجد تساوي الزوايا في أزمان متساوية بسبب مراكز التداوير[١٧] عند نقطة اخرى . وانا اذكر سبب ذلك على حسب[١٨] ما تبين .

٤- قراءة : قرآة في ه ، قراة في ب و م ؛ ٥بلغت الى معنى : بلغت فيه الى معنى ذلك في م ٦ - والالتواء : الاليواز في م . ٣ - عبيد الله : عبيد في ه . ٧ - ذلك : سقطت في م .
٨ - يسر : بين في م ؛ تعالى : سقطت في م ؛ ذلك لي : لي ذلك في م .
٩ - تبينت : تثبت في م . ١٠ - احداً : واحداً في ب و م .
١١ - كما : لما في م . ١٢- سبقت : تتبعت في م .
١٣- البطء : البطؤ في ه . ١٤- مبرهن : مسيرهن في م .
١٥- وبطئها . وبطؤها في جميع النسخ . ١٦- الافلاك : لافلاك في م .
١٧- التداوير : التدوير في م . ١٨- حسب : على هامش م .

فأقول : ان بيان هذه[19] المسئلة ينثني على اشياء ، منها ان تعلم ان فلك التدوي[ر][20]
ليس كرة واحدة بل هو كرات كثيرة مجتمعة كما[21] هو في كرات الافلاك المحيطة بالارض. و
ونحن نذكر لمثال ذلك فلك تدوير عطارد ثم نُفصّل ونبيّن تداوير ساير الكواكب السيارة .

فأقول[22] : اول كرة من كراته كرة متساوية الثخن ومركزها لازم لموضع من ثخن[23] الفلك الخارج المركز مثل مركز الارض للاكر المحيطة بالارض. وحركة هذه الكرات[24] من المغرب الى المشرق على توالي البروج على قطبين ثابتين كما نذكره بعد هذا ونشرحه[25] .

وتحت هذه الكرة كرة متساوية الثخن وهي التي تحرّك القطر المارّ بالاوج والحضيض من فلك التدوير الى الشمال والجنوب فيصير اوجه تارة الى الشمال وتارة الى الجنوب وكذلك حضيضه .

وتحتها كرة متساوية الثخن وهي التي تحرك القطر المار بالاوسطين منه تارة الى الجنوب وتارة الى الشمال . ومركزا[26] هاتين الكرتين مركز الكرة الاولى الثابت .

وتحتها كرة مختلفة الثخن مثل ما هو[27] (كذا) كرة الاوج من الكرات المحيطة بالارض. وحكم هذه مثل حكم تلك من حيث ان مركز سطحها الخارج يكون المركز الثابت ومركز سطحها الداخل خارج عن المركز الثابت .

وتحتها كرة متساوية الثخن وعطارد نفسه[28] مركوز فيها. وبحركة هذه[28] الكرة يتحرك عطارد الحركة[29] التي يقال لها حركة الاختلاف . وبها يكون الرجوع والاستقامة . والاحكام التي تُنسب الى مراكز التداوير + هو هذا المركز الخارج +[30] وبحركة هذه الكرة[31] تكون سرعة القمر (كذا) وبطؤه .

١٩- ان بيان : البرهان في م .
٢٠- التدوير . سقطت الراء من ﻫ .
٢١- كما : لما في م .
٢٢- فاقول : سقطت وعوض عنها بـ " ان " في ب و م .
٢٣- ثخن : سقطت في ب و م .
٢٤- الكرات : الكواكب في م .
٢٥- ونشرحه : ونسده في م .
٢٦- ومركزا هاتين : مركزها بين في م .
٢٧- هو : كذا في جميع النسخ .
٢٨- نفسه : منه في م ؛ هذه : بهذه في م .
٢٩- الحركة : والحركة في م .
٣٠- +...+ وردت على هامش ﻫ . اقرأ : « هي الى هذا ... »
٣١- الكرة : الحركة في ب و م .

وتحتها كرة مصمتة[٣٢] ويكون لها مركزان . احدهما لسطحها[٣٣] الخارج وهو المركز الخارج . والثاني المركز الثابت[٣٤] . وهذه الكرة مثل المتمم للاكر المحيطة بالارض كما[٣٥] بينّا في هذه الصورة .



[الشكل الاول Fig. 1]

اما فلك تدوير الزهرة مثل تدوير عطارد وكل واحد منهما مركب من ست اكر .

واما القمر فليس لكرة تدويره[٣٦] محرك القطرين فيبقى له اربع اكر .

٣٢– مصمتة : مضمته في م . ٣٣– لسطحها الخارج : لسطحها الثابت الخارج في ب و م .
٣٤– الثابت : سقطت في ب و م . ٣٥– كما : لما في م .
٣٦– تدويره : تدوير في م .

واما اكر تداوير[٣٧] الثلثة العلوية فليس لها محرك القطر المار بالاوسطين . فتكون اكر تداويرها[٣٨] خمسة خمسة .

فجملة هذه الاكر احدى وثلثون كرة . واذا[٣٩] جُمع الى الاكر المحيطة بالارض تكون ثلثة وسبعين[٤٠] كرة . وانما وقفوا على هذه الاكر وعرفوها[٤١] بسبب حركاتها .

واقطاب هذه الاكر متخالفة مثل اقطاب الافلاك المحيطة بالارض .

فاذا عرفت ان فلك[٤٢] التدوير ليس كرة[٤٣] واحدة بل هو مركب من اكر بعضها في جوف بعض . وبعضها متساوي الثخن وبعضها مختلف الثخن . وفلك[٤٤] التدوير بجملته جزء من ثخن الكرة[٤٤] الحاملة لفلك التدوير . فيلزم من **ذلك** ان تكون حركة مركز فلك التدوير التي[٤٥] يقال لها حركة الاختلاف هو (كذا) حركة مركز الكرة الداخلة المختلفة الثخن . وبحركة هذه الكرة الخارجة المركز يكون الرجوع والاستقامة والسرعة والبطء[٤٦] على ما بينّا .

فاذا تحركت الكرة الخارجة منها على نفسها تحرك[٤٧] المركز الخارج حول[٤٧] المركز الثابت. ويحصل من حركته دائرة صغيرة فيتأخر ذلك المركز مرة ويتقدم اخرى ويعلو ويسفل .

ويرتسم من حركة مركز التدوير على هذا الوجه دائرة اخرى تقاطع منطقة الفلك الحامل للتدوير وهي دايرة معدّل المسير .

ولا يمكن ان يحصل من حركة مركز التدوير بالقياس الى مركز كرة[٤٨] الحامل للتدوير زوايا متساوية لان ذلك[٤٩] المركز تارة يبعد من مركز الحامل وتارة يقرب منه . بل الزوايا المتساوية تكون بحسب مركز تلك الدائرة الموهومة التي يقال لها[٥٠] المعدل المسير .

٣٧– تداوير : تدوير في م . ٣٨– تداويرها : تداويره في م .
٣٩– واذا : واخرا في م . ٤٠– سبعين : سبعون في ب و م .
٤١– عرفوها : عرفواها في م .
٤٢– فلك : ذلك في م . ٤٣ – كرة : حركة في ب و م .
٤٤– وفلك : وذلك في م ؛ الكرة : سقطت في ب و م .
٤٥– التي يقال لها : الذي يقال بها في م . ٤٦– البطء : البطؤ في جميع النسخ .
٤٧– تحرك : بحركت في ب ، وبحركة في م ؛ حول : حوالي في ب و م .
٤٨– كرة : الكرة في م ؛ سقطت من ب و م .
٤٩– ذلك : فلك في م . ٥٠– لها : فيها في م .

ومن تلك الاشياء يجب ان تعلم انه يلزم ممّا ذكرنا[٥١] ان يكون البعد بين مركز الحامل و وبين مركز[٥٢] المعدّل للمسير مثل البعد بين مركز فلك التدوير الثابت وبين مركزه[٥٣] المتحرك .

ومنها انه يجب ان تكون حركة الكرة الخارجة من اكر التداوير مساوية لحركة الكرة الحاملة لفلك[٥٤] التدوير بالزمان .

فيلزم من هذا ان تكون حركة مركز الخارج من اكر التداوير في الدايرة الصغيرة مساوية في الزمان لحركة حامل التدوير على نفسها . حتى اذا تحرك كرة الحامل مثلا رُبع حركة[٥٥] كرتّها يكون قد تحرك مركز التدوير ربع دائرتّها الصغيرة . واذا تحركت هي نصف دائرتّها يكون المركز تحرك نصف دائرته . وعلى هذا جميع اجزاء الدائرتين .

فاذا بان ما ذكرنا فلنفرض الآن ان كرة التدوير على أوج الحامل ومركز التدوير المتحرك على الخط المار بالمراكز فوق المركز الثابت نحو اوج التدوير . فيكون اذن[٥٦] في ابعد ما يكون من مركز الحامل لفلك التدوير . فاذا تحرك مركز التدوير الثابت من المغرب[٥٧] الى المشرق على توالي البروج بحركة كرة الحامل للتدوير ، والكرة الخارجة من اكر التداوير تتحرك[٥٨] على نفسها ايضاً نحو المشرق ، فيتحرك المركز المتحرك منه ايضاً نحو المشرق، مع نزول من العلو الى السفل . فاذا قطع المركز الثابت ربع دائرة الحامل يحصل من حركة المركز المتحرك ربع دائرة مساوٍ لذلك الربع الاول . الاّ ان هذا المركز يتأخر عن ذلك المركز ويبلغ راس القطر المربع له[٥٩] ويقرب من ان يقطع تلك الدائرة الاول .

ثم[٦٠] اذا تحرك المركز الثابت نحو الحضيض من الحامل وتحرك ايضاً المركز المتحرك مع نزول يماس[٦١] دائرة الحامل ويقطعها الى ان يبلغ المركز الثابت حضيض دائرة الحامل ويبلغ

٥١– ذكرنا : ذكرها في م . ٥٢– مركز : سقطت في م .
٥٣– مركزه المتحرك : مركز المعدل للمسير المتحرك في ب و م .
٥٤– لفلك : لذلك في ب و م . ٥٥– حركة : سقطت من م ، حركت في م .
٥٦– اذن : اخرى في م . ٥٧– المغرب الى المشرق : المشرق الى المغرب في م .
٥٨– تتحرك : محرك في م . ٥٩– له : سقطت في م .
٦٠– ثم : سقطت في م . ٦١– يماس : مما بين في م .

المركز[٦٢] المتحرك الخط المارّ بالمراكز ، وقد قطع كل واحد من المركزين[٦٣] نصف دائرته[٦٣]. ويحصل المركز المتحرك في اقرب بعده من مركز دائرة الحامل للتدوير فوق المركز الثابت . والبعد بينهما ذلك البعد الاول .

٦٤ ظ ثم يأخذ المركز الثابت نحو الربع الثالث من دائرة الحامل . فاذا بلغ هو آخر الربع فيكون المركز المتحرك قد سبقه وتمّم رُبع دائرته ، وقد قطع دائرة الحامل . لان المركز[٦٤] المتحرك كان فوق المركز الثابت فلا محالة يسبقه كما كان في آخر الرُبع الاول[٦٥] يتأخّر عنه. ثم يأخذ المركز الثابت يعلو[٦٥] حتى يبلغ اوجَ الحامل، والمركز المتحرك عاد[٦٦] الى حيث كان وتمّم دائرته .

فاذا بان هذا فان المركز المتحرك في هذه الاحوال كلها تارة يقرب من مركز[٦٧] الحامل وتارة يبعد . فلا يمكن ان يحصل من ذلك زوايا متساوية+ عنده في أزمنة متساوية . وبُعده من مركز المعدل للمسير يكون متساوياً. فيحصل هناك زوايا متساوية في ازمنة متساوية+.[٦٨]

فاذا ثبت ما قلنا فانا نمثّل لحصول[٦٩] دائرة معدل المسير مثالا . واقتصر من الكرة على الدائرة .

فأقول : لتكن[٧٠] دائرة ا ب ج د دائرة حامل التدوير على مركز ه وقطرها[٧١] ا ه ج ، وهو المار بالاوج والحضيض . وقطرها[٧٢] الثاني المربع لها ب ه د . فصارت الدائرة بأربعة اقسام على نقط ا ب ج د .

ثم ندير على هذه النقط دوائر[٧٣] التداوير . أما التي عـلى نقطة[٧٤] آ فدائرة و ز ح ط.

٦٢- المركز : الخط في ب و م .
٦٣- المركزين : المركز في ب و م ؛ دائرته : دائرة في ب و م .
٦٤- المركز المتحرك : المر الحامل في ب ، المركز الحامل في م .
٦٥- الاول : سقطت في ب و م ؛ يعلو : يعلوا في ه .
٦٦- عاد : عالي في م .
٦٧- مركز : المركز في جميع النسخ .
٦٨- +...+ الجملة ساقطة في ب و م .
٦٩- لحصول : بحصول في ب و م .
٧٠- لتكن : ليكن في ه .
٧١- وقطرها : وقطرين في م .
٧٢- وقطرها الثاني : وقطرين الباقي في م .
٧٣- دوائر التداوير : داير التدوير في م .
٧٤- نقطة ، فقط في ه ؛ و ز ح ط : د ز ح ط في ب و م .

والّتي على نقطة ب دائرة ي ك ل م . والّتي على نقطة ج دائرة س ع ف ن[٧٥] . والّتي على نقطة[٧٦] د دائرة ق ر ش ص. واوج الحامل نقطة آ . ونقطة آ هي المركز الثابت لكرة التدوير . ومركزها الخارج المتحرك نقطة ث و ث فوق آ .

فاذا تحركت[٧٨] نقطة آ تحركت[٧٨] دائرة ا ب ج د نحو المشرق وتحركت[٧٨] دائرة و ز ح ط[٧٧] على نفسها . وتحركت[٧٨] نقطة ث الذي هو المركز المتحرك بحركة كرة التدوير نحو المشرق وأخذ ينزل قليلاً قليلاً الى ان تبلغ نقطة آ الى نقطة ب ويقطع ربع دائرته . ونقطة ث ايضاً[٧٩] تتحرك نحو نقطة ب . ولكن لا تبلغ اليها بلوغ نقطة آ اليها لان نقطة ث كانت فوق نقطة آ بل تتأخر عنها عند نقطة خ وقد حصل من حركتها ربع دائرة مساوية لربع دائرة الحامل وهو قوس ث خ .

د ويكون البعد بين نقطتي ث خ كالبعد بين نقطتي ا ب . ثم تتحرك نقطة ب نحو ج فتبلغ اليها وقد حصل على حضيض الحامل وحصل نقطة خ على قطر ا ج على نقطة ذ ، وهو المركز المتحرك . وهو اقرب بعده من نقطة ہ الذي هو مركز الحامل .

ثم تأخذ نقطة ج نحو د وتتحرك ذ[٨٠] فاذا بلغت[٨١] نقطة ج الى نقطة د فتكون نقطة ذ قد سبقت نقطة د بقدر ما بين المركزين . لان نقطة ذ كانت[٨٢] فوق نقطة ج . فاذن تسبقه وتبلغ نقطة ض . ويكون قد تحرك المركز الثابت وقطع ثلثة ارباع دائرة الحامل وحصل من حركة[٨٣] المركز المتحرك ثلثة ارباع دائرة مساوية للاولى[٨٤] .

ثم تتحرك[٨٥] نقطة د نحو نقطة آ ونقطة ض تأخذ تعلو . فاذا حصلت[٨٦] نقطة د عند نقطة آ تحصل نقطة ض عند[٨٧] نقطة ث . وتم دائرة اخرى وهي دائرة ث خ ذ ض .

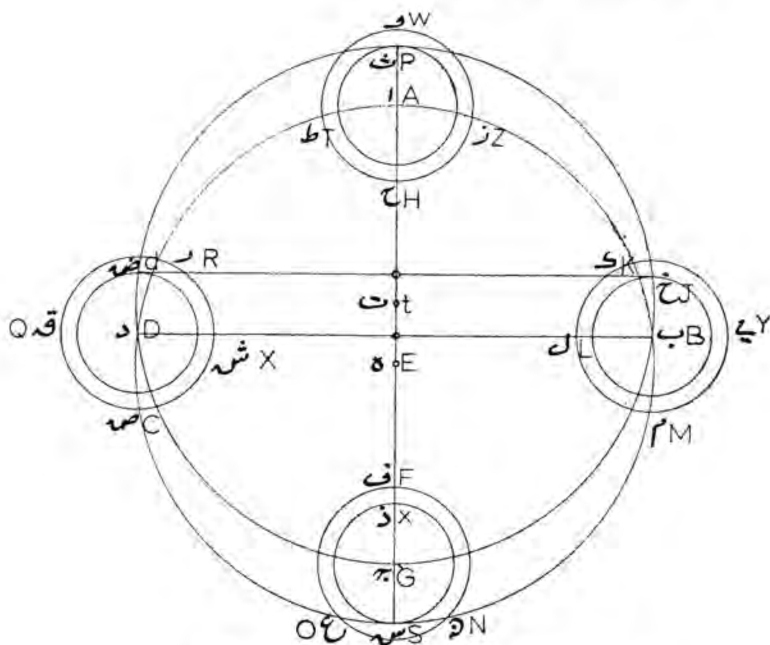
فمركز هذه الدائرة هو مركز دائرة معدل المسير الّتي هي نقطة ث .

٧٥– س ع ف ن : س ع ف ج في م .
٧٦– نقطة : نقط في ه .
٧٧– و ز ح ط : ه ز ح ط في ب و م.
٧٨– تحركت : تحرك في جميع النسخ .
٧٩– ونقطة ث أيضاً : نقطة ث تتحرك أيضاً في ب و م .
٨٠– ذ : سقطت في م .
٨١– بلغت : بلغ في ه .
٨٢– كانت : كان في ب و م .
٨٣– حركة : سقطت في ب و م .
٨٤– للاولى : للاول في م .
٨٥– تتحرك : تحرك في م .
٨٦– حصلت نقطة : حصل من نقطة في م .
٨٧– نقطة ض عند : سقطت في م .

فاذن من مسير نقطة ث في الازمان المتساوية يحصل عند نقطة ت زوايا متساوية ونقطة ث هي مركز التدوير الحقيقي . ولا يحصل من حركة نقطة ث عند نقطة ه التي هي[88] مركز الحامل في الازمان المتساوية زوايا متساوية لانها تقرب[89] منها تارة وتبعد اخرى .

ولا يكون هذا المعنى لنقطة ث عند نقطة ت فتحصل الزوايا عند نقطة ت في الازمان المتساوية متساوية .

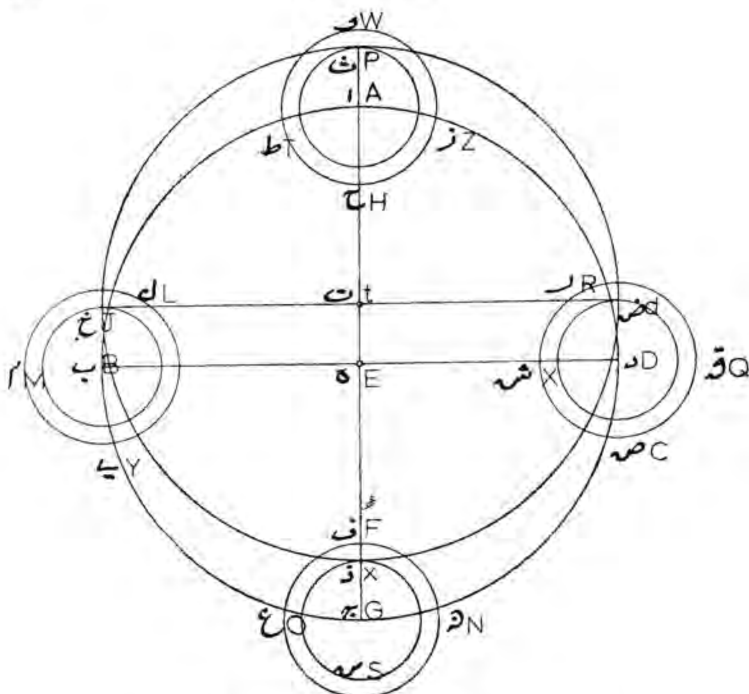
فهذا هو السبب في حصول دائرة معدل المسير .



[Fig. 2 الشكل الثاني كما ورد في جميع النسخ]

٨٨– هي : سقطت في ب و م .

٨٩– تقرب : سقطت من ه .



[الشكل الثاني المصحّح Fig. 2, corrected]

د قال الفرغاني في فصوله انه اذا تحرك فلك التدوير عن اوج الحامل فان قطر فلك[٩٠] التدوير يميل الى نقطة اخرى . فان هذا الكلام متصل بالذي قبله وانا ابين كيفية ذلك .

فأقول : انه اذا كان فلك التدوير على اوج الحامل فان قطر فلكه يكون متصلاً بقطر فلك الحامل . فاذا تحرك مركز التدوير نحو المشرق وتحرك فلك التدوير على نفسه فان مركز فلك التدوير المتحرك يتحرك[٩١] كما قلنا . ويحدث من حركته دائرة معدل المسير مع نزول[٩٢]

٩٠– فلك : ذلك في م ؛ فان : وان في م .
٩١– يتحرك : سقطت في م .
٩٢– نزول : نزل في م .

لانه لو لم يتحرك فلك التدوير على نفسه فان الدائرة التي ترتسم من حركة المركز المتحرك كانت موازية لدائرة منطقة كرة[٩٣] الحامل لمركز التدوير . فاذا تحركا وحصل من المركز المتحرك الدائرة التي ذكرنا فيحصل هناك قطران . احدهما قطر كرة الحامل للتدوير والثاني قطر دائرة معدل المسير . ويكونان متساويين ومنطبقين .

ثم تفترقان فيحصل شكل شبيه بالمعين وضلعاه الاطولان نصفا القطرين وضلعاه الاقصران الخطان اللذان بين كل واحد من المركزين .

وكلما نزل المركزان نحو التربيع فالشكل يزداد اتساعاً الى ان يبلغا الربع الاول فيصير الشكل مربعاً مستطيلاً .

ثم يأخذ المركزان نحو الحضيض . فاذا بلغ[٩٤] الحضيض فينطبق الخطان ويصيران كخط واحد. ثم اذا جاز[٩٥] الحضيض اخذ المركز المتحرك يعلو[٩٥] فيحدث الشكل الشبيه بالمعين ويزداد سعة[٩٦] كل وقت الى ان يصير المركزان عند التربيع الثاني فيصير الشكل مربعاً مستطيلاً .

ثم يأخذ القطران نحو الاوج والى ان ينطبقا كما كانا أولاً . وفي هذه الاحوال كلها يكون القطر المارّ بمركز التدوير المتحرك متصلاً بقطر الدائرة التي هي معدل المسير .

وامثل لذلك مثالاً . فأعيد[٩٧] المثال الاول وأقول : اذا كان فلك التدوير على اوج الحامل فان قطر التدوير وقطر الحامل يكونان كخط واحد+ وهو خط+[٩٨] ه ت ث .

فاذا تحركا ، اعني المركزين فان المركز المتحرك يأخذ في النزول والمركز الثابت يسبق ذلك المركز ويتفارق القطران ويتأخر المركز المتحرك لانه ينزل[٩٩] من علو الى ان[٩٩] يبلغا موضعي الثمن مثلاً[١٠٠] من دائرتيهما وتحصل نقطة ث على نقطة ح ونقطة آ على نقطة ب ٦٧ و
فيحصل الشكل الشبيه بالمعين ه ب ح ت[١٠١].

٩٣– كرة : الكرة في جميع النسخ . ٩٤– فاذا بلغا : سقطت في م .
٩٥– جازا : جاز في ب و م ؛ يعلو : يعلوا في ه .
٩٦– سعة : معه في م . ٩٧– فاعيد المثال الاول : سقطت في ب و م .
٩٨– +...+ على هامش ه . ٩٩– ينزل : ينز في م ؛ ان : على هامش ه .
١٠٠– مثلا : سقطت من ب و م . ١٠١– ه ب ح ت = ه ب ح ب في ب و م .

ثم ينزلان الى التربيعين فيحصل مربع[١٠٢] ت خ ب ه لانه يزداد سعة الشكل .

ثم ينزلان الى موضع الثمن الثاني فيأخذ المربع ينقص سعته ويحصل الشكل الشبيه بالمعين على نقطتي ج ز مثلا[١٠٣] ويحصل شكل ه ت ز ج .

ثم ينزلان الى الحضيض فينطبق[١٠٤] القطران ويصيران كخط ت ه ذ ج . فاذا تحركا ويأخذان[١٠٥] الى العلو وتسبق نقطة ذ وتتأخر نقطة ج الى ان يبلغا موضع الثمن الثالث فيصير الشكل الشبيه بالمعين ت ه ج ض مثلاً .

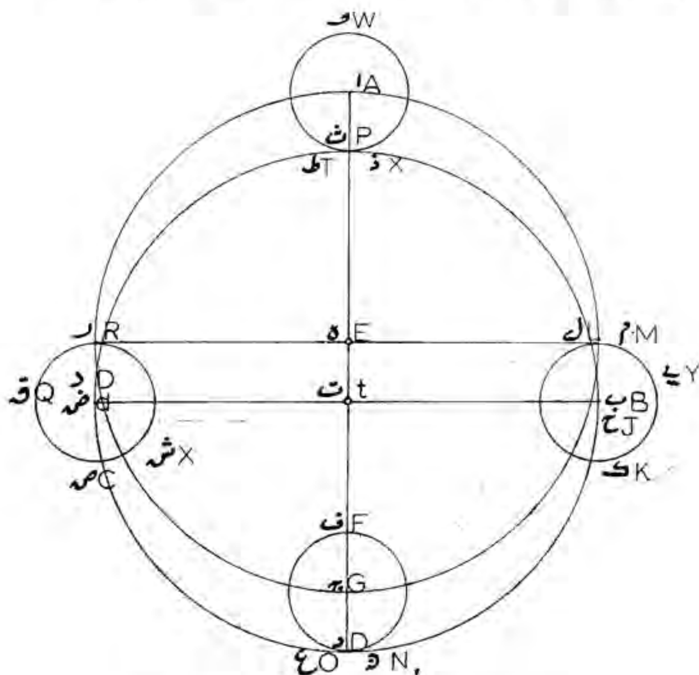
[الشكل الثالث Fig. 3]

١٠٢– مربع اقرأ المربع المستطيل .
١٠٣– مثلا : ميلا في م .
١٠٤– فينطبق : وينطبق في ب و م .
١٠٥– يأخذان . ياخذا في ه ، ياخذ في ب و م .

ثم يصعدان[١٠٦] الى ان يبلغا التربيع الثاني فيحصل مربع ت ه د ض ، لان الشكل يأخذ يتسـع .

ثم يأخذ في الصعود الى ان يبلغا الثمن الرابع فيحصل الشكل الشبيه بالمعين ت ه ا ث .

ثم يصعدان[١٠٧] حتى[١٠٧] يصيرا كما كانا وهذا مثاله[١٠٧]. فهذا هو الكلام في الخمسة المتحيرة .



[Fig.4 الشكل الرابع كما ورد في جميع النسخ]

١٠٦– يصعدان : يصعد في جميع النسخ .

١٠٧– يصعدان : يصعدا في ه و ب ، نصعدا في م ؛ حتى : وحتى في ب و م ؛ وهذا مثاله : وهذا مثاله فهذا هو المثال في م .

وأما القمر فانه يخالف هذه لان فلك تدويره يخالف في حركته حركة افلاك تداويرها . لان القمر اذا كان فلك تدويره على اوج الحامل فانه يتحرك في نفسه نحو المغرب . فيلزم من هذا ان يكون مركز تدويره المتحرك حالة كونه على اوج الحامل تحت مركزه[١٠٨] الثابت . فاذا تحرك فلك التدوير في نفسه نحو المغرب واوج الحامل يتحرك نحو المغرب . فان حضيض[١٠٩] الحامل يتحرك نحو المشرق ويتبع المركز المتحرك في حركته حركة[١١٠] حضيضه ويحصل ما يحصل في تلك الكواكب لان مركزه الثابت يتحرك نحو المشرق كما بينا مثاله في هذه الصورة . والله اعلم[١١١] .

تم المختصر والحمد لوليه والصلوة على نبيه . قوبل بالاصل ولله الحمد كثيراً وصلواته على سيدنا محمد وآله وصحبه الطاهرين[١١٢] .

١٠٨– مركزه : مركز في ب و م
١٠٩– حضيض : حضيضه في ه .
١١٠– حركة : سقطت في م .
١١١– اعلم : اعلم بالصواب في ب و م .
١١٢– في ب و م : " تم المختصر في معنى فلك معدل المسير ومعنى الميل والالتواء والانحراف لافلاك التداوير وهو مستخرج من كتاب كيفية تركيب الافلاك مصنف الشيخ ابي عبيد عبد الواحد بن محمد الجوزجاني رحمه الله تعالى".

The moon, however, is different from these for its epicycle moves in a direction contrary to that of the other epicycles. For if the moon's epicycle is at the perigee of the deferent, it then moves on itself in the direction of the west. Due to that, the movable center of its epicycle would then be below the fixed center when it is at the apogee of the deferent. If the epicycle moves on itself westwards and the apogee of the deferent also moves westwards, then the perigee of the deferent moves to the east, and the movable center follows

(fol. 67v)

in its motion the motion of the perigee. Whatever takes place in connection with the other planets, it does so on account of the motion of the fixed center eastwards, as we have seen. The example for all that is in the following diagram (Fig. 4) and God knows best.[15]

The compendium is thus completed and praise be upon His friend and prayers be upon His prophet.

Collated with the original. And much praise be to the Lord, and His prayers be upon our lord Muḥammad and his kin and his chaste companions.

15. The confusion of directions is obvious. Moreover, the author does not seem to have worked out the model for the moon, which is understandable, for the lunar motion is more complicated than that of the superior planets.

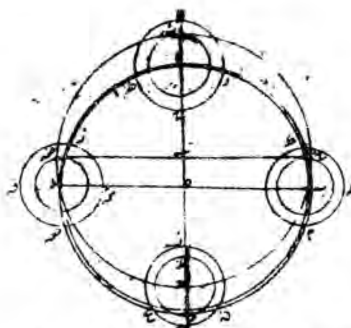


Plate 2: Facsimile drawing from MS Thurston 3, f. 145v.
(Courtesy of the Bodleian Library, Oxford).

The more the two centers descend towards quadrature, the more the figure increases in width until they reach the first quarter, when the figure becomes a right-angled quadrilateral.

The two centers then move towards the perigee, and when they reach it, the two lines coincide and become like one line. As soon as they bypass the perigee, the movable center begins to ascend and the rhomboid is produced (again) and continues to increase in width until they reach the second quadrature, when the figure becomes a rectangle.

Then the two diameters move towards the apogee until they coincide, as they did before. In all of these conditions, the diameter passing through the movable center of the epicycle is always connected with the diameter of the circle, which is the equant.

I will draw an illustration for that. I repeat, then, the first example and say: if the epicycle were at the apogee of the deferent, then the diameters of the epicycle and the deferent would be as one line, which is line *EtP* (in Fig. 3).

If the two centers move, the movable center begins to descend, and the fixed center will be ahead and the two diameters separate. The movable center will remain behind, for it is descending from above until they reach, for example, one eighth of their circles, and point *P* coincides with point *H*[13] and point *A*

(fol. 67r)

coincides with *B*, thereby producing the rhomboid *EBHt*.

Then they descend to quadrature and the square (*sic*)[14] *tJBE* is produced, for the figure was increasing in width.

Then they descend to the second (*sic*) eighth, at which time the square begins to get narrower and produces the rhomboid at the two points *G* and *Z*, for example, and figure *EtZG* is produced.

They further descend to the perigee and the two diameters coincide to form one line *tExG*. If, however, they begin to move and start to ascend, point *x* will then move ahead of point *G* and produce, at the third eighth, for example, the rhomboid *tEGd*.

When they ascend to reach th : second quadrature, the square *tEDd* is produced, because the figure begins to widen.

They (keep on) ascending to reach the fourth eighth when the rhomboid *tEAP* is produced.

They (finally) ascend to return to the original position, and that (Fig. 3) is the illustration for the five planets.

13. Abū ʿUbayd seems to be confused about the direction of motion. The diagram accompanying the three MSS shows a westward motion which is contrary to assumption. We have left the illustration as is because the direction of motion here is not essential to the argument.

14. Read *rectangle*.

bypass it and reach point *d*. At that time the fixed center would have been moved by three quarters of the circle of the deferent, and the movable center would have covered an equivalent three quarters of a circle.

Point *D* then moves towards point *A* and point *d* begins to rise. When point *D* reaches point *A*, point *d* would coincide with point *P*, and would have then completed another circle *PJxd*. The center of this circle is (itself) the center of the equant circle which is point *t*.

Then the movement of point *P* describes equal angles in equal times around point *t*, and point *P* is the real[11] center of the epicycle. (In contrast) equal angles are not described in equal times around point *E*, which is the center of the deferent, because (*P*) draws near to it at times and away from it at other times.

This condition does not take place when *P* revolves around *t*, and thus the equal angles around *t* are described in equal times.

And that is the reason by which the circle of the equant is achieved.[12]

Farghani said in his *Topics* (*Fuṣūl*) that if the center of the epicycle moves

(fol. 66v)

from the apogee of the deferent, the diameter of the epicycle deviates (*yamīl*) towards another point. These words are connected with the preceeding as I will show.

I say: If the epicycle is at the apogee of the deferent, then the diameter of its sphere would then be continuous with that of the deferent. When the center of the epicyele moves towards the east and the sphere of the epicycle moves around itself, then the movable center of the epicycle moves, as we have said, producing with its motion the circle of the equant with some descent. For had it not been for the motion of the epicycle on itself, the circle drawn by the motion of the movable center would be concentric (*muwāziyah*) with the circle of the deferent sphere. But if they both move, then the movable center describes the circle that we have mentioned, and thus there will be two diameters. One of (these diameters) is the diameter of the deferent and the second the diameter of the equant, but both equal and coinciding.

Then (the two diameters) depart from one another and a rhomboid is produced, with its longer sides being equal to the radii and its shorter sides equal to the distances between each (pair) of the (four) centers (see, e.g., Fig.3).

11. Abū ʿUbayd misunderstands the Ptolemaic requirement, that, although equal angles are measured around the equant in equal times, the center of the epicycle, however, never departs from the circumference of the deferent as the resultant path. All later attempts at the solution of the equant, by ʿUrḍī, Ṭūsī, and Ibn al-Shāṭir, approximated this path.

12. Abū ʿUbayd misses the point completely and ends up with a model that can produce an equant circle rather than with a model that produces the deferent, retains the property of the equant, and satisfies the conditions of uniform motion. Such results seem to have been successfully achieved for the first time only in the thirteenth century.

sected the circle of the deferent. And because the movable center was above the fixed one, it is inevitable that it will go ahead of it as it used to trail it in the first quarter. Then the fixed center continues to be raised until it reaches the apogee of the deferent and the movable center returns to its place after completing its own circle.

If this is evident, then the movable center, in all of these positions, draws sometimes near to the center of the deferent and at other times draws away from it. As a result of that, it is impossible to have equal angles described at (the center of the deferent) in equal times. Its distance, however, from the equant is always the same, and at that point equal angles are described in equal times.

If our statement is taken to be true, we then draw an example (illustrating the way in which) the circle of the equant is achieved. I will represent the spheres with circles.

I say: let the circle *ABGD* be the deferent, with center *E*, and diameter *AEG* passing through the apogee and perigee.[9] Let the second diameter, at quadrature, be *BED*. The circle is then divided into four parts by points *A*, *B*, *G*, *D*. We then draw at these points the circles of the epicycles. (Let) the one at point *A* be circle *WZHT*, at *B* be *YKLM*, at *G* be *SOFN*, and the one at point *D* be the circle *QRXC*. Let the deferent apogee be point *A*. And point *A* is itself the fixed center of the epicycle. And let its movable eccenter be point *P*, *P* being above *A*.

If point *A* is moved, circle *ABGD* moves towards the east and circle *WZHT* moves on itself. Then point *P*, which is the movable center, moves with the epicycle towards the east and begins to descend slowly until point *A* reaches point *B* (*sic*)[10] and completes a quarter of a circle. But (point *P*)[does not reach (*B*) in the same way *A* does, because point *P* was above point *A*, and hence remains behind at point *J*, after having completed its own quarter circle that is equal to one quarter of the circle of the deferent, i.e. arc *PJ*.

(fol. 66r)

The arc between the two points *P* (and) *J* is equal to the arc between *A* and *B*. Then point *B* is moved towards point *G* until it reaches it and coincides with the deferent perigee. Point *J* is then on diameter *AG*, on point *x* (of it), which is the movable center, (and) at its nearest distance from *E*, the deferent center.

Then point *G* moves towards *D*, and *x* moves in such a way that when *G* reaches *D*, then point *x* would have bypassed point *D* by the distance that is between the two centers. Since point *x* was above point *G*, then it must

9. The reference is to Figure 2 in the Arabic text.

10. If *A* moves eastwards it should coincide with *D* in the diagram of the three MSS. We have redrawn the figure to correspond to the text. Cf. Plate 2, p. 387, a facsimile from one of the MSS.

From such things one ought to know that the distance between the center of the deferent and the center of the equant must be the same as the distance between

(fol. 65r)

the fixed and the moving center of the epicycle.

Moreover, one ought to know that the motion of the outermost sphere of the epicycle is equal to that of the deferent.

It is then necessary that the motion of the eccenter of the epicycle on the small circle be equal in time to the motion of the deferent itself, so that if the sphere of the deferent moves, for example, by one quarter of its motion, the center of the epicycle would then move by one quarter of the small circle. And if (the deferent) moves by one half of its circle, the center will move by one half of its (own) circle. The remaining parts of the two circles are then related in the same fashion.

If that which we mentioned is clear, let us assume now that the sphere of the epicycle is at the apogee of the deferent, and the moving center of the epicycle is on the line that passes through the centers, above the fixed center, in the direction of the apogee of the epicycle. (At that position) it will be at its farthest distance from the center of the deferent. And when the fixed center of the epicycle is moved west to east in the direction of the signs, on account of the motion of the deferent, and the outermost sphere of the epicyclic spheres moves on itself towards the east (*sic*),[8] then the moving center will also move towards the east (*sic*)[8] with a descent downwards. Now, if the fixed center is carried around one quarter of the deferent, the movable center would move by an equivalent quarter circle. (The movable) center would be delayed behind the (fixed) center and would reach the tip of the diameter at quadrature and would almost intersect the first circle.

But if the fixed center is carried towards the perigee of the deferent and the movable center also moved, with some descent, it would then touch the circle of the deferent and would intersect it, until the fixed center reaches the perigee of the deferent and the movable center reaches the line that passes through the centers, each of the two centers would then have moved by one half of its own circle. Then the movable center will be at its closest distance to the center of the deferent and would be above the fixed center, with the distance between them being the same as before.

Then the fixed center is moved towards the third quarter of the deferent,

(fol. 65v)

and when it reaches the end of the quarter the movable center would have gone ahead of it and completed its own quarter circle, and would have inter-

8. This cannot happen if the outermost circle does not move towards the west, *not* the east. The mistake is also noted by Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī.

Below that (there is) a solid (*muṣmatat*) sphere with two centers: one is for its outer surface and that is the eccenter and the other is the fixed center. This sphere is similar to the complement (*mutammim*) of the spheres that surround the earth as we show in the following figure (Fig. 1 in the Arabic text).

(fol. 64v)

As for the epicycle of Venus, it is similar to that of Mercury, each being composed of six spheres.

As for the moon its epicyclic sphere does not include a mover for the two diameters. Hence, it will have only four spheres.

The spheres of the epicycles of the superior planets do not include the mover of the diameter that passes through the two mean positions. Thus the spheres of their epicycles are composed of five (spheres) each.

The total sum of these spheres is thirty-one. And when it is added to the spheres surrounding the earth the number will then be seventy-three. These spheres, however, are known and determined through their motions.

The poles of these spheres are at variance, just like the poles of the spheres that surround the earth.

Since you know that the sphere of the epicycle is not only one sphere, but that it is rather composed of several spheres, some inside the others, and some are of uniform thickness, while others are not; and that the whole of the epicyclic sphere is embedded in the thickness of the deferent carrying the epicycle, then the motion of the center of the epicycle, which is called the motion in anomaly, is that of the center of the inner sphere of unequal thickness. And through the motion of this eccentric sphere, the direct and the retrograde motions are achieved, as well as the hastening and the slowness, as we have shown.

Now if the outermost sphere moves on itself the eccenter will then move around the fixed center,[7] thereby producing a small circle, and itself is sometimes speeded up, at other times slowed down, while it ascends or descends.

As a result of the motion of the center of the epicycle in this fashion, another circle is drawn such that it intersects the circumference of the deferent sphere that carries the epicycle, and that is the circle of the equant.

It is inconceivable that the motion of the center of the epicycle with respect to the center of the deferent will produce equal angles, because that center (of the epicycle) sometimes draws away from the center of the deferent and at other times it draws close to it. On the contrary, the equal angles are with respect to the center of the imaginary circle which is called the equant.

7. The text has *al-khārijat* "the eccentric", which could not be the innermost sphere, for the motion described can only be achieved if the whole epicycle moves around the fixed center and not only the eccentric sphere as in the text.

of the equant is, as we know, that the celestial bodies could not have variable motions in themselves so that they move quickly at times and slowly at others, as is established in physical science (*al-ᶜilm al-ṭabīᶜī*).

As for the observable variations in the planetary motion on the zodiacal sphere, they result from the planets' nearness or remoteness from us.

Accordingly, the arcs described by the centers of the epicycles in equal times must (themselves) be equal. And the angles subtended at the centers of the deferent spheres carrying these epicycles in these equal motions must (also) be equal. The facts, however, are not so, for the equal angles described by the epicycles in equal times were found to be equal with respect to yet another point. I will mention the reason for that in accordance with what was revealed.

Thus I say: the explanation of this problem involves several things; of which, one ought to know that the epicyclic sphere is not a unique one, but

(fol. 64r)

is composed of several spheres, assembled in a fashion similar to that of the spheres surrounding the earth. To illustrate that we mention the epicyclic sphere of Mercury and then we explain the details of the remaining epicycles of the planets.

Thus I say: the first of its spheres (i.e. Mercury's) is a sphere of uniform thickness whose center is always fixed within the thickness of the eccentric sphere, just as the center of the earth is in relation to the spheres surrounding the earth. The motion of these spheres is from west to east in the order of the signs, around two fixed poles as we will explain below in detail.

Below this sphere (there is) another sphere of uniform thickness, and it is the one that moves the diameter passing through the apogee and perigee of the epicycle to the north and to the south, and thus, the epicycle's apogee and perigee are sometimes to the north and at other times to the south.

Below this (there is) another sphere of uniform thickness that moves the diameter passing through the two mean positions at times to the south and at other times to the north. The centers of these two spheres are the same as the fixed center of the first sphere.

Next is a sphere of unequal thickness similar to that of the apogee of the spheres that surround the earth. The conditions for this sphere are identical to those (of the apogee) such that the center of its outer surface is the fixed center, and the center of its inner surface is eccentric.

That is followed by a sphere of uniform thickness in which Mercury itself is embedded. And with the motion of this sphere, Mercury moves in what is called the motion in anomaly. Through it, also, direct and retrograde motions take place. The conditions attributed to the epicycle are with respect to this eccenter, and through the motion of this sphere the moon (*sic.*) moves fast or slows down.

mature only two centuries later at the hands of ʿUrḍī, Ṭūsī, and Shīrāzī, and finally to culminate in the brilliant work of Ibn al-Shāṭir in the fourteenth century. Within that historical development, it is understandable that Abū ʿUbayd's work should be ignored by astronomers generally. Only Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī refers to him, and then to state that Abū ʿUbayd disgraced himself (*faḍaḥa nafsahu*). In a forthcoming article I shall give the full criticism of Abū ʿUbayd's solution by Shīrāzī. Let it suffice here to say that Shīrāzī was vigorous in his rejection of Jūzjānī's astronomy, referring to it as false (*bāṭil*), obvious mistake (*khaṭa' ṣarīḥ*), and grave error (*ghalaṭ fāḥish*).

Translation

(fol. 63r)

A compendium concerning the meaning (*maʿnā*) of the equant sphere, and the meaning of deviation (*mayl*), twisting (*iltiwā'*) and slant (*inḥirāf*) of the spheres of the epicycle.

I extracted it from the book *on the Nature of the Construction of the Spheres*, by the honorable Shaykh Abū ʿUbayd ʿAbd al-Wāḥid b. Muḥammad al-Jūzjānī, may God have mercy on his soul.

The original manuscript was in his own handwriting and was also collated and read with him.

(fol. 63v)

In the name of God the Merciful, the Compassionate. God grant assistance. Praise be to the Lord of all creation, and prayers be upon the best of His creation, Muḥammad, and all of his kin and companions.

The honorable Shaykh Abū ʿUbayd Allāh ʿAbd al-Wāḥid b. Muḥammad al-Jūzjānī, may God have mercy on his soul, said: I was always eager to acquire knowledge of the science of astronomy, and diligent in reading the books composed in it, until I reached the content (*maʿnā*) of the equant, the deviation, the twisting and the slant of the epicyclic spheres. I could not understand that, nor was I able to comprehend its import. I started to meditate about it and apply myself to it for a long time until God, may He be exalted, facilitated that for me and it was revealed to me. Then I could imagine it and understand its nature, and could not know whether they (i.e. the astronomers) niggardly held it back from others, or it escaped them altogether, as in the case of al-Shaykh al-Ra'īs Abū ʿAlī, may God have mercy on his soul. When I asked him about this problem, he said: "I came to understand this problem after great effort and much toil, and I will not teach it to anybody. Apply yourself to it and it may be revealed to you as it was revealed to me". I suspect that I was the first to achieve these results.

I, then, say: Firstly, the uncertainty (*shubhat*) concerning the question

The Author

The manuscript refers to the author as Abū ᶜUbayd ᶜAbd al-Wāḥid b. Muḥammad al-Jūzjānī, with the possible variation Abū ᶜUbayd Allāh. There is little doubt that he is the same student of Ibn Sīnā known from the *Kitāb al-Shifā'*. The introduction to our compendium, quoted by Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī, confirms this association with Ibn Sīnā.

Abū ᶜUbayd's Proposals

Abstracted from the verbiage of the manuscript, the basic idea is equivalent to the following:

> A point, called the *fixed epicycle center*, moves at constant speed along a circle called the *deferent*. Extending from the point is a line segment, of unspecified length, the endpoint of which is called the *movable*, or *real*, *epicycle center*. The segment desplaces itself parallel to the line of apsides. The circle which is the trace of the movable epicycle center is called the *equant*.

Presumably the earth is at the center of the "deferent", and presumably the planet itself rotates about the "movable epicycle center". But there is no indication that Abū ᶜUbayd realizes that (1) the orbit of the epicycle center must have an eccentricity determined by observational considerations, and (2) observation also imposes on the epicycle center a periodic acceleration and deceleration (as viewed from the earth) which is roughly twice the magnitude of that imparted to it by the eccentricity.

Thus, far from solving the equant problem, Abū ᶜUbayd, has failed to understand what it was. He does understand the equivalence of the eccentric and epicyclic hypotheses, demonstrated in *Almagest* III, 3, and well known ever since.

To the extent that his ideas make sense, they constitute an unconscious throwback to some non-equant pre-Ptolemaic planetary model which was indeed a conbination of uniform circular motions.

Conclusion

We have established that as early as the middle of the eleventh century the attempts to reform Ptolemaic astronomy had begun. We are told by Abū ᶜUbayd that Ibn Sīnā himself had a solution of the equant problem, which he refused to teach to anybody. Whether he was merely boasting, and all evidence points in that direction, or not, we can not yet determine with absolute certainty.

Our text, for what it is worth, illustrates the kind of discussions that were being conducted in the Avicennian circle in the eleventh century, and it imparts the flavor of the valid solutions which would eventually be propounded. It falls towards the beginning of a historical process that was to

Plate 1: MS Thurston 3, f. 144v. (Courtesy of the Bodleian Library)

The First Page of al-Jūzjānī's Treatise الصفحة الاولى من كتاب أبي عبيد الجوزجاني

criticises the equant of Ptolemy. Abū ᶜUbayd, however, goes a step further than Ibn al-Haytham and attempts to construct his own models which were to avoid the pitfalls of the Ptolemaic ones.

Sources

Abū ᶜUbayd is supposed to have written on the subject of planetary configurations a book having the title *Kayfiyyat tarkīb al-aflāk*, which apparently has not been preserved.[4] What has reached us, however, is a compendium of the book by the author himself, which has been preserved in three copies. Two of these are at the Bodleian Library, Thurston 3 and Marsh 720, while the third is at Leiden, Or. 174/2.[5]

Bodleian Marsh 720 is a later copy of Thurston 3. Hence we must assume that we really have two independent copies of Abū ᶜUbayd's text, neither of them being an autograph. The scribe of the Leiden copy, however, explicitly states that he made it from an autograph that Abū ᶜUbayd used in his own teaching.

Abū ᶜUbayd's other work *Khilāṣ tarkīb al-aflāk*, Meshhed MS No 5593/9, may have some bearing on our text. But, under the circumstances, I have to accept Sezgin's statement that it is only a commentary on Farghānī's *Jawāmiᶜ*, and as such assume that it is not essential for the determination of the language of the present text.

What is given here, therefore, is an edition and translation of *Mulakhkhas kayfiyyat tarkīb al-aflāk* based on three copies which are on the whole quite legible and rather consistent, with very few variations. This does not mean that the text is totally free from problems, and, should the original full-length work ever be found, we may have a slightly different version of the text. The essential material for our purposes, i.e. the problem of the equant, will probably remain unchanged due to the fact that the full text was quoted by Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī (c. 700 H) in essentially the same language as that of the compendium.[6]

4. Sezgin, *op. cit.* pp. 280–281.

5. *Ibid.*, Thurston 3, fol. 144b–146a, Marsh 720, fol. 288a–292b, Leiden Or. 174, fol. 63b–67b. The author wishes to thank the keepers of these libraries for their kind assistance in procuring the necessary films for this research.

6. *faᶜaltu fa-lā talum*, MS Majlis-i Shura (Tehran) No. 3944, fol. 63f. The author wishes to express his gratitude to Mr. Jamil Ragep of Harvard University for allowing him to examine this text. This author also differs with A. I. Sabra (*JHAS*, 3 (1979), 391) concerning the title of this work, for two main reasons: 1) Shīrāzī himself gives us a clue as to what he intended with the title, for on fol. 13 he refers to it as *nafthat maṣdūr* (the cough of someone sick in the chest, i. e. a release of anger) for which one can not be blamed, and 2) the scribe, probably copying the original vowels, vocalizes the verb as *faᶜaltu*. The vocalization *faᶜalta* on the flyleaf is in a later hand and less trustworthy than that of the scribe.

Ibn Sīnā and Abū ʿUbayd al-Jūzjānī: The Problem of the Ptolemaic Equant

George Saliba*

Introduction

The Ptolemaic model for the upper planets assumes that the epicycle centers of those planets move on a circle, called the *deferent*, whose center does not coincide with the earth, and that they describe equal angles around yet another center, called the *equant*. This arrangement violates the principle that any celestial motion must be a combination of uniform circular motions.

This, in a nutshell, is the essence of the equant problem which greatly exercised Muslim astronomers, and which was also one of the main motivations for the Copernican astronomy. It would be naive to suppose that Ptolemy was not aware of it, or that he was incapable of solving it. What it reveals, though, is that Ptolemy's main concern in the *Almagest* and in the *Planetary Hypothesis* was quite different from that of the later medieval astronomers. For Ptolemy it was sufficient to produce mathematical models that are capable of describing the planetary motion in longitude and in latitude, in spite of the fact that, at times, one were to "use something contrary to the general argument".[1] For later medieval astronomers, harmony between the physical and the mathematical worlds was essential, and they thought of the Ptolemaic equant as a contradiction between those two worlds.

We do not know when this alleged blemish in the Ptolemaic system was first singled out as a problem. But we do know that several Muslim astronomers, in the period extending between the eleventh and the fourteenth centuries, tried to construct new planetary models which would be free of this fault.[2] According to present knowledge, the earliest explicit criticism of the Ptolemaic system came from Ibn al-Haytham, in the first part of the 11th century.[3]

In this paper we give an edition of a very short Arabic text, with an English translation, written by Abū ʿUbayd al-Jūzjānī, a younger contemporary of Ibn al-Haytham, and apparently independently of him, in which he also

*Department of Middle East Languages and Cultures, Columbia University, New York, New York, 10027, U.S.A.

1. *Almagest* IX, 2 and Ibn al-Haytham, *Al-Shukūk ʿala Baṭlamyūs*, ed. A. I. Sabra and N. Shehaby (Cairo, 1971), p. 33.

2. Sezgin, F., *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Bd. VI, (Leiden, 1978), p. 34f.

3. *Shukūk*, *op. cit.*

مسائل مجوسية
ملاحظات في مؤلف
« الكتاب الملكي »

لوتس ريشتر ـ بيرنبورغ*

ازدهرت الحضارة الإسلامية خلال القرن الرابع الهجري ازدهاراً ملحوظاً في « علوم الأوائل » وبصفة خاصّة في ميدان الطبّ . كان الأطباء الإسلاميون آنذاك يوقفون جانباً كبيراً من نشاطهم على تأليف الكتب عن صناعة الطبّ. فأحياناً أفردوا الحديث عن موضوعات معيّنة في رسائل قصيرة وأحياناً يسهبون الحديث عن كلّ المعارف التي كانوا يرون انه « لا يسع الطبيب جهلها » في « كناتيش » جامعة ، ومن أكبر هذه الكتب الشاملة حجماً وأوسعها شهرة الكتاب المسمّى بـ « الملكي ــ كامل الصناعة الطبيّة » ومؤلّفه هو علي بن العبّاس المجوسي.[1] ويدلّ على انتشار هذا الكتاب في البلدان الإسلامية كثرة عدد المخطوطات المحفوظة حتى الآن في مختلف المكتبات[2] كما انّ اقتباسات الأطبّاء فيما بعد تدلّ على اهتمامهم بالرجوع إليه . وبالرغم من ذلك كلّه تكاد شخصيّة مؤلّف « الكتاب الملكي » تكون مجهولة تماماً بحيث إنّا لا نعرف تاريخ ولادته ولا سنة وفاته وليس لدينا معلومات عن تفاصيل حياته ما عدا القليل الذي ضمّنه بنفسه مقدّمة كتابه الوحيد.[3]

وفي هذه الدراسة سنحاول تفسير عدم ذكر المجوسي في المراجع المعروفة إذ نرى أن

* جامعة جوتنجن – جمهورية ألمانيا الاتحادية

١ – هذه هي تسمية المؤلف لكتابه كما وردت في مقدمته : ١ : ١٠، ١٢ .

٢ – انظر أولمان ، ص ١٤٠–١٤٦ ؛ سزكين ٣ : ٣٢١–٣٢٢ .

٣ – لا اعتقد أن الرسالة في الفصد المنسوبة لعلي بن العباس المجوسي عند سزكين (٣ : ٣٢٢) تعتبر كتاباً منفرداً ولو كان هذا النسب صحيحاً بل انها جزء من « الكتاب الملكي » .

هذه المراجع لا تذكر شيئاً عنه أو عن حياته مكتفية بإيراد فصول مقتبسة من الكتاب الملكي . وسنتناول وصف سيرته بأدقّ تفصيل ممكن بناءً على ما يستفاد من كتابه . ثم نتّجه إلى عرض تأثير « الكتاب الملكي » في بعض المؤلفات الطبية التي صنّفت في كل من اللغتين العربية والفارسية خلال السنوات المائة التي تلي تأليف « الكتاب الملكي » .

إذا تصفحنا كتاب « تاريخ الحكماء » – أي منتخبات الزوزني من كتاب « إخبار العلماء بأخبار الحكماء للقاضي جمال الدين علي بن يوسف القفطي – وكتاب « عيون الأنباء في طبقات الأطباء » لموفّق الدين أحمد بن القاسم المعروف بابن أبي أصيبعة وجدنا في كلا الكتابين ترجمة لحياة علي بن العبّاس المجوسي.[4] ويتفق المؤلّفان فيما يوردانه عن المجوسي : فهو ابن أسرة فارسية ، قرأ الطبّ على أبي ماهر موسى بن سيّار وصار طبيباً حاذقاً فاضلاً ؛ ثم ألّف الكتاب المسمّى بـ « الملكي » وأهداه الى الملك عضد الدولة . ولا يتعدّى ذلك ما ذكره حاجي خليفة في كتاب « كشف الظنون » وإن كان يضيف أنّ وفاة المجوسي كانت في سنة أربع وثمانين وثلاثمائة[5] دون ذكر للمرجع الذي نقل عنه هذا التاريخ . وسنعود لمناقشته فيما بعد .

من الواضح أنّ المؤلّفين الذين ذكرناهم – باستثناء ما ذكره حاجي خليفة عن سنة وفاة المجوسي – لم يكن عندهم مصدر لترجمة حياته إلاّ مقدّمة « الكتاب الملكي » نفسه ،

٤ – « علي بن العباس المجوسي طبيب فاضل كامل فارسي الأصل يعرف بابن المجوسي قرأ على شيخ فارسي يعرف بأبي ماهر وطالع هو واجتهد لنفسه ووقف على تصانيف المتقدمين وصنف للملك عضد الدولة فناخسرو بن بويه كتابه المسمى بالملكي وهو كتاب جليل وكناش نبيل اشتمل على علم الطب وعمله حسن الترتيب مال الناس إليه في وقته ولزموا درسه إلى أن ظهر كتاب القانون لابن سينا فمالوا إليه وتركوا الملكي بعض الترك والملكي في العمل أبلغ والقانون في العلم أثبت » ، القفطي ، ص ٢٣٢ .

وقال ابن أبي أصيبعة ، ١ : ٢٣٦–٢٣٧ : « علي بن العباس المجوسي من الأهواز وكان طبيباً مجيداً متميزاً في صناعة الطب وهو الذي صنف الكتاب المشهور الذي يعرف بالملكي صنفه للملك عضد الدولة فناخسرو بن ركن الدولة أبي علي بن بويه الديلمي وهو كتاب جليل مشتمل على أجزاء الصناعة الطبية علمها وعملها وكان علي بن العباس المجوسي قد اشتغل بصناعة الطب على أبي ماهر موسى بن سيار وتتلمذ له ولعلي بن العباس المجوسي من الكتب كتاب الملكي في الطب عشرون مقالة » .

٥ – « كامل الصناعة – في الطب المعروف بالملكي صنفه علي بن العباس المجوسي لعضد الدولة وهو من تلامذة أبي ماهر موسى بن سياه (!)– « أبي ماهر موسى بن يوسف بن سيار المتوفى سنة ٣٨٤ » رتبه على عشرين مقالة الخ » ، ٢ : ١٣٨٠ .

فالمعلومات الواردة في هذه المقدّمة هي المعلومات الموجودة في هذه المراجع . ويبدو أنّ القفطي لم يطّلع على مراجع أخرى عن المجوسي ولعلّ هذا هو السبب في قلة ما أورده عنه بالقياس إلى وفرة المعلومات عن عدد كبير من العلماء والأطباء المشتغلين في البيمارستان العضدي ببغداد والذين شملت خدماتهم بلاط عضد الدولة وغيره من الأمراء البويهيين.[٦] ومما يثير الدهشة أيضاً عدم ذكر محمّد بن إسحاق النديم للمجوسي في كتاب « الفهرست » الذي بيّض صاحبه مسوّداته خلال سنة سبع وسبعين وثلاثمائة ببغداد .[٧] ويبدو — نظراً لقلّة بيانات القفطي عن المجوسي وإغفال ابن النديم إيّاه — أنّه كان مجهولاً في بغداد وأنّه قضى حياته خارج سواد العراق وفي فارس على الأرجح . إذ ينبغي أن نشير إلى وجود دار شفاء بإصبهان وأخرى بشيراز وكان عضد الدولة مؤسس الثانية منهما. وكان في كلّ منهما كما يذكر المقدّسي « آلات حسنة وأطباء حذّاق »[٨] وليس لدينا غير هذه الجملة القصيرة أيّ معلومات عن داري الشفاء هاتين ولا عن أسماء الأطباء المشتغلين فيهما . ولكنّنا نعلم أنّ علي بن العبّاس أهدى كتابه إلى عضد الدولة البويهي وفي هذا دلالة على أنه كان — على الأقل — في خدمة هذا الأمير وربما كان من موظفي دار من دور الشفاء في ولاية عضد الدولة. على كلّ حال يبدو المجوسي وكأنّه لم يكن مؤلّفاً في مجال الطبّ فقط بل أنّه اشتغل طبيباً ممارساً كذلك. فإنّه يصف نفسه بأنّه « متطبّب » في مقدّمة « الكتاب الملكي » (١ : ١٢، ٢١). ولقد سبق أن ذكرنا أننا لا نعرف عن تاريخ وفاة المجوسي إلاّ ما جاء في كتاب « كشف الظنون » من أنّه توفي في سنة أربع وثمانين وثلاثمائة . وليس هذا النقل بعيداً عن الاحتمال غير أنّ سنده مجهول لنا .

٦ — من المرجح أن القفطي استفاد من كتاب مفقود عن تاريخ العصر البويهي كعمل هلال بن المحسن الصابي أو كتاب مثل « الإشارة الموفقية في أخبار علماء الدولة البويهية » لتاج الدين علي بن الحسن وهو مؤلف مجهول ذكره صاحب « خلاصة الذهب المسبوك » ، بدر الدين عبد الرحمن بن إبراهيم بن قنيتو الإربلي (الطبعة الثانية ، بغداد : مكتبة المثنى ، بلا سنة ، ص ٢٦٠ ، ٧—٨) .

٧ — انظر Friedrich W. Zimmermann, "On the supposed shorter version of Ibn an-Nadīm's *Fihrist* and its date," *Der Islam* ج ٥٣ (١٩٧٦) ، ص ٢٦٧—٢٧٣ مع حواشيه .

٨ — انظر « أحسن التقاسيم » للمقدسي ، تصحيح de Goeje ، ليدن/هلندا ١٨٧٧ (الطبعة الثالثة ١٩٦٧) ، ص ٤٢٠ ، ٦ . ١٠—١١ . (*Bibliotheca Geographorum Arabicorum III*) وراجع « شيرازنامه » لأبي العباس أحمد بن أبي الخير المعروف بـ « زركوب شيرازي » ، تصحيح بهمن كريمي ، طهران ١٣٥٠/١٣١٠ ، ص ٣٣—٣٤ .

ولنحاول الآن أن نستخلص سيرة المجوسي من مقدمة « الكتاب الملكي » نفسه . كانت أسرته من أرجّان كما تدلّ نسبته « الأرجّاني » الموجودة في بعض المخطوطات[9] إلاّ أنّه جاء في « عيون الأنباء » أنّ علي بن العباس من الأهواز . أما كورة أرجّان فعدّت من كور فارس منذ قديم الزمان لكنّها جاورت ولاية الأهواز وتبعت لفارس تارة وللأهواز تارة أخرى .[10] وفي ذلك شرح كاف لاختلاف ابن ابي أصيبعة عن مخطوطات « الكتاب الملكي » . وكانت كورة أرجّان مركزاً للملّة الزرادشتيّة حتّى في القرن الرابع الهجري كما ذكر ابن حوقل (ص ١٨٩/٢٧٣، ٩-١١ / ١٤-١٦) . وممّا يذكر أنّ نسبة علي بن العبّاس الأخرى هي « المجوسي » ولا يُستبعد أنّ فيها إشارة إلى دين أجداده غير أنّ اسم المؤلّف « عليّا » واسم أبيه « العبّاس » لا يبدوان اسمي رجلين حديثَي العهد بالإسلام . ومن ناحية أخرى فقد افتخر علي بن العبّاس بدين آبائه إذ تسمّى بـ «المجوسي» في تقديم نفسه في كتابه (١: ١٢، ٢١) . وجدير بالذكر في هذا المجال أنّ الفصل الأوّل من « الكتاب الملكي » لا يشتمل على نعت الرسول بل يمرّ من الحمدلة إلى مدح الملك عضد الدولة البويهي المُهدى إليه كتاب المجوسي (١: ٢، ٤ من اسفلها إلى ٢، ١) . وفي المقدّمة نفسها لا يجري علي بن العبّاس في إثبات فضل علم الطبّ مجرى كثير من المؤلّفين الذين اعتمدوا على آية من القرآن[11] أو على حديث كالذي جاء فيه : العلم علمان ، علم الأبدان وعلم الأديان؛[12]

٩ – راجع المخطوطين المحفوظين في برلين (فهرست Ahlwardt ؛ ٥/٥٧٨ ب ، فيما يتعلق بالنسخة رقم ٦٢٦١) وفي المتحف البريطاني بلندن (فهرست Rieu ، ص ٦٣١ ب ، فيما يتعلق بالنسخة رقم Add. 23410) .

١٠– انظر ابن الفقيه، تصحيح de Goeje ، ليدن/هلندا ١٨٨٥(*Bibliotheca Geographorum Arabicorum V*) ص ١٩٩ ، ٢ ؛ ابن حوقل ، تصحيح Kramers ، ليدن/هلندا ١٨٧٣ (رقم ٢ من السلسلة نفسها) ، ص ٢٥٨ ، ٦ – ٨ ؛ المقدسي (راجع الحاشية رقم ٨) ، ص ٤٢١ ، ١٦ – ٤٢٢ ، ١ ؛ وقارن بهذه النصوص Heinz Gaube, *Die Provinz Arragān /Kūh Gīlūyeh ...*, Wien 1973 (*Österreichische AW. Denkschriften*, ص ٢٤–٢٥، وكلمة *Encyclopaedia of Islam, New Edition« Arradjān»* ١ : ٦٥٩ .[M. Streck (D. N. (107. *Band*) Wilber)])، فليذكر أن أبا عضد الدولة ، ركن الدولة أبا علي ، وهو أمير الري ، أقطع أبا الفضل ابن العميد وزيره عمل أرجان وسلخ دخله من دخل ولاية فارس (ابن حوقل ، ص ٣٠٤ ، ١١ – ١٥) .

١١ – راجع جمال الدين عبد الرحمن بن محمد ابن الجوزي غير أنه عاش بعد عصر المجوسي بمائتي سنة تقريباً : إنه قال في مقدمة كتاب « لقط المنافع » إنه رأى « علم الطب علماً صحيحاً نبه عليه القرآن العزيز والنقل الصحيح وشهد لصحته العقل » (*Medicinalia* ، ص ١١١ ، ٦ – ٧) .

١٢ – لا تتضمنه المجموعات الرئيسية (انظر A. J. Wensinck et al., *Concordance et indices de la tradition musulmane* ، جلد ١ – ٦ ، ليدن/هلندا ١٩٣٦ – ١٩٦٢ . وبالرغم من ذلك أصبح هذا المتن خلال القرون التالية معنى من المعاني التقليدية الاستعمال في كتب الطب العربية والفارسية ؛ انظر أبا سهل بن يعقوب السجزي ،

بل إنّ المجوسي أرجع فضل الطبّ إلى نظرة تجريبيّة لا تتعلق بأيّ دين .[١٣]

إنّ سنة ولادة علي بن العبّاس غير معروفة كما سبق القول . وكذلك لا يعلم شيء عن تربيته إلا أنّه كان تلميذ أبي ماهر موسى بن سيّار في الطبّ . هذا وقبل أن أتوجّه إلى أبي ماهر معلم المجوسي أودّ أن ألفت نظر القارىء إلى مقدّمة « الكتاب الملكي » التي تدلّ بأسلوبها ولغتها على عمق دراساته وحسن أدبه العربي . إنّه أجاد أسلوب السجع الظريف فضلاً عن الأسلوب الموضوعي الفني . وأمّا أبو ماهر موسى بن يوسف بن سيّار فيتشابه هو وتلميذه في أنّهما يكادان يكونان مجهولي السيرة . وأقدم مرجع عن ترجمة أبي ماهر هو كتاب « تتمّة صوان الحكمة » لظهير الدين علي بن زيد البيهقي الذي توفي سنة خمس

معاصر المجوسي ، الذي قال في مقدمة كتاب « الرسائل الطبية » إن « العلوم وإن كانت كثيرة الأقسام خطيرة الأنواع فالمحصول منها كلها علمان والمعتمد عليه منها نوعان . علم الأديان الذي به قوام الإسلام وعلم الأبدان الذي به قوام الأجسام (*Medicinalia* ، ص ٩٦ ، ١٩ – ٢١) ؛ وراجع أبا بكر ربيع بن أحمد الأخويني البخاري الذي قال في كتابه « هداية المتعلمين في الطب » : جنين كفته اند مردمان داناكه برهر مردمي واجبست آموختن شريعت جه شريعت ازجملهٔ واجباست تاجن شريعت دانسته بوذ اين بوذ از ضلالت وباز اندكى از علم پجشكى بياموزذ تاتن رابر درستى نكاه دارذ ... » وقارن بذلك حكيم ميسرى وهو ألف كتاب « دانشنامه » فيما بين سنة ٣٦٧ وبين سنة ٣٧٠ :

ستون هرجه از دانش جهاراست دوزآن هواره مردمرا بكاراست
(البيت رقم ٦١)

سيم دانش پزشكى دانش تن كه تن را داشتن بهتر زجوشن
(البيت رقم ٦٧)

جهارم دانش دين خدائى كزاوبابذ تن ازدوزخ رهائى
(البيت رقم ٦٨)

پزشكى را ودين را كر ندانى زيان است اين جهانى وآن جهانى
(البيت رقم ٧١)

(زيلبر لازار [Gilbert Lazard] ، اشعار براكندهٔ قديمترين شعراى فارسى زبان ... ، تهران ١٩٦٢/١٣٤١ (كنجينهٔ نوشتههاى ايرانى ، جلد ١٣ ، جزء ٢) . وقارنه بفصل من « شرح كليات القانون » لفخر الدين محمد ابن عمر الرازي حيث قال إنه « من جملة العلوم الشريفة علم الأبدان الذي جعله الصادق المصدوق قريباً لعلم الأديان » (*Medicinalia* ، ص ٧٨ ، ١٩ – ٢٠)

١٣ – من الواضح أن إثبات الطب عن طريق مثل نظرات المجوسي إنما يعد تقليداً من التقاليد الأدبية كذلك . ارجع الى علي بن ربن الطبري الذي قال في مقدمة « فردوس الحكمة » إن علم الطب علم « يحتاج إليه كل إنسان في كل حين ويمدحه أهل كل دين » (تصحيح الصديقي ، برلين ١٩٢٨ ، ص ١ ، ١٠ – ١١) والى أبي سهل بشر بن يعقوب السجزي الذي أثنى على « علم الأبدان » من حيث إنه « يمدحه أهل كل دين ويحتاج إليه في كل زمن وحين » (*Medicinalia* ، ص ٦٦ ، ١٢ – ١١ من أسفلها) .

وستين وخمسمائة.[14] وذكر أنّه لأبي ماهر يد بيضاء في علاج الحميّات وتصانيف « في الحكمة والطبّ » وأنّه أتقن المنطق ، ثمّ أخبرنا البيهقي بعدد من حِكَم أبي ماهر.[15] أما القفطي (ص ٣١٧) وابن أبي أصيبعة (١ : ٢٣٦) فإنهما يعلمانا بأنّ أبا ماهر كان « طبيباً حاذقاً مشهوراً » وهذه عبارة مستعملة بالنسبة لكل ممارس للطبّ وذائعة في أسلوب مؤلّفي التراجم . وعلاوة على ذلك دوّن كلّ من القفطي وابن أبي أصيبعة مؤلّفات أبي ماهر[16] التي يبدو أنّها ما زالت مفقودة حتى الآن ما عدا نبذاً منها في الاقتباسات عند مؤلفين تالين.[17] فإذا ما تغاضينا عن فقدان مؤلّفات أبي ماهر نجد أنّه أدّى دوراً هاماً في تطوّر الدراسات الطبّية في الإسلام إذ كان شيخاً لاثنين من أفضل مصنّفي كتب الطبّ : هما المجوسي وأحمد بن محمد الطبري ، صاحب كتاب « المعالجات البقراطيّة ».[18] إنّ مهارة أبي ماهر كمعلم واضحة في مؤلّفات تلميذيه اللذين عبّر كلّ منهما عن امتنانه له في كتابه . فقد قدم المجوسي نفسه تلميذاً لأبي ماهر موسى بن سيّار عدة مرات (١ : ٢، ٣–٤ و١٢، ١٣ و ٧ من أسفلها) وأكثر الطبري من نقل صفات الأدوية عن معلّمه أبي ماهر.[19]

١٤– انظر كلمة « Encyclopaedia of Islam, « al-Bayhaḳī, Ẓahīr al-Dīn الطبعة الثانية، ٢ : ١١٣١ – ١١٣٢ [D. M. Dunlop]

١٥ – انظر الفصل في أبي ماهر الوارد في « التتمة » ص ٨٠ – ٨١ ؛ وعني بتحقيقها محمد كرد علي ونشرها بعنوان « تاريخ حكماء الإسلام » ، دمشق ١٣٦٥/١٩٤٦ (الطبعة الثانية ١٣٩٦/١٩٧٦) .

١٦ – ذكر القفطي من مؤلفاته « تعاليق في كناش يوحنا » وأن أبا ماهر وزميله أبا الطيب إبراهيم بن نصر تعاونا في تأليفها . أما « كناش يوحنا » فأكبر الظن أنه كناش يوحنا بن سرابيون (انظر سزكين ، ٣ ٢٤٠ – ٢٤٢) . وللأسف ليس لدينا أي معلومات عن أبي الطيب المذكور سوى ملاحظة القفطي . أما ابن أبي أصيبعة فدوّن من أعمال أبي ماهر « مقالة في الفصد » وزيادة على « كناش الخف » لإسحاق بن حنين . وكل من هذه النصوص الثلاثة مفقودة غير أنه ليس ببعيد من الاحتمال ان كتاب إسحاق بن حنين المسمى بـ « كناش الخف » هو نفس « المختصر في الطب » المنسوب إليه في المخطوط المحفوظ في كامبريج (سزكين ٣ : ٢٦٨) .

١٧ – من المؤلفين الذين أوردوا فصولا من كتب أبي ماهر – علاوة على أحمد بن محمد الطبري – سرابيون ابن إبراهيم وهو مصنف مجهول جمع كتاب « الفصول المهمة في طب الأئمة » غير أنه ليس من الواضح هل رأى سرابيون بنفسه كتاباً لأبي ماهر أم نقل منه عن طريق كتاب الطبري وهو من مصادره أيضاً (انظر Manfred Ullmann, *Rufus von Ephesos, Krankenjournale*, Wiesbaden ١٩٧٨ ، ص ١١ – ١٢) .

١٨ – انظر سزكين ٣ : ٣٠٧ – ٣٠٨ ، وهو أورد المصادر عن حياة الطبري .

١٩ – انظر محمد رهاب ، "Der arabische Arzt aṭ-Ṭabarī", *Archiv für Geschichte der Medizin* جلد ١٩ (لايبزغ ١٩٢٧) ، ص ١٢٣ – ١٦٨ ، وبصفة خاصة ص ١٤٧ ، ١٥٨ ، ١٦٠ ، ١٦٥ .

ويدلّ « الكتاب الملكي » كلّه[٢٠] ولاسيّما مقدّمته على سعة مدى دراسات المجوسي الطبيّة فهو قد قام بنقد بعض المؤلّفين السالفين لأنّهم لم يراعوا الالتزام بسهولة الاستعمال وحاجة القارئ إلى كتاب شامل يغني عن مطالعة غيره . لقد عدّد المجوسي من اليونانيين بقراط[٢١] وجالينوس[٢٢] وأريباسيوس[٢٣] ، بولس الأجانيطي[٢٤] وأهرن القسّ[٢٥] ومن الإسلاميين يوحنا بن سرابيون[٢٦] ومسيح الدمشقي[٢٧] وأخيراً أبا بكر محمد بن زكريّاء الرازي .[٢٨] من الواضح أنّ هذه القائمة لا تعتبر قائمة كاملة لمراجع المجوسي[٢٩] لكنّها تعبّر بتفصيلها عن عمق معارف المجوسي في مجال دراسة الطبّ . وتمتدّ معارفه هذه لتشتمل أيضاً على « الكتاب الحاوي » لأبي بكر الرازي الذي كان يُعدّ من نوادر الكتب الجليلة القيمة في عصر المجوسي . فذكر موضوعات « الحاوي » ونقد ترتيبه وأشار إلى

٢٠ – انظر Manfred Ullmann, *Islamic Medicine*, Edinburgh 1978 (*Islamic Surveys*, 11) ، ص ١٣٤ (فهرست أسماء الأعلام ، كلمة al-Majūsī)

٢١ – أولمان ، ص ٢٥ – ٣٥ ؛ سزكين ٣ : ٢٣ – ٤٧ .

٢٢ – أولمان ، ص ٣٥ – ٦٨ ؛ سزكين ٣ : ٦٨ – ١٤٠ .

٢٣ – أولمان ، ص ٨٣ – ٨٤ ؛ سزكين ٣ : ١٥٢ – ١٥٤ .

٢٤ – أولمان ، ص ٨٦ – ٨٧ ؛ سزكين ٣ : ١٦٨ – ١٧٠ .

٢٥ – أولمان ، ص ٨٧ – ٨٩ ؛ سزكين ٣ : ١٦٦ – ١٦٨ وأهرن من آخر الإسكندرانيين الذين ألفوا كتبهم باللغة اليونانية ومن المرجح أنه صنف كناشه بعد فتح الإسلام لمصر وأن هذا هو سبب جهل الأطباء البيزنطيين له . فعلى ما رواه ابن العبري في كتابه السرياني في التواريخ نقل « جوسيوس » كناش أهرن من اليونانية الى السريانية وذكر ابن جلجل الأندلسي أن ماسرجس البصري ترجمه الى العربية في أيام الخليفة مروان بن الحكم . على كل حال كان أهرن من أشهر الأطباء عند المسلمين في عهد عبد الملك بن مروان من حيث إن الحكم بن عبدل ضمن اسم أهرن إحدى قصائده الهجائيـــة : لا تُدْنِ فاكَ إلى الأمير فَنَجَهِ حتّى يداوي نتنـهِ لكَ أهْرَنُ

(الجاحظ ، كتاب الحيوان ، تصحيح عبد السلام محمد هارون ، ١ : ٢٤٧ ، ٢٤٩ ، ٢٥٠ ؛ ابن قتيبة ، عيون الأخبار ، طبع دار الكتب المصرية ، ٤ : ٦٢ ، ٤ ؛ أبو الفرج الإصفهاني ، كتاب الأغاني ، طبع دار الكتب المصرية ، ٢ : ٤٢٤ ، ٥ – ٨). أعتقد أنا شخصياً أن في بيت ابن عبدل هذا دليل على صحة نقل ابن جلجل عن ترجمة كناش أهرن في الأيام المروانية – بقطع النظر عن مسئلة هوية المترجم .

٢٦ – أولمان ، ص ١٠٢ – ١٠٣ ؛ سزكين ٣ : ٢٤٠ – ٢٤٢ .

٢٧ – أولمان ، ص ١١٢ ؛ سزكين ٣ : ٢٢٧ – ٢٢٨ .

٢٨ – أولمان ، ص ١٢٨ – ١٣٦ ؛ سزكين ٣ : ٢٧٤ – ٢٩٤ .

٢٩ – أثبت ديجن وأولمان أن باب المجوسي في المركبات تابع لأقراباذين سابوربن سهل وعن طريق كتاب سابور لأقرباذين حنين بن إسحاق .

مواطن الضعف في تأليفه وذكر أنّه لم يعلم بوجود نسخة منه « إلاّ عند نفسين من أهل الأدب والعلم واليسار » (١: ٣،٦) . وفي هذا إشارة مهمّة الى اتّصال علي بن العبّاس بالخاصّة فلقد جاء في « عيون الأنباء » حول جمع « الكتاب الحاوي »[٣٠] أنّ أبا الفضل ابن العميد ،[٣١] الوزير الكبير والأديب اللطيف لمّا وصل إلى الريّ بعد موت الرازي بعدّة سنين حصل على مسوّداته وأمر تلاميذ الرازي أن يجمعوا وينسّقوا ملحوظات شيخهم ويرتبوها . وأكبر الظنّ أنّه كان لأبي ماهر علاقات بابن العميد ومن حوله لأنّ تلميذيه المجوسي والطبري كليهما كان في خدمة عاهل بويهي أي عضد الدولة بشيراز وأبيه ركن الدولة بالريّ[٣٢] وابن العميد كان وزير ركن الدولة . وبذلك كلّه تمكّن علي بن العبّاس من الاطّلاع على « الكتاب الحاوي » الذي صُنع بإشارة ابن العميد .

ولا تعطينا مقدّمة « الكتاب الملكي » تفصيلات أخرى عن سيرة المؤلّف إلاّ ما يتعلّق بتاريخ تصنيفه . من المعروف أنّ علي بن العبّاس أهداه إلى « الملك الجليل عضد الدولة » الذي لم يتلقّب بـ « الملك » قبل نهاية سنة ثلاث وستين وثلاثمائة أو في السنة التالية حين استولى على سواد العراق وعاصمة الخلافة بغداد .[٣٣] فإذا اعتمدنا على أصول ديوان الإنشاء في العصر البويهي فليس بالمحتمل أن يكون مصنف « الكتاب الملكي » قد استعمل هذه المخاطبة قبل تلقّب عضد الدولة بـ « الملك » في التاريخ المذكور . ومما يؤكّد تاريخ التلقّب هذا ما ورد برسائل أبي إسحاق إبراهيم الصابي[٣٤] ومسكوكات عضد الدولة نفسه.[٣٥]

٣٠ – ١ : ٣١٤ ، ١٣ – ١٧ ونقل ابن أبي أصيبعة هذا من كتاب « مناقب الأطباء » لعبيد الله بن جبرائيل ابن بختيشوع .

٣١ – انظر كلمة « Ibn al-ᶜAmīd, (1) » *Encyclopaedia of Islam*, الطبعة الثانية ٣ : ٧٠٣ – ٧٠٤ ، **Hans Daiber, "Briefe des Abūl-Faḍl Ibn al-ᶜAmīd an ᶜAḍudaddaula"**, *Der Islam* [Cl. Caben] جلد ٥٦ (١٩٧٩) ، ص ١٠٦ – ١١٧ .

٣٢ – كان أحمد بن محمد الطبري طبيباً لركن الدولة على ما ذكره ابن أبي أصيبعة في « عيون الأنباء ، ١ : ٣٢١ ، غير ان الطبري لم يذكر بنفسه هذا الأمير بتة في مقدمة كتاب « المعالجات البقراطية » ؛ انظر أولمان ، ص ١٤٠ ؛ سزكين ٣ : ٣٠٧ – ٣٠٨ .

٣٣– انظر هذا المؤلف ، "*Amīr-malik-shāhānshāh*: ᶜAḍud ad-Daula's titulature reexamined", *Iran* جلد ١٨ (١٩٨٠) ، ص ١٨٣ – ٢٠٧ .

٣٤ – انظر « المختار من رسائل ... الصابي » ، نشر الأمير شكيب أرسلان ، الطبعة الثانية ، بيروت بلا سنة ، وبصفة خاصة ص ٢٤ ، ٨ – ٩ . ٣٣ ، ٧ – ٨ ، ١٢ – ١٣ . ٣٥ ، ٢ – ٣ ، ١٠ – ١٢ . ٣٧ ، ٢ .

٣٥– يوجد في مجموعة برلين الاسلامية درهم ضرب في سيراف سنة ثلاث وستين وثلاثمائة وهو أول سكة

كما أنّ الخليفة الطائع لله لقّب عضد الدولة بلقب « تاج الملّة » مضافاً إلى اللقب الأوّل — أعني عضد الدولة — في سنة سبع وستين وثلاثمائة.[٣٦] ليس من المرجّح أن يكون مؤلّف « الكتاب الملكي » قد حذف لقب « تاج الملّة » من إهدائه الكتاب إلى عضد الدولة . إذاً فقد صنّف علي بن العبّاس « الكتاب الملكي » خلال الفترة الواقعة بين سنتي ثلاث وستين وثلاثمائة وسبع وستين وثلاثمائة ثمّ عرض عمله على خزانة عضد الدولة ويشير إلى ذلك في مقدّمته قائلا (١ : ١٢، ٩–٨ من أسفلها) : « إنّ هذا الكتاب أوّل ما أخرجه مصنفه إنما أخرجه إلى خزانة الملك الجليل عضد الدولة ثم من بعد ذلك إلى أيدي الناس وأظهره لهم ...». ومن الأرجح أن يكون المجوسي ضمّن هذه الجملة الترحيم على عضد الدولة كما هو موجود في فصل « سمة الكتاب » في طبع بولاق (١ : ١٠، ١٤) وكما يقرأ — لا شك — في أكثر من مخطوط واحد في هذا الفصل أيضاً.[٣٧] ويدلّ ذلك على أنّ المجوسي لم ينشر كتابه إلاّ بعد موت عضد الدولة في شعبان سنة اثنتين وسبعين وثلاثمائة . ومن المعروف أنّ عضد الدولة كان يضنّ على الناس بالكتب العزيزة عليه.[٣٨] ومن المحتمل أنّ هذا من الأسباب التي أخّرت تأثير كتاب علي بن العباس في الرسائل الطبيّة التي ألّفت من بعده .

وليس في وسعي هنا التوسّع في البحث عن تأثير « الكتاب الملكي » في كلّ المؤلّفات الطبّية في كلتا اللغتين العربيّة والفارسيّة بل أودّ أن أذكر بعض ما أُلّف منها خلال السنوات التي أعقبت موت علي بن العبّاس . فأوّل كتاب طبّي أتعرّض له هو كتاب « الرسائل الطبيّة» لأبي سهل بشر بن يعقوب بن إسحاق المتطبّب السجزي.[٣٩] أهدى المؤلّف كتابه

لعضد الدولة بلقب « الملك » . وتتضمن نفس اللقب نقود عضد الدولة المضروبة في السنوات التالية (انظر **Donald S. Whitcomb, "The Fārs hoard: a Būyid hoard from Fārs province, Iran," *The American Numismatic Society, Museum Notes,*** جلد ٢١ (١٩٧٦) ، ص ١٦١ – ٢٥٠ .

٣٦ — انظر هلال بن المحسن الصابي ، رسوم دار الخلافة ، تصحيح عواد ، بغداد ١٣٨٣/١٩٦٤؛ ص ٨٠،٥

٣٧ — وللأسف لم يتح لي أن أفحص غير المخطوطات المحفوظة في ميونيخ (رقم ٨١١) وفي أوكسفورد (مكتبة بودليان ، أرقام **Digby or. 23** ، **Donat. 31** ، **Hunt. 195**) وتتضمن النسخة رقم **Hunt. 195** المكتوبة سنة تسع وسبعين وستمائة الدعاء « أطال الله بقاءه » لعضد الدولة في كلا الفصلين المعنونين « في سمة الكتاب » و « في اسم واضع الكتاب » (الورقتان ١١ الف، ٩ و ١٣ الف، ١٢) إلا أن كلا منها صحح في الحاشية على ضوء مقابلة النسخة قائلا « رحمه الله تعالى » .

٣٨ — انظر أبا شجاع الروذراوري ، ذيل كتاب تجارب الأمم ، تصحيح **Amedroz** ، القاهرة ١٣٣٤/١٩١٦ ، ص ٦٨ ، ٨ — ١٢ . ***(The Eclipse of the Abbasid Caliphate*, vol. III)**.

٣٩ — سزكين ٣ : ٣٢٥ — ٣٢٦ .

للأمير الصفّاري أبي أحمد خلف بن أحمد الذي ولي سجستان من سنة اثنتين وخمسين وثلاثمائة إلى سنة ثلاث وتسعين وثلاثمائة.[40] ففي مقدّمة كتابه قام أبو سهل بنقد المؤلّفين السالفين مثل ما فعل المجوسي[41] وبالرغم من أنّ هذا النهج هو الذي كان يتبع في مقدّمات الكتب بالقرون الوسطى فإنه من الجدير بالذكر أن يلاحظ وجود تشابه ما بين مضمون نقدي المجوسي والسجزي من حيث إنّ كلاً منهما حمل حملة شديدة على ما وجده من عيوب مؤلّفات أسلافه ويبدو أنّه كان يبني نقده على تجربته الشخصية . وفضلاً عن ذلك نرى أنّ بعض الكتب المذكورة في الرسائل الطبيّة أي كنّاشي أهرن ويوحنا بن سرابيون و « الكتاب المنصوري » للرازي هي الكتب نفسها التي أورد المجوسي ذكرها . ومع ذلك فليس بالضرورة أن يكون السجزي قد عرف كتاب المجوسي وإن كانت مطابقة المقدّمتين مثيرة للدهشة حقّاً .

ومما يؤسف له أني لمّا أستطع أن أحدّد مراجـــع الفصول الطبيّة الواردة في كتاب « مفاتيح العلوم » لأبي عبد الله محمّد بن أحمد بن يوسف الخوارزمي . فليذكر أنّ المستشرق الألماني Ernst Seidel منذ أكثر من ستين سنة قام بالبحث عن المراجع الطبيّة التي استعملها الخوارزمي فاعتقد أنّ « الكتاب الملكي » أحدها.[42] ولكنّني لا أتّفق معه في ذلك وأودّ أن أفترض أنّ الخوارزمي اقتبس الفصول الطبيّة من رسالة في اصطلاحات الطبّ كمثل كتاب « التنوير » لأبي منصور القمري[43] أو الفصول الخاصّة بالاصطلاحات في كتب أخرى كـ « مفتاح الطبّ » لأبي الفرج ابن هندو .[44] وممّا يعزز اعتقادي هذا بأنّ « الكتاب الملكي » ليس من مصادر « المفاتيح » أنّ المدة الواقعة بين تاريخي تصنيف « الكتاب الملكي » وتصنيف « مفاتيح العلوم » قصيرة جداً فإنه يجب أن يكون الخوارزمي قد ألّف كتابه بين سنتي سبع وستين وثلاثمائة واثنتين وسبعين وثلاثمائة حيث إنّ أبا الحسين عبيد الله

٤٠ – انظر Clifford E. Bosworth, *The Islamic Dynasties*, Edinburgh (*Islamic Surveys*, 5) ١٩٦٧ ، ص ١٠٣ – ١٠٦

٤١ – انظر *Medicinalia* ، ص ٦٥ – ٦٦ .

٤٢ – Ernst Seidel, "Die Medizin im Kitâb Mafâtiḥ al Ulum," *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät* in Erlangen ، جلد ٤٧ (١٩١٥) ، ص ١ – ٧٩ ، وبصفة خاصة ص ٦ . ٩ . ١٣ . ٢٣ .

٤٣ – أولمان ، ص ٢٣٦ ؛ سزكين ٣ : ٣١٩ .

٤٤ – أولمان ، ص ١٥٢ ؛ سزكين ٣ : ٣٣٤ – ٣٣٥ .

أحمد العتبي المهدى إليه كتاب « المفاتيح » إنّما كان وزيراً خلال هذه المدّة من الزمن وقتل في أوائل سنة اثنتين وسبعين وثلاثمائة.[٤٥]

ومن الملاحظ أنّ « الكتاب الملكي » لم يكن معروفاً على الأرجح لدى المؤلّفين الذين تلي أسماءهم : أبو منصور الحسن بن نوح القمري[٤٦] ؛ أبو بكر ربيع بن أحمد الأخويني البخاري[٤٧] ؛ أبو منصور الموفّق الهروي[٤٨] وأخيراً أبو الريحان محمّد بن أحمد البيروني[٤٩] إلاّ أنّه يُعدّ من المراجع التي استفاد منها صاحب الملخّص المجهول لأقراباذين سابور بن سهل وتشتمل على عمله هذا مخطوطة ميونيخ العربية رقم ٢/٨٠٨.[٥٠] هذا ومن المرجّح أنّ هذا المؤلّف عاش في النصف الأوّل للقرن الخامس الهجري في بغداد واشتغل في البيمارستان العضدي . ويدلّ اقتباسه من « صاحب الملكي » على أنّ كتاب المجوسي تمتع بشهرة ما بعد تاريخ تصنيفه بما يقارب خمسين سنة في بغداد كما أنّه قد انتشر بالمغرب الإسلامي بعده بمائة سنة تقريباً حيث اطّلع عليه قسطنطين الإفريقي وقام بترجمته الى اللاتينية فعنونه "Liber Partegni" أيْ « كامل الصناعة الطبيّة ». كذلك نجد أنّ كتاب المجوسي قد تمتع فيما بعد ذلك بالشهرة لدى الإفرنج بحيث إنّ إصطفان الأنطاكي وهو من أبناء مدينة بيسا في إيطاليا أعاد ترجمته إلى اللاتينية في سنة سبع وعشرين ومائة وألف ميلادية بعنوان

٤٥ – انظر أبا الشرف ناصح بن ظفر جرفادقاني ، ترجمهٔ تاريخ يميني ، تصحيح جعفر شعار ، تهران ١٣٤٥ ، ص ٥٨ – ٦٠ (انتشارات بنكاه ترجمه ونشر كتاب ٢٥٥ . مجموعهٔ متون فارسي ، ٣٠) وابن الأثير ، الكامل في التاريخ ، تصحيح تورنبرغ ، ليدن/هلندا ١٨٦٦ – ١٨٧٦ ، ٩ : ٩ ، ٥ من أسفلها الى ١٠ ، ٢ وقارن به **C. E. Bosworth, "Al-Hwārazmī on theology and sects: ...",** *Bulletin d'études orientales*, جلد ٢٩ (١٩٧٧) ، ص ٨٥ – ٩٥ ؛ وبصفة خاصة ص ٨٥ .

٤٦ – أولمان ، ص ١٤٧ ؛ سزكين ٣ · ٣١٩ . وأكبر الظن ان القمري استند في تأليف كتاب « الغنى والمنى» إلى مؤلفات أبي بكر الرازي دون غيره من أسلافه

٤٧ – انظر استوري ٢ : ١٩٩ ، رقم ٣٥٢ وكان أبو بكر الأخويني تلميذ أبي القاسم المقانعي الذي كان بدوره تلميذ أبي بكر الرازي وكتاب الأخويني هو أول كناش طب باللغة الفارسية وعنوانه « هداية المتعلمين في الطب (انظر طبع مشهد ، ١٣٤٤ ، بتصحيح جلال متيى [انتشارات دانشكاه مشهد ، ٩]) .

٤٨ – انظر استورى ، ٢ : ١٩٩ – ٢٠٠ ، رقم ٣٥٣ ويعتبر كتابه المسمى بـ « الأبنية عن حقائق الأدوية» أول كتاب في الأدوية المفردة بالفارسية (انظر طبع النص بتصحيح بهمنيار واردكانى ، تهران ١٣٤٦ [انتشارات دانشكاه تهران ، شمارة ١١٦٣ . كنجينهٔ متون ايراني ، شمارهٔ ٦٣]) .

٤٩ – أولمان ، ص ٢٧٢ – ٢٧٣ ؛ سزكين ٣ : ٤٣٠ .

٥٠ – انظر ديجن وأولمان ، ص ٢٤٣ . ٢٥٧ .

«**Regalis dispositio**» أو «**Liber regius**» وهو العنوان العربي نفسه .[٥١] ثم أعيد طبع هاتين الترجمتين في أوربا عدة مرّات.[٥٢]

مع ذلك كلّه وبالرغم من جودة « الكتاب الملكي » فلم يحظ مؤلّفه بحقّ الشهرة . فإنّ كثيراً من الأطبّاء العرب والفرس كانوا يفضّلون كتاب «القانون في الطبّ» لأبي علي ابن سينا عليه قائلين « إنّ كلّ الصيد في جوف الفرا ».[٥٣] أمّا المؤلّف نفسه فقد طوى النسيان سيرته ولم يبق لاسمه ذكر إلاّ كمؤلّف « الكتاب الملكي – كامل الصناعة الطبيّة » . وما حاولت في هذه الدراسة إلاّ أن أردّ إليه بعض ما يستحقّه من فضل من حيث هو ممثّل بارز لعلم الطبّ في حضارة الإسلام .

٥١ – انظر Heinrich Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin im lateinischen Mittelalter*, Wiesbaden. (*Sudhoff's Archiv, Beihefte*, 3) ، ١٩٦٤ ، ص ٣٤ – ٣٨ . ٥٠ – ٥١

٥٢ – من طبعات ترجمة قسطنطين طبعة ليون / فرنسا ، ١٥١٥ ، بعنوان *Opera omnia Isaac* ؛ وطبعة باسل/سويسرا ، ١٥٣٦ .

وطبعت ترجمة إصطفان في البندقية ، ١٤٩٢ ، وفي ليون/فرنسا ، ١٥٢٣

٥٣ – انظر أحمد بن عمرو بن علي المعروف بـ « نظامي عروضي » ، جهار مقاله ، تصحيح محمد قزويني ومحمد معين ، الطبعة الثالثة ، تهران ١٣٣٣ ، ص ١١٠ : ٦ – ٩. وقارن به ما قال فخر الدين محمد بن عمر الرازي : *Medicinalia* ، ص ٧٨ ، والقفطي (انظر الحاشية رقم ٤ ، فيما أعلى) .

فهرست المصادر المعاد ذكرها
في الحواشي برموزها

١ ـ المصادر العربية

ابن أبي أصيبعة موفق الدين أحمد بن القاسم المعروف بـ « إبن أبي أصيبعة » ، عيون الأنباء في طبقات الأطباء ، تصحيح امرئ القيس بن الطحان ، جلد ١–٢ ، القاهرة ، ١٢٩٩ .

المجوسي علي بن العباس المجوسي ، الكتاب الملكي – كامل الصناعة الطبية ، طبع بولاق ، جلد ١–٢ ، ١٢٩٤

القفطي جمال الدين علي بن يوسف القفطي ، « تاريخ الحكماء » ، تصحيح **Julius Lippert** ، لايبزغ ، ١٩٠٣ .

حاجي خليفه مصطفى بن عبدالله كاتب جلبي المعروف بـ « حاجي خليفه » ، كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون ، تصحيح يالتقايا و بلكه ، جلد ١–٢ ، استانبول ١٩٤٣/١٣٦٢

٢ ـ المصادر الاوروبية

ديجن و أولمان Rainer Degen und Manfred Ullmann, "Zum Dispensatorium des Sābūr ibn Sahl," *Die Welt des Orients* 7 (1974), 241–258.

Dietrich, Albert, *Medicinalia Arabica*, Göttingen, 1966. (*Abhandlungen der Akademie Medicinalia der Wissenschaften in Göttingen. Philologisch- Historische Klasse. Dritte Folge*, Nr. 66).

سزكين Sezgin, Fuat, *Geschichte des arabischen Schrifttums, Band III: Medizin...*, Leiden/Köln 1970.

استوري Storey, Cyril Ambrose, *Persian Literature, vol. II,2: Medicine*, London 1971.

أولمان Ullmann, Manfred, *Die Medizin im Islam*, Leiden/Köln 1970. (*Handbuch der Orientalistik. Erste Abteilung. Ergänzungsband* VI, 1).

أهمية « الجنيزة » القاهرية لتاريخ الطب

بولس فنتـــون *

ان كلمة « جنيزة » العبرية وهي مشتقة من فعل « جنز » الذي يناظر الفعل العربي « كنز » أو « خزن » تدل على حجرة ملحقة بمعبد ديني تحفظ فيها الكتابات القديمة التي لم تعد صالحة للاستعمال فتحفظ بموضع خاص كما هي العادة لدى الكثير من الطوائف الشرقية. واتخذ مثل هذا الاجراء حتى لا تتعرض الكتابات للتدنيس ، وتعتبر « الجنيزة » القاهرية وهي الملحقة بكنيس الشاميين في الفسطاط فريدة من نوعها اذ تراكم فيها عدد عظيم مـــن المخطوطات إبان فترة تزيد على الف سنة .[١]

ولا تحتوي مجموعة المخطوطات هذه على كتابات دينية يهودية فحسب بل على كتابات أخرى بمختلف اللغات وشتى المواضيع منها ما يخص تاريخ الثقافة العربية الاسلامية كالتآليف العلمية والطبية والتاريخية وعلوم القرآن والحديث والتصوف .[٢]

اكتشفت هذه المجموعة أثر ترميم الكنيس المذكور في أواخر القرن الماضي ووضحت ندرتها وسرعان ما بلغ صيتها اسماع الباحثين الاوربيين فبذلوا جهوداً كثيرة لاقتنائها ، وبالفعل انتقل بعضها الى المكاتب الشهيرة في الغرب . من جملة هذه المخطوطات التي حازتها المكاتب الاروبية هناك مئات من التآليف الطبية التي لم تدرس بعد الاهتمام اللائق من مؤرخي العلوم رغم ان بعضها يعتبر من اقدم المخطوطات العربية في هذا الميدان ، إذ يرجع تاريخ أغلبية هذه المجموعة الى القرنين الخامس والسادس الهجريين .

إن أوسع مجموعة من هذه المخطوطات المنقولة هي تلك التي حازت عليها مكتبة جامعة كمبريدج وهي تتراوح بين صفحات قليلة بقيت من كتب مفقودة ومخطوطات كاملة .

* جامعة كمبريدج

١ – انظر مادة « الجنيزة » في الموسوع الإسلامي مجلد ٢ ص ٩-٩٨٧

٢ – انظر
R. Gottheil, "La Guénizah du Caire et son interêt pour l'histoire des sciences", *Archeion*, 15 (1933), 232-238.

ولقد انتظمت المخطوطات ذات المضمون الطبي في المجموعة المسماة « تيلر شيختر » في كمبريدج في الصناديق الموسومة بالارقام ك ١٤ ، عربي ١١ ، عربي ٣٨ ، ٣٩ ، ٤٠ ، ٤١ ، ٤٢ ، ٤٣ ، ٤٤ ، ٤٥ ، « وسلسلة جديدة » ٩٠ و ٢٢٢ « وسلسلة اضافية » ١٤٤ . ولا يعني هذا ان الصناديق الاخرى خالية من بعضها والحق ان التصنيف التعسفي الذي اتبع في تنظيمها يجعلها بمنأى عن الاهتمام اللائق . لنذكر هنا ان بعض الكتابات جاءت مزوقة في حواشيها عربية المنطوق لكنها دونت بالحرف العبري لتسهيل قراءتها على اليهود كما هي الحال في استعمال الكرشوني عند المسيحيين السريان. ومن المهم ان نذكر أيضاً ان عدد الكتب المدونة بالحروف العربية واللغة العبرية والاسبانيولية وحتى « اليديشية »[٣] ليس بالقليل .

ويشهد المضمون المتنوع في هذه المخطوطات على ان اليهود في العصر الوسيط وجهوا اهتماماً لا ينكر لكافة مناحي المعارف الطبية المعروفة آنذاك ولا غرابة في ذلك حينما نذكر ان كثيراً من اليهود قد قاموا تقليدياً بدور الأطباء في الدول الإسلامية وربما بلغوا في هذا المجال مراتب عالية كما يشهد على ذلك ابن ابي اصيبعة في مواضع عديدة من كتابه « عيون الأنباء »[٤].

وأكثر كتب المجموعة الجامعية هي ترجمات عربية وعبرية لتآليف يونانية قديمة منها « فصول ابو قراط » وشروح عليها « في عمل التشريح » لجالينوس الذي يفتقد الى جزء منه في أصله اليوناني .

لكن الكتابات الطبية العربية ليست قليلة.منها نذكر « فردوس الحكمة » لعلي الطبري و« المنصوري » للرازي ، «القانون» لابن سينا وشذرات عديدة من كتاب « تذكرة الكحالين » لعلي بن عيسى . الى جانب هذا ثمة عشرات من مقالات طبية لأطباء غير معروفين تتناول التشريح ولا سيما البصريات وغير ذلك فضلاً عن المؤلفات الطبية الاولى المدوّنة باللغة العبرية .

ويجدر بنا ان ندرج في هذا الباب أيضاً عدداً ضخماً من الكتابات الثانوية التي لا تكاد تجاريها من حيث الأهمية اية مجموعة اخرى ذات طابع طبي . وتتضمن هذه الكتابات اسئلة

٣ — لهجة المانية قديمة كان يتكلمها اليهود الاوربيون القاطنون في مصر .

٤ — انظر في هذا الموضوع
M. Meyerhof, "Mediaeval Bhysicians in the Near East", *Isis*, 28 (1938), 432-460; M. Perlmann, "Notes on the Bosition of Jewish Physicians in Mediterranean Muslim Countries" *IOS*, 2 (1972), 315-319.

وأجوبة في الطب ، ومعاجم مكرّسة للمصطلح الفني في اللغات التي سبق ذكرهـا ، واقراباذينات ، وكتب الأدوية المفردة وأسماء العقاقير ومترادفاتها ، وكتب وصفات شعبية. الحق اننا لا نستطيع تقييم جميع هذه المخطوطات كمنطلق لتحقيق نصوصها تحقيقاً علمياً لأن بعضها ربما يكون اقدم الروايات لنصوص مهمة بيد أنها في أحيان اخرى تبدو مكتوبة بيد مؤلفيها انفسهم كما هو الحال بمخطوط رقم عربي صندوق ٤٤ صفحة ٧٩ « مقالة في الجماع » التي ألّفها الفيلسوف والطبيب الشهير موسى بن ميمون الاسرائيلي من أجل السلطان عمر بن الأفضل نور الدين مكتوبة بخط يده. وهناك غيرها مثل مختصراته لمقالات جالينوس (مخطوم عربي صندوق ٢١ صفحة ١١٢) التي ذكرها ابن ابي اصيبعة واعتبرت مفقودة حتى تمّ اكتشافها في «الجنيزة».

وعلاوة على ذلك تمثل بعض هذه المخطوطات القيمة النسخ الوحيدة التي وصلتنا من تآليف طبية غابت عن صفحات التاريخ ولم يذكر لها اية نسخ اخرى حتى الآن ، مثل مخطوط رقم عربي ٤٣ صفحة ١٥٤ « قواعد الحجامة » للشيخ فيصل الرشيد ، وعربي ٤٣ رقم ١٧٨ « المقالة في السوداء المسماة الميلانخوليا » لاسطيفان بن باصل ومخطوط عربي ٤٣ رقم ٢٥٠ بالإضافة الى « سلسلة جديدة » صندوق ٣٠٥ رقم ١١٧ صفحات من « شرح دنيال بن يشعيا الطبيب على كتاب تذكرة الكحالين » وهذا الشرح فريد من نوعه . وما من حاجة الى الحاح أكثر على أهمية هذه المخطوطات لدى الشروع في كتابة تأريخ الطب العربي في العصور الذهبية ولنتساءل هنا كم من أسماء تآليف ومؤلفين لم تعد تعيها ذاكرة التأريخ قد يكتشفها بحث نصوص « الجنيزة » ودراستها. ومما يجدر ذكره هنا ان شذرات فهارس المخطوطات وختاماتها تكون كنزاً عظيماً لمعلومات نفيسة تتصل بمحتويات كتب تعتبر مفقودة اليوم ، كما تتصل بأسماء مؤلفين لا نكاد نعرف عنهم شيئاً ، وتواريخ كتاباتهم مثلما نجده في مخطوط عربي ٤٢ رقم ٧٦ وهو الصفحة الأولى من مجموع كان يتضمن « كتاب الصداع » لابن مسويه « وكتاب الفصد والحجامة » له أيضاً بالإضافة الى « رسالة جبرائيل بن بختشوع الى المأمون فيما يدبر به نفسه » ولم يرد ذكر لجميع هذه الكتب في أي مصدر آخر .

وتتميز هذه المجموعة عن غيرها باحتوائها على عدد غير يسير من المستندات المتعلقة بممارسة الطبيب اليومية° ومع انها ليست ذات مضمون علمي بالمعنى الدقيق لكنها مصدر

٥ — قد دل على اتساع مجالها الدكتور س. د. جويتين في مقاله
"The Medical Brofession in the light of the Cairo Genizah Documents". *HUCA* 34, (1963), 177-194.
وفي كتابه *A Mediterranean Society* (Los Angeles; 1971), vol. II, 240-272.

مهم لا غنى عنه بالنسبة الى المهتمين بتأريخ الطب الاجتماعي .

ومن الممكن ان ندخل في هذا الباب ما نجده في بعض هذه المستندات من المراسلات الخاصة تستفتيء فيها أو تطالب النصائح الطبية ، أو قوائم كتب طبية ومكاتبات اطباء[٦] معروضة للبيع تنتظم تفاصيل عن مصادر المعرفة الطبية ومدى اتساعها في عهد معين ، وثمة أيضاً قوائم عقاقير واثمانها ، وحسابات الأطباء ومداخيلهم ، وهي كلها تفيد في اضاءة الناحية الاقتصادية للمهنة . وهناك أيضاً كراسات وملاحظات وتعليقات للمتطببين التي تزودنا بتفاصيل عن الدروس التي كانوا يتعاطونها والفنون التي كانوا يمارسونها ولا تتعلق هـذه المستندات كما يبدو بمصر فحسب ، بل انها تخص في بعض الأحيان افراداً من بلدان نائية كالأندلس والهند وتعطينا بالتالي صورة ملموسة وحية عن الاجراءات التي تلتزم في الاستشفاء في مناطق شتى من حيث المكان والزمان . ولكن قبل ان نستطيع أن نقوّم هذا الكنز العلمي وقبل ان نتمكن من توظيفه في الدراسة العلمية يجب القيام بعمل تمهيدي طويل يستلزم قراءة النصوص وتدقيقها ومقابلة النسخ وتمحيصها وما زال هذا العمل ينتظر الباحثين المواظبين في هذا المضمار ومن يقدر على التكهن بمدى تأثير ما قد نفيده في توضيح التطور العلمي آنذاك بعد عمليات التحقيق والتوثيق الأساسية .

٦ — قد درس بعض هذه القوائم عند
W. Bacher, "La bibliothèque d'un médicin juif", *REJ*, 40 (1900), 55-61; E. Worman, *JQR*, 20 (1907), 460-463; D. Baneth, "A doctor's library in Egypt at the time of Maimonides", *Tarbiz*, 30 (1960), 171-185. *Isis*, 28 (1938), 432-460.

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

تقسيم ابن سينا للعلوم في « المدخل » من « الشفاء »

ميخائيل مرمورة

لقد عالج ابن سينا موضوع اقسام العلوم في عدة اماكن من كتاباته ، منها رسالته المسماة « في اقسام العلوم العقلية »[١] ، ومنها ايضاً ما ذكره في الكتاب الاول من « الالهيات » من « الشفاء » ، خاصة في الفصل الاول[٢] . ومما لا شك فيه ان « المدخل » من اجزاء « المنطق » من « الشفاء » يتضمن بحثاً من أهم بحوثه في هذا الموضوع ، اذ افرد ابن سينا له فيه فصلاً خاصاً ، هو الفصل الثاني من الكتاب الاول ؛ وسماه : « فصل في التنبيه عن العلوم والمنطق »[٣] .

ويكوّن هذا الفصل مقدمة موجزة لا لمنطق ابن سينا فحسب ، بل لفلسفته بوجه عام ، ذلك ان القسم الاكبر من الفصل يختص بتقسيم العلوم الفلسفية النظرية والعملية . وكون هذا التقسيم تمهيداً ضرورياً لبحث ابن سينا في القسم الاخير من الفصل لموضع المنطق بين العلوم

١ — ابن سينا « تسع رسائل في الحكمة والطبيعيات » (القاهرة ، ١٩٠٨) ، ص ص ١٠٤ — ١١٨ .

٢ — ابن سينا ، « الشفاء . الإلهيات » ، تحقيق الأساتذة الأب قنواتي وسليمان دنيا وسعيد زايد ، بمراجعة الدكتور ابراهيم مدكور (القاهرة ، ١٩٦٠) ، ص ص ، ٣ — ٩ .

٣ — ابن سينا ، « المنطق ١ — المدخل » ، تحقيق الأساتذة الأب قنواتي ومحمود الخضيري وفؤاد الأهواني ، بمراجعة الدكتور ابراهيم مدكور (القاهرة ، ١٩٥٣) ، ص ص ، ١٢ — ١٦ .

لا يناقض ما قلناه . والمعيار الذي يتخذه ابن سينا في تقسيمه للعلوم معيار فلسفي محض قد نسميه « المكانة الوجودية للمعلومات » .

فالمعلومات النظرية عند ابن سينا هي الامور التي « ليس وجودها باختيارنا وفعلنا » بيد ان المعلومات العملية هي « اشياء وجودها باختيارنا وفعلنا »[٤] . فالتمييز هنا مبني على أساس وجود أو عدم وجود المعلومات مستقلة عن فعلنا واختيارنا . كذلك تقسيمه للعلوم النظرية إلى إلهية ، وطبيعية ، ورياضية ، فهو مبني على وجود هذه المعلومات اما غير مخالطة للحركة والمادة أو مخالطة لها وعلى وجه وكيفية وجود هذه المخالطة أو عدم وجودها .

فهناك حسب قوله موجودات مثل « العقل والباري » لا تخالط الحركة والمادة ضرورةً والعلم الذي يتناول هذه الموجودات هو العلم الالهي . ثم هناك موجودات تخالط المادة والحركة ضرورة . وهذه تنقسم الى قسمين ، قسم لا يتجرّد عن مادة نوعية معيّنة ، وهذه هي الموجودات التي يتناولها العلم الطبيعي ، وقسم قد يتجرّد عن مادة نوعية معينة ولكن يجب ان يقارن بمادة ما ، والموجودات التي تنتمي للقسم الثاني يتناولها العلم الرياضي .

وهناك أيضاً امور يمكن ان تخالط المادة والحركة ويمكن اعتبارها بذاتها ، بما هي هي ، مجرّدة عن المادة والحركة . وهذه امور « مثل الهوية والوحدة والكثرة والعلية »[٥] . فإذا اعتبرت في حد ذاتها مجرّدة عن المادة والحركة فهي أمور يتناولها العلم الالهي . وان اعتبرت مقارنة للمادة ، فان كانت مقارنتها لمادة نوعية معينة ، تناولها العلم الطبيعي ، وان كانت مقارنتها لمادّة ما ، لا لمادة نوعية معيّنة ، فهي امور يتناولها العلم الرياضي .

وبعد ان يقسّم ابن سينا الفلسفة العملية الى علوم ثلاثة ، هي العلم السياسي وعلم تدبير المنزل وعلم الاخلاق ، يشرع في البحث في مسألة مكانة المنطق بين العلوم . فهل المنطق قسم من الفلسفة ام هو آلة ، لا غير ، تُستعمل في الفلسفة ؟

يبدأ ابن سينا بقوله ان ماهيات الاشياء قد توجد في الأعيان وقــد توجد في التصوّر . « فيكون لها اعتبارات ثلاثة : اعتبار الماهية بما هي تلك الماهية غير مضافة الى احد الوجودين، واعتبار لها من حيث هي في الأعيان ... واعتبار لها من حيث هي في التصور . »[٦] ونلاحظ

٤ – المدخل ، ص . ١٢ .
٥ – المدخل ، ص . ١٣ .
٦ – المدخل ، ص . ١٥ .

ان هذه الاعتبارات مبنية على نظرية ابن سينا التي تُفرِّق بين ماهيات الاشياء المسببة وبين اثباتها أو وجودها . فالوجود المسبب غير الماهية ولا يدخل في حدّها . ولذا نستطيع أن نعتبر الماهية من حيث هي ماهية فقط ولا يكون للوجود دخل في هذا الاعتبار . والمنطق يشابه الماهية من حيث انه يعتبر في حدّ ذاته دون الالتفات الى الوجود ، عيناً كان أو ذهناً .

نعم ، المنطق يتناول الامور التي هي في التصور ، أي في الذهن ، والتي ليس لها وجود خارج الذهن ، وان كان لها دلالة للاشياء الموجودة في الأعيان . ولكنه يتناول هذه الأمور لا من حيث انها موجودة في الذهن ولها علاقة بالموجودات خارج الذهن ، بل من حيث انها أمور مركبة من موضوع ومحمول ومن مقدمات ومن حدود كبرى وصغرى ووسطى ، وهكذا[٧] . فالمنطق اعتبار لهذه الامور من حيث كونها محمولات وموضوعات وكليات وجزئيات ومن حيث تراكيبها المنطقية ، لا من حيث وجودها في الاذهان أو من حيث علاقتها بموجودات في الاعيان . فهذا العلم ليس « نظراً في الامور من حيث هي موجودة أحد الوجودين المذكورين »[٨] ، أي الوجود الذهني والوجود في الاعيان .

وعلى أساس هذا التحليل يجد ابن سينا جوابه لمسألة مكانة المنطق بين العلوم فيقول :

« فمن تكون الفلسفة عنده متناولة للبحث عن الاشياء من حيث هي موجودة ، ومنقسمة الى الوجودين المذكورين ، فلا يكون هذا العلم عنده جزءاً من الفلسفة ؛ ومن حيث هو نافع في ذلك فيكون عنده آلة في الفلسفة ؛ ومن تكون الفلسفة عنده متناولة لكلّ بحث نظري ، ومن كل وجه ، يكون ايضاً هذا عنده جزءاً من الفلسفة وآلة لسائر اجزاء الفلسفة . »[٩]

وهكذا نرى ان الخلاف في هذه المسألة بالنسبة لابن سينا خلاف لفظي يتوقف على كيفية تحديدنا للفلسفة .

٧ – المدخل ، ص ص ، ١٥ ، ١٦ ، ٢٢ .
٨ – المدخل ، ص . ١٥
٩ – المدخل ص ص . ١٥ – ١٦ .

شرح مجهول المؤلف لكليات ابن سينا

فريد سامي حداد

وهو مخطوط يشرح كليات ابن سينا كتب في القرن الثامن لم نوفق لمعرفة كاتبه بعد .

توجد من المخطوط نسختان الاولى في مكتبة المرحوم الدكتور سامي ابراهيم حداد التذكارية في بيروت والثانية في معهد ولكم في لندن رقم الاولى ٧٤ ورقم الثانية ١٧٥ . لم تذكر المراجع الموجودة لدينا هذا الكتاب . تقع نسخة لندن في ٣٥٧ ورقة مؤرخ في سنة ٨٠٠ أما نسختنا فتقع في ٢٩٣ ورقة وهي ناقصة الآخر تحتوي على الفنين الاول والثاني ونصف الفن الثالث فقط وينقصها نصف الفن الثالث والفن الرابع . ولا يوجد عليها تاريخ يدل على نسخها .

أما المؤلف فبقي مجهولا ، نعرف عنه الامور التالية فقط :

١) ابتدأ في تحصيل العلوم الطبية قبل بلوغه العشرين كما يقول في مقدمة الكتاب (راجع الورقة الاولى من مخطوطنا) .

٢) له كتاب ثاني في الادوية المفردة يذكرها في خاتمة ابراز المكنونات (راجع نسخة ولكم للورقة ٣٥٧) .

٣) بلغ السبعين من العمر عندما كتب ابراز المكنونات في اظهار الكليات (راجع الورقة الاولى من مخطوطنا) .

٤) يذكر قطب الدين محمود بن مسعود الشيرازي (راجع الورقة الاولى والورقة العاشرة من مخطوطنا) .

٥) كتب المؤلف الكتاب للسلطان معز الدين كرت وهو من سلاطين هراة حكمها من سنة ٧٣٢ الى سنة ٧٧٢ هـ .

جدول القبلة المنسوب للخازني

ريتشارد لورتش

يشمل كتاب « نزهة القلوب » للقزويني على « جدول قبله » (لايجاد اتجاه مكة المكرمة) وينسب هذا الجدول للخازني . والجدول ٢٠×٢٠ عدد ويعطي اتجاه القبلة كبعد زاوي من الجنوب للاماكن التي تقع على خطي طول وعرض يختلفان عن موقع مكة بدرجات كاملة تتراوح بين ١ و ٢٠ درجة . لا يمكن استخراج الجدول بأي من الطرق الصحيحة لاستخراج القبلة . كذلك لا نستطيع التوصل اليها بأي من الطريقتين التقريبيتين المعروفتين :

$$\tan q = \frac{\sin \Delta L}{\sin \Delta\varphi} \cdot \frac{\cos \varphi_M}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_M \sin^2 \Delta L}}$$

لذلك نقترح طريقة تقريبية تنطبق على الجدول الى حد بعيد . أما الجدول نفسه فقد أصابه تشويه بسبب النقل ومرور الزمن . لكي نتوصل الى النتائج المدرجة اعلاه استعملنا طرقاً معدلة .



ثلاث وصفات في المخطوطة الشرقية رقم ٢١٥ بالمكتبة المديشية اللاورنزية بفيرنزه (إيطاليا)

أمادور دياث غارسيا

في المخطوطة رقم ٢١٥ بالمكتبة المديشية اللاورنزية بفيرنزه بين الصفحتين ١٢٤ ظ و ١٢٥ ظ توجد ثلاث وصفات اثنتان منها منسوبتان إلى اسحاق بن عمران الطبيب البغدادي المشهور الذي عاش في القرن التاسع الميلادي (القرن الثالث الهجري) وتلقّب بـ « سم ساعة » واستدعاه إلى القيروان الملك زيادة الله بن الأغلب الثالث(٢٩٠–٢٩٦هـ / ٩٠٣ – ٩٠٧م) حيث عالجه من داء المالنخوليا. وفي سنة ٢٩٦ هـ / ٩٠٧ م اغتيل بأمر الملك المذكور .

لقد وضع ابن عمران مؤلفات كثيرة أهمها مقالته في المالنخوليا التي ترجمها إلى اللغة اللاتينية قسطنطينوس الإفريقي ، وترجمها بعد ذلك إلى اللغة اللاتينية أيضاً روفوس في عام ١٥٣٦ م .

من بين مؤلفاته نذكر هنا رسالته في **حفظ الصحة وكتاب الثمار** ، مجموعة مختصرات لبعض كتب جالينوس و**العنصر والتمام** في الأدوية ، ذكره ابن البيطار في كتابه الجامع في الادوية المفردة ، **وكتاب في الفصد وكتاب في النبض** .

أمّا الوصفة الثالثة فهي منسوبة إلى إبقراط .

أقدّم في هذه المقالة النصّ العربي وترجمته إلى اللغة الإنكليزية والملاحظات والتعاليق للترجمة وقائمة المراجع والمصادر مع الاختصارات المستعملة في هذا البحث ، وأخيراً أعرض قائمة المصطلحات العربية الفنية الواردة في المخطوطة .

الكرة التي تدور بذاتها

ريتشارد لورتش

كتب الخازني وصفه لـ « الكرة التي تدور بذاتها » قبل ان يكتب « الزج » و « ميزان الحكمة » ، اي في العقد الاول من القرن الثاني عشر الميلادي . أما الكرة المخطوط عليها الدوائر السماوية المعتادة فتتكون من آلة ذاتية الحركة وجهاز ذات الكرسي ، وهو جهاز يشابه الاسطرلاب في وظيفته ، يختلف عنه في كونه ذا ثلاثة ابعاد . أما محرك الآلة فمكون من قطعة رصاص (الاسرب) موضوعة على كمية من الرمل (خزانة الرمل) تتسرب تدريجياً من أسفل الاسطوانة التي تحتويها فتسحب الرصاص الى الأسفل تدريجياً . والرصاص بدوره مربوط بخيط يرتبط بطرفه الآخر بآلات (الحلقة والمدير) لتحرك الكرة بحسب هبوط الرصاص الى الاسفل . وينسب محمد بن يوسف الخوارزمي (القرن العاشر م.) هذا المحرك لايرن الاسكندري . بعد مقارنة هذا الجهاز بأجهزة مماثلة في الصين ، نقترح تاريخ هذا الجهاز في زمن الاغريق ونشير الى بابس (٣٠٠ م) وبروقلس (القرن الخامس م.) لتثبيت هذا التأصيل . نضيف أيضاً أوصافاً اخرى للكرة من اجل التوضيح ، وبالذات نخص وصف المراكشي (القرن الثالث عشر ؟) لها بالتفصيل . بعد النص والترجمة الانجليزية نقدم شرحنا الذي يعالج المقاييس وأشياء اخرى .

المشاركون في العدد

فريد سامي حداد : هو طبيب في مستشفى عُبيد في الرياض . بالاضافة الى مقالاته العديدة في علم المجاري البولية ، فقد قام أيضاً بنشر عدة مقالات في تاريخ الطب . وعنده مكتبة مخطوطات كان قد بدأ بجمعها والده .

بوريس أ. روزنفلد : مؤرخ سوفياتي رائد في تاريخ العلوم العربية . فلقد شارك في كتابة كتاب سيأخذ مكان الكتاب البيبليوغرافي المعروف لسوتر الذي نشر سنة ١٩٠٠ م. وذلك الكتاب تحت الطبع

لوتز ريختر– برنبورغ : هو باحث مجاز من قسم الدراسات العربية في جامعة كوتينغن (جمهورية المانيا الاتحادية) . وقد التحق حديثاً بمعهد التراث العربي العلمي للتدريس والبحث في تاريخ الطب العربي وفي تاريخ بلاد الشام في العصور الوسطى .

عبد الحميد صبرة : هو استاذ لتاريخ العلوم العربية في جامعة هارفرد ، وقد اشتغل في تاريخ الهندسة وأسس الرياضيات . يشتغل حالياً على تحقيق كتاب « المناظر » لابن الهيثم .

جورج صليبا: هو استاذ في قسم لغات وحضارة الشرق الاوسط ، جامعة كولومبيا ، نيويورك . يشمل مجال بحثه على المؤلفات العربية والسريانية في علم الفلك . ولقد قام حديثاً بنشر عدة مقالات عن النظم الفلكية غير البطلميوسية .

امادور دياث غارسيا : هو استاذ في اللغة العربية ، في جامعة غرناطة (اسبانيا) . موضوع بحثه الرئيسي تاريخ الطب والصيدلة عند العرب ، كما يهتم بدراسة اللهجة العربية الاسبانية .

بولس فنتون : يهتم بشكل رئيسي بدراسة الفلسفة العربية في العصر الوسيط وبالذات الافلاطونية العربية وتاريخ العلوم .

ريتشارد لورتش : التحق حديثاً بهيئة الباحثين في معهد التراث العلمي العربي بعد انهاء سنتين كباحث في معهد الاسكندر فون هومبولت – ستيفتنغ . يهتم بشكل رئيسي بتاريخ الرياضيات والفلك .

ميخائيل مرموره : هو رئيس قسم الدراسات الشرق أوسطية والإسلامية في جامعة تورونتو (كندا) ، ولقد نشر كثيراً عن الفلسفة وعلم الكلام في الاسلام ، وبشكل خاص عن ابن سينا .

لاريسا ج. يتسيها : محاضرة رياضيات في معهد اذربيجان التعليمي في باكو . تتناول مقالاتها الأعمال الرياضية لعدد من علماء العصور الوسطى .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ – تقديم نسختين من كل بحث أو مقال الى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الاسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات الى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ – ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكناً وإلا باللغة العربية .

٢ – طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار اليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضا ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ – بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب – أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج – أما إذا أشير الى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة الى أرقام الصفحات

أمثلة :

أ – المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب – عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية. مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣.

ج – المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

مجلة تاريخ العلوم العربية

فهرس المجلد الرابع

العدد الأول 1-236 | العدد الثاني 237-412

— ١٩٨٠ —

Index to Vol. 4

Journal for the History of Arabic Science 1980

Pagination according to numbers

No. 1, 1-236 No. 2, 237-

أعمال تحت الطبع

— **الساعات المائية العربية :** للدكتور دونالد هيل (بالانكليزية)
نظرة شاملة وعلمية حديثة في تقيم الساعات المائية التي ظهرت خلال العصور الوسطى .

— **كتاب الحيل لبني موسى :** تحقيق الدكتور احمد يوسف الحسن (بالعربية)
تحقيق ونشر النص العربي الكامل لكتاب الحيل لبني موسى ، ومعلوم أن كتاب الحيل موجود في عدد محدود من المخطوطات وان هذه المخطوطات تكمل بعضها . وتدعو الحاجة الى نص عربي كامل بعد ظهور الترجمة الانكليزية الكاملة لهذا الكتاب .

— **دراسات في العلوم الدقيقة عند العرب والمسلمين :** للدكتور ادوار كندي (بالانكليزية)
مجموعة من المقالات ظهرت بين عامي ١٩٤٧ و ١٩٧٧ حول موضوعات عديدة كالرياضيات والفلك والآلات الفلكية والعلماء الرياضيين في العصور الوسطى كتبها الدكتور ادوار كندي وطلابه .

— **كتاب الجبر والمقابلة لعمر الخيام** (بالعربية والفرنسية)
تحقيق وترجمة وتعليق الدكتور رشدي راشد والسيد احمد جبار
بحثان كتبهما شاعر ورياضي في القرن الحادي عشر أحدهما يتضمن معالجة عامة ومعروفة لمعادلة الدرجة الثالثة ، والآخر غير معروف غالباً و. ويبحث في تقسيم مربع الدائرة .

— **دليل الباحثين في تاريخ العلوم عند العرب والمسلمين** (بالعربية والانكليزية)
وهو يشمل على اسماء معظم الباحثين في تاريخ العلوم العربية والاسلامية وقد بلغ عددهم السبعة والاربعين والمائتين مع نبذة عن حياتهم وما صنفوه في تاريخ العلوم العربية من كتب ومقالات وما قاموا به من ابحاث كان لها شأن في تبيان عظيم دور العرب وكبير فضلهم .

— **مراسم الانتساب في معالم الحساب** (بالعربية)
تحقيق الدكتور أحمد سليم سعيدان
وهو يشمل تعريف لصور الارقام ومراتبها ، ثم يتناول عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة والجذور التربيعية ،على الأعداد الصحيحة ثم ينتقل الى الكسور فيعالج كيف تجري هذه العمليات عليها ، ثم يبحث في النسبة والتناسب ومن ذلك ينتقل إلى الجبر والمقابلة .

توجه المراسلات الى :

جامعة حلب — معهد التراث العلمي العربي
حلب — سورية

The Institute for the History of Arabic Science announces the forthcoming publication of the following:

Arabic Water Clocks by D. Hill

A general survey of present knowledge on medieval water clocks by the well-known English engineer and scholar Donald Hill. (Spring 1981)

Banū Mūsa: The Books of Ingenious Devices (Kitāb al-Ḥiyal edited by A.Y. Al-Hassan

A critical edition of the three known copies of this technological book by the 9th century family of scientist engineers Banū Mūsa Ibn Shākir al-Munajjim. (Dec. 1980)

Studies in the Arabic-Islamic Exact Sciences by E. S. Kennedy

A reprint of articles appearing between 1947 and 1977 on such subjects as mathematical astronomy, astronomical instruments and mathematics and medieval mathematicians by Kennedy and students at the American University of Beirut. (Spring 1981)

Omar Khayyām: L'Oeuvre Algébrique d'al-Khayyām, translation and commentary by R. Rashed and A. Jabbar

Two treatises by the 11th century mathematician-poet; one the well-known general treatment of the cubic equation and the second, almost unknown, treatise on the division of the quadrant. (Spring 1981)

Directory of Historians of Arabic Science edited by S. K. Hamarneh

A world-wide guide containing short biographies and abbreviated bibliography of historians of Arabic sciences and related fields. (Nov. 1980)

Direct all inquiries to:
Institute for the History of Arabic Science
University of Aleppo
Aleppo, Syria

اعـــــــــلان

طلب مدرسين لمعهد التراث العلمي العربي
في جامعة حلب ـ حلب ـ سورية
للعام الدراسي ١٩٨٢/٨١

يعلن معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب عن حاجته لمدرسين لتدريس المواد التالية :

١ ــ تاريخ الحضارة .
٢ ــ المنهج التاريخي والمراجع والمخطوطات .
٣ ــ تاريخ العلوم الأساسية .
٤ ــ تاريخ العلوم الطبية .
٥ ــ تاريخ العلوم التطبيقية .
٦ ــ العلم والمجتمع .

ويشترط في المتقدم ما يلي :

ــ حصوله على شهادة دكتوراه

ــ وله خبرة سابقة في تدريس تاريخ العلوم وله دراسات وأبحاث منشورة في مجال تاريخ العلوم العربية أيضاً .

يفضل من يستطيع التدريس باللغة العربية .

ــ يحدد الراتب على أساس سنوات الخبرة والمرتبة التي حصل اليها المتقدم .

ولمزيد من المعلومات ولتقديم الأوراق الثبوتية يرجى الكتابة الى العنوان التالي :

الدكتور خالد ماغوط
وكيل جامعة حلب للشؤون العلمية
معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب ــ حلب
الجمهورية العربية السورية

TEACHING POSITIONS AVAILABLE AT THE

Institute for the History of Arabic Science

University of Aleppo, Aleppo, Syria

Academic Year 1981-82.

Subjects: History of Civilization
Historical Methods, Sources & Manuscripts
History of the Exact Sciences
History of Medicine & the Life Sciences
History of Technology
Science and Society

Candidates: Should be holders of a Ph.D. Degree with experience in teaching the history of science, with published research in the history of Arabic science, and preferably able to teach in Arabic.

Salary: Depends upon the appointee's qualifications and experience.

Address inquiries to:
Dr. Khaled Maghout
Vice-President for Academic Affairs
Institute for the History of Arabic Science
University of Aleppo
Aleppo, Syrian Arab Republic

sion to Islam had apparently taken place some time previously, ᶜAlī remained loyal to his *majūsī* origins. A certain religious indifference is also betrayed by his *apologia* for medicine. ᶜAlī received a careful education in Arabic letters and became the pupil of an eminent teacher of medicine, a. Māhir Mūsā b. Sayyār, to whom he owed access to a. Bakr ar-Rāzī's *Kitāb al-Ḥāwī*, obviously a rare and precious book at the time, and to whom ᶜAlī remained bound in gratitude. He dedicated his first literary effort, *al-Malakī – kāmil al-ṣināᶜa al-ṭibbīya* (*sic*), to the 'powerful king' (*al-malik al-jalīl*) ᶜAḍud al-Daula and presented it to his library. On the basis of this information it is possible to date the composition of ᶜAlī's book to within the four years between A.H. 363 and 367: since ᶜAḍud al-Daula did not assume the title of king before 363 but was granted a second *laqab*, Tāj al-Milla, in 367, al-Majūsī can only have presented his book to him in this period. (Incidentally, al-Khuwārizmī's *Mafātīḥ al-ᶜulūm* is here dated on similar grounds to within the years A.H. 365 and 372). Some time later, after ᶜAḍud al-Daula's death in Shaᶜbān 372, al-Majūsī had his book circulated among the general public.

In the concluding portion of the study, a number of medical writings of the first hundred years after al-Majūsī are examined for possible gleanings from his work. The somewhat surprising result is that in Eastern Iran *al-Malakī* appears to have been almost unknown, whereas in Baghdad and the Maghrib it quickly gained recognition, as witness the anonymous version of Sābūr b. Sahl's *Aqrābādhīn* (MS Munich Ar. 808/2) and Constantine the African's Latin translation.

in the Leiden manuscript, that Avicenna had access to the earlier Ḥajjāj version. But this does not mean that he did not also use other versions. Comparing the number of propositions in the various books contained in Avicenna's *Geometry* with their corresponding number in al-Ḥajjāj and in Isḥāq-Thābit suggests that Avicenna did not adhere to any one version. This agrees with his own description of his task in composing the *Geometry* as one of emendation as well as summary. And, although it is already clear that Avicenna's effort as a reviser of the *Elements* falls short of those of, say, al-Ṭūsī or al-Maghribī, an exact assessment of the nature and the sources of his composition will have to await the results of further research on the extant translations of the *Elements*. Such research is now under way at Harvard University where critical editions of the Arabic Euclid are being prepared (by John Engroff and Gregg de Young) on the basis of all available manuscripts.

Observations on al-Majūsī, the author of *Liber Regius*

LUTZ RICHTER-BERNBURG

In spite of the fame of *al-Malakī – kāmil al-ṣināʿa al-ṭibbiya*, hardly anything is known about its author, ʿAlī b. al-ʿAbbās al-Majūsī, including the dates of his birth and death. An examination of the 'biographical' accounts of him in the Arabic sources shows that they are merely rephrased versions of the introductory paragraph to his own book. Any study of his life will thus have to start from there. The only information not gleaned from the *Malakī* itself is the date of his death, 384/994, which Ḥājjī Khalīfa quotes from an unknown source in his *Kashf al-ẓunūn*; although it is not supported by any other evidence, it can at least serve as a reasonable approximation.

The silence of the biographical sources, which were mostly Baghdad-based, on al-Majūsī is here contrasted with the wealth of information which, e.g., al-Qifṭī provides on Baghdādī physicians of the Būyid period. We may conclude that al-Majūsī spent most if not all his life outside Baghdad and the Sawād. Since he served ʿAḍud al-Daula, who resided in Shīrāz as governor of Fārs, this province may lay the best claim to have been al-Majūsī's home. As a practising physician, he may well have been employed at one of the two known hospitals in ʿAḍud al-Daula's domain, which were located at Iṣfahān and Shīrāz.

From the introduction to *al-Malakī* the following references to al-Majūsī's life can be gathered. At an unknown date, he was born into a family of Zoroastrian background that had settled in the district of Arrajān. Although conver-

SUMMARIES OF ARABIC ARTICLES IN THIS ISSUE

The Sources of Avicenna's *Geometry*

A. I. Sabra

The last major part (*jumla*) of Avicenna's famous philosophical *summa*, known as *Kitāb al-Shifā'*, consists of four mathematical sections (*fanns*) that deal, respectively, with elementary geometry, arithmetic, music and astronomy. None of these sections was included in Latin versions of *al-Shifā'*, but they all figure in a number of Arabic manuscripts of this influential work. The *Geometry* (*Uṣūl al-handasa*) was first published in Cairo in 1977 in an edition prepared by the present writer and completed by the late ʿAbd al-Ḥamīd Luṭfī. This task was undertaken as part of the project initiated in Cairo in 1952, and which is still in progress, of producing a new critical edition of the whole of *Kitāb al-Shifā'*.

The *Geometry* is a summary of the thirteen books of Euclid's *Elements*, and of the so-called books XIV and XV, which includes all the propositions and their proofs in abbreviated form. I had completed an edition of the thirteen books on the basis of five manuscripts when I had to return their photographs to the Editor-in-Chief before leaving Alexandria for London in 1961. When I later submitted my manuscript from London it lacked the geometrical diagrams and the text of books XIV and XV. Mr. Luṭfī added the diagrams and the text of these two books (pp. 433-448 in the edition). The printer seems, however, to have lost the text of books XI-XIII and the notes to the Introduction which I had written for the whole volume. So Mr. Luṭfī was asked to supply a new text of these three books (pp. 375-429), and the Introduction was printed without the footnotes. And, said the Editor-in-Chief in his Preface, it was not possible to let me see the proofs. That Introduction is here reprinted with the notes.

The question of the sources of Avicenna's *Geometry* is discussed with reference to what is known regarding the earlier Arabic versions of the *Elements*, particularly those attributed to al-Ḥajjāj ibn Maṭar, Isḥāq ibn Ḥunayn and Thābit ibn Qurra. Al-Ḥajjāj is known to have made two translations of the *Elements*, one during the reign of Hārūn al-Rashīd and the other for al-Ma'mūn. The first is not extant, and of the second only six books have survived in a unique manuscript in Leiden. There are many copies of Isḥāq's translation as revised by Thābit. It would appear from information yielded by Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's Recension (*Taḥrīr*) of the *Elements*, and from certain marginal notes

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a summary in Arabic, if possible, about a third the length of the original. Otherwise let us have a summary in the language of the paper.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necaci Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the ollowing system is recommended:

'	a	b	t	th	j	ḥ	kh	d	dh	r	z	s	sh	
ء	أ	ب	ت	ث	ج	ح	خ	د	ذ	ر	ز	س	ش	
ṣ	ḍ	ṭ	ẓ	ᶜ	gh	f	q	k	l	m	n	h	w	y
ص	ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق	ك	ل	م	ن	ه	و	ي

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters , *ī*, *ū*.

The diphthong *aw* is used for أو and *ay* for أي .

NOTES ON CONTRIBUTORS

Amador Diaz Garcia is a professor of Arabic language at the University of Granada (Spain). His main research field is the history of Arabic medicine and pharmacy, and the Spanish Arabic dialect.

Paul B. Fenton has as a main interest the study of Arabic medieval philosophy, in particular Arabic Neoplatonism and the history of science and the pseudo-sciences. He is currently preparing a new edition of the *Theology of Aristotle*, based on Genizah material.

Farid Sami Haddad is a surgeon at the Ubayd Hospital in Riyadh. His numerous publications are predominantly in the field of urology, but include several on the history of medicine. His father, also a surgeon, started the manuscript collection that bears his name.

Richard Lorch has recently joined the staff of the Institute for the History of Arabic Science, having spent two years in Munich as a fellow of the Alexander von Humboldt-Stiftung. His interests are principally the history of mathematics and astronomy.

Michael E. Marmura is Chairman of the Department of Middle East and Islamic Studies in the University of Toronto (Canada). He has published extensively on Islamic philosophy and theology and in particular has written several articles on Ibn Sina.

Lutz Richter-Bernburg is on leave of absence from the Seminar für Arabistik, Georg-August University, Göttingen (West Germany). He has recently joined the Institute for the History of Arabic Science for teaching and research in Islamic medical history and in the medieval history of Bilād al-Shām.

Boris A. Rosenfeld is a leading Soviet historian of Arabic science. He has collaborated on a book, now in press, which should displace the classical bibliographical work of Suter, published in 1900.

Abdelhamid I. Sabra, Professor of the History of Arabic Science at Harvard, has worked in the foundations of mathematics and the history of geometry. A current project is a critical edition of Ibn al-Haytham's optics.

George Saliba is a professor at the Department of Middle East Languages & Cultures, Columbia University, New York. His interests include Arabic and Syriac writings on astronomy. Inter alia he has recently published papers on non-Ptolemaic planetary systems.

Larissa G. Utseha is a lecturer in mathematics at the Azerbayjan Pedagogical Institute at Baku. Her publications discuss the mathematics of various medieval scientists.

RECENT HARVARD DISSERATIONS IN THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

A. I. Sabra, Professor of the History of Arabic Science at Harvard University, has supervised the following recent Ph. D. dissertations:

The Place of al-Suyūṭī's al-Hay'at al-Saniyya fī al-Hay'at al-Sunniyya. January, 1978, by Anton Michael Heinen. A study of a set of "traditional" or purportedly "Islamic" views of the world that came to be known as *al-hay'a al-sunniyya*, to distinguish it from the "scientific" astronomy that came to Islam from the ancients (Greeks, Indians, etc.). The study includes an edition and English translation of al-Suyūṭī's treatise, with commentaries.

Ibn al-Haytham's Hay'at al-ʿālam, by Yitzhak T. Langermann. May 1979. Ibn al-Haytham's treatise *On the Configuration of the World* presents a picture of the universe in terms of the solid spherical bodies that, in his view and in the view of most astronomers of his time, produce the motions described in the *Almagest*. The dissertation includes a critical edition of the Arabic text (with collations of the Hebrew and Latin versions) and also gives an English translation, with introduction and commentary.

The Arabic Tradition of Euclid's Elements: Book V, May 1980, by John William Engroff, Jr., studies the transmission of Euclid's *Elements* to Arabic. It is a critical exposition of what is known regarding two translations of the *Elements* by al-Ḥajjāj ibn Yusuf ibn Maṭar and one translation by Isḥāq ibn Ḥunayn and revised by Thābit ibn Qurra. Included is a critical edition of book V of the *Elements* based on ten manuscripts, and an English translation.

The Arithmetic Books (VII-IX) of Euclid's Elements in the Arabic, by Gregg De Young, in progress, a critical edition of books VII-IX of the *Elements* in the Isḥāq-Thābit translation, based on ten manuscripts. In these books Euclid set out to prove for discontinuous or arithmetic quantities the same relationships already proved for continuous or geometric magnitudes in Book V. The critically established text is also translated into English, and the notes indicate relations with the Greek text (as edited by Heiberg) as well as relations between the various manuscript families.

The Tadhkira of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī, by Jamil Ragep, in progress. Al-Ṭūsī's *Tadhkira*, though intended as a compendium of astronomy, is of considerable interest on account of the non-Ptolemaic planetary models it presented. The dissertation includes an edition of this influential work (based on eleven manuscripts) and an English translation.

wider category of algebraic objects made in Europe only in the nineteenth century.

Bibliography

1. Al-Bīrūnī. *The Exhaustive Treatise on Shadows*, Translation & Commentary by E. S. Kennedy, 2 vols., (Aleppo, 1976).

2. *Rasā'il al-Bīrūnī* (Hyderabad, 1948).

3. *Rasā'il Ibn Sinān* (Hyderabad, 1948).

4. Hartner, W., and Schramm, M., "Al-Bīrūnī and the Theory of Solar Apogee: An Example of Originality in Arabic Science" *Scientific Change*, ed. A. S. Crombie, (London, 1963), pp. 206-218.

5. Rosenfeld B. A. "The Attempt at Quadratic Interpolation by Abū'l-Rayḥān al-Bīrūnī", *Istoriko-matematicheskie Issledovaniya*, 12(1959), 421-430; 15(1963), 473 (Russian).

6. Sansour A., and Bokatueva, S.A., "New Investigations Concerning the Mathematical Works of Thābit ibn Qurra", *Acts of the 13th International Congress of History of Sciences*, Sections 3-4, (Moscow, 1974), pp. 99-103 (Russian).

7. Rosenfeld B. A., "The Rôle of al-Bīrūnī in Extending the Notion of Number", *The Social Sciences in Uzbekistan*, 7-8 (1973), 88-91 (Russian).

8. Al-Bīrūnī, *Al-Qānūn al-Masʿūdī* (Hyderabad, 1954-1956).

9. Al-Bīrūnī, *The Masudic Canon*, books 1-5, Russian translation by P. G. Bulgakov, B. A. Rosenfeld, M. M. Rozhanskaya, A. Ahmedov. *Selected Works*, vol. 5, part 1, (Tashkent, 1973).

the idea of characterizing a point on the sphere by three rectangular coordinates in space, and he traces the motion of the projection of the end of an immobile gnomon on the horizontal plane as the two simplest kinds of motion of a point on the surface of the sphere, characterizing the position of a point on the plane with polar coordinates. These ideas of al-Bīrūnī also have anticipated by far the creation of the elements of the analytical geometry of space in Europe.

3. *Extension of the Notion of Number*

In [7] it was remarked that in his "Masudic Canon" al-Bīrūnī made an essential step in the direction of extending the notion of number. The fifth chapter of the third book of the "Canon" begins with the words:

> Although the single is related to counted things *(ma^{c}dūd)*, nevertheless to consider the unit (among essences) as having substance, this is not true by its nature, but it is (taken) conditionally by common agreement, like the parts of division of circumferences of circles, about which the people of this art agree that they are three hundred and sixty... The circumference of a circle has to its diameter a ratio, therefore the number of the circumference also has to the number of the diameter a ratio, although this ratio is irrational. ([8],p. 303, see also the Russian translation by P. G. Bulgakov and B. A. Rosenfeld, [9], p. 271).

"Essences having substance" are continuous geometrical magnitudes; al-Bīrūnī compares them with discrete counted things and in fact proposes new abstract numbers relating to concrete continuous magnitudes as abstract natural numbers relate to concrete counted things. Since "the number of the diameter" in al-Bīrūnī's "Canon" is 2, hence "the number of the circumference" is the irrational real number 2π.

In the twenty-third chapter of the "Shadows" al-Bīrūnī makes a further step in the direction of extending the number system. Concerning the various arithmetical operations necessary for determining the part of the day which has passed and that which remains, by use of shadows, al-Bīrūnī writes: "We should divide it by six after the division by two, and the sum of two divisions *(al-jam^{c} al-qismatayn)* is division by the product of two times six" ([2], part 2, p. 139). Kennedy ([1], vol. 1, p. 188) translates *al-jam^{c}* as "combining". If so, we are again in the domain of the natural numbers, and it seems that we do not leave the frame of elementary arithmetic. But the word "sum" there is applied not to natural or real numbers, but to "two divisions", i.e. to two operations. Al-Bīrūnī's idea of the addition of operations is an early anticipation of the extension of the notion of number, not to the real numbers, but to a far

2. *Space Coordinates*

The third chapter of the "Shadows" begins with the words:

> Verily that which is connected with shadows as to variations is of two kinds. One of the two has to do with difference in position of the source of light (along a direction) parallel to the diameter (*quṭr*) which bounds the height and lowness, it being the diameter of thickness and depth... The second has to do with difference in position of the source of light (along a direction) parallel to the other two diameters, I mean length and width, and it is expressed by azimuth. As for the first kind, it affects the shadows by increase in its extent or with a decrease by contraction. As for the second kind, it is connected with a difference in position together with unity in size. Both situations exist simultaneously among celestial sources of light. So altitude does not vary except with variation in azimuth, and their situations are represented by isolating (them) in the imagination. . . So that is not among the things which are incapable of being represented as the first elements *(fi'l-awā'il)* like the impossibility of two bodies being in one and the same place or the presence of two opposites in one place and at one time. ([3], part 3, p. 58; cf. [1], vol. 1, pp. 35-36; Kennedy here translates *quṭr* and *awā'il* as "dimension" and "first principles").

What is most interesting in this passage is the idea of characterizing in space the situation of a source of light by means of three magnitudes measured along three diameters which, as is clear from al-Bīrūnī's words, are mutually orthogonal. The shadow of a gnomon is characterized by two "polar coordinates": the length of the shadow and its azimuth, as in the treatise of Thābit ibn Qurra (836-901) on sundials (see [6]). Al-Bīrūnī calls the axes in space "diameters" because he supposes that the source of light is on the surface of a sphere, and he considers three diameters of this sphere. This explains his words that variation of the shadow length is connected only with variation in altitude of the source of light, and that its variation in the horizontal plane is connected with the rotation of the shadow called by him "difference in position together with unity in size". These words of al-Bīrūnī are reminiscent of the well-known remark of R. Descartes in his *Regulae ad directionem ingenii* concerning the necessity of reducing all compound questions to their "simplest elements". This coincidence demonstrates the closeness of al-Bīrūnī's thinking to that of the creator of analytic geometry. Actually, al-Bīrūnī there propounds

Sections 1 and 2 below were written by B. A. Rosenfeld, and Section 3 by L. G. Utseha.

1. *Nonuniform Motion*

In the first chapter of the *Shadows*, al-Bīrūnī, speaking about the daily motion of the sky and the alternation of night and day, quotes verses of the *Qur'ān*: "If God were to make the night (day) perpetual until the day of Judgment. . . ." *(Qur'ān*, 28:71-72). He then points out that "these two situations will not occur until after the decline of this motion and (that of) perceived bodies which move by it". ([3], part 3, pp. 39-40; [1], vol. 1, p. 12). He defines extension between two assumed instants, which is "like the distance between two endpoints" and says: "(these) distances cannot be controlled accurately except by motion, and (among) those of them which are controllable is uniform motion *(al-ḥaraka al-mutasāwiya)* excluding the disturbed, different (speed motions)... Uniform motion is midway between decelerated *(al-buṭu')* and accelerated *(al-surᶜa)* (motions), and decelerated (motion) is bounded on (one of) its two sides by immobility *(al-sukūn)* and accelerated (motion) in principle unbounded as to the amount at which it stops, but it is bounded actually *(bi'l-fiᶜl)*, and potentially *(bi'l-quwwa)* it is subject to increase just as a number (increases) in the direction of its growth" ([3], part 3, p.40). Kennedy ([1], vol. 1, p. 12) translates *al-ḥaraka al-mutasāwiya*, *al-buṭu'*, *al-surᶜa*, *al-quwwa*, with the dictionary meanings of these words: "equal motion", "slowness", "speed", and "force", but in this context these words must be translated respectively as "uniform motion", "deceleration", "acceleration" and "potentiality".

Al-Bīrūnī's statement, "uniform motion is midway between decelerated and accelerated (motions)" may suggest that he considered only motions characterized by monotonic functions. But his words "disturbed, different (speed motions)" show that the monotonic character is intended to apply only to sufficiently small portions of the functions, i. e. piecewise monotonic functions. In general, al-Bīrūnī's "nonuniform motions" are arbitrary "disturbed" motions, the graphs of which consist of portions exhibiting "acceleration" and portions having "deceleration". Al-Bīrūnī's statement that "accelerated (motion is) in principle unbounded as to the amount" shows that with each accelerated and decelerated motion he associated an "amount" which he further compared with "number". This amount is in modern mechanics called acceleration; for decelerated motions it can decrease to zero, and for accelerated ones it can increase "potentially" to infinity. These ideas of al-Bīrūnī far anticipated the elaboration of the same concepts in Europe. They supplement essentially al-Bīrūnī's investigations of nonuniform motion of the sun near apogee and perigee as studied by W. Hartner and M. Schramm [4] and al-Bīrūnī's rules of interpolation "for all tables" considered by B. A. Rosenfeld [5].

Editors' Note: Exception has been taken to some of the conclusions arrived at below. The material is published in the interests of having divergent points of view expressed.

Some Mathematical Discoveries in al-Bīrūnī's *Shadows*

B. A. ROSENFELD* and L. G. UTSEHA**

THE BOOK *Ifrād al-maqāl fī amr al-ẓilāl* ("The Exhaustive Treatise on Shadows", briefly referred to hereafter as the *Shadows)* is one of the most important of the encyclopedic works of Abū'l-Rayḥān al-Bīrūnī (973-1048). It ranks with his famous *Chronology*, *Mineralogy*, and *Pharmacognosy*. For, just as these three treatises are comprehensive expositions of chronological (including astronomical and historico-religious), mineralogical, and pharmacological topics, so also the *Shadows* expounds the topics: physical, mathematical, and astronomical, connected in any manner with shade and shadows. It resembles these three books also in its numerous citations of verses from the Qur'ān and from classical Arabic poetry.

The English translation of the *Shadows* by E. S. Kennedy ([1][1], vol. 1), together with his extensive commentary ([1], vol. 2), makes this remarkable work accessible to all English speaking historians of science. It is based ultimately on the unique manuscript copy preserved in the Bankipore Library (Patna, India).

The enormous labor expended by Kennedy on the translation and commentary of this very difficult text left him no opportunity to expose various interesting discoveries by al-Bīrūnī in mathematics and physics which are expounded in the treatise, but obscured by other topics which are covered in the commentary.

The purpose of this note is to attract the attention of historians of mathematics and physics to those topics not remarked by Kennedy. In addition to the translation [1], we will refer to the edition of the Bankipore manuscript which appears among the Bīrūnī treatises printed in [2], (Chapters 4-30 of the *Shadows*) and the portion printed by mistake among the treatises of Ibn Sinān [3] (Chapters 1-3 of the *Shadows*). Where we disagree with [1] we will give our own translation.

*Institute for the History of Science and Technology, Academy of Science of the USSR, 1/5 Staropanskii Street, 103012 Moscow, USSR.

**Azerbaijan Pedagogical Institute: 370072 Baku, 11 Zavokzal'naya 22, blok 3, kv. 45, USSR.

1. References in square brackets are to the bibliography at the end of the paper.

range of interest unequalled by any other collection of medical writings. It includes medical responsa, technical and herbal dictionaries in diverse languages, pharmacopoeias, popular recipes and detailed prescriptions.

The importance of all the above-mentioned manuscripts for the establishment of scientific editions cannot be overstressed, for in many cases they represent very early versions of important texts, some of which are even autographs.[2] On the other hand some of the manuscripts constitute the only surviving versions of medical works. Consequently they are of prime importance for enabling scholars to reconstruct the history of mediaeval medicine. Indeed many are the names of unknown authors or unknown works of celebrated authors that can be recovered in this way. Particularly interesting in this respect are the numerous tables of contents and colophons in the fragments. These furnish a mine of precious information concerning the actual contents of forgotten works, the exact titles of their authors and even, in some cases, the dates of their composition.

Apart from the medical material outlined above, the Genizah contains a large number of documents relating to the medical profession.[3] These texts, though not directly medical, nevertheless constitute, in an incidental manner, a unique source of information about the internal history of medicine. They include private correspondence where medical advice is sought, inventories of doctors' libraries,[4] from which much is to be culled concerning the sources and extent of medical knowledge at a given period, as well as prescriptions accompanied by the prices of the chemicals involved and bills for doctors' fees, which give an idea of the economic aspect of the profession. There are also notes which once belonged to physicians, oculists, phlebotomists and pharmacists and furnish details, amongs other things, of academic courses and professional techniques.

As these documents originate not only from Egypt but also from localities as far off as Spain and India, a most valuable picture is drawn of how medicine was practised in those times and places.

Before, however, the Genizah's invaluable mine of information can properly and fully be exploited and appreciated, many hours must be spent in conservation, examination, decipherment, identification and collation. There is no telling what discoveries are yet in store for the assiduous scholar in this as yet unexplored domain.

2. E.g. T-S Ar. 21.112; also Ar. 44.51, which is Maimonides' *Epitome of Galen's Faculties of Food*, written in his own hand; Misc. 34.24, medical recipes, also in his own hand.

3. Their scope has been outlined by S. D. Goitein, "The Medical Profession in the Light of the Cairo Genizah Documents", *HUCA*, 34 (1963), 177–194.

4. Some of these inventories have been studied. See W. Bacher, "La bibliothèque d'un médecin juif", *REJ*, 40 (1900), 55–61; E. J. Worman, *JQR*, 20 (1907–8), 460-463; D. Baneth, "A Doctor's Library in Egypt at the Time of Maimonides", *Tarbiz*, 30 (1960), 171–15.

NOTES AND COMMENTS

The Importance of the Cairo Genizah for the History of Medicine

P. B. Fenton*

AMONG THE HOARD OF MANUSCRIPTS that found their way at the end of the last century from the depository (*genizah*) of an ancient Cairo Synagogue to different libraries of the West, many hundreds of medical writings are to be found. The largest collection of these manuscripts, which range from tiny fragments to complete works, is preserved in the Cambridge University Library. The majority of these, written on parchment or paper, date from the XIIth century and, although of considerable interest for the history of medicine, have received relatively little of the attention they deserve on the part of historians of science.

Most of the medical fragments have been grouped in boxes K 14, Arabic 11, Arabic 38-45, NS 90, 222 and AS 144 of the T-S Genizah Collection, although many more are to be found dispersed throughout the entire Collection. A large proportion of the texts are written in Judaeo-Arabic, that is Arabic written in Hebrew characters for the use of Jewish readers, although texts, some of which are illuminated, in Arabic, Hebrew and even Judaeo-Spanish also abound. The multifarious contents of these manuscripts testify to the great interest which the Jews of the Middle Ages cultivated in medicine. This is in fact only to be expected since in the Muslim Countries of the Near East, Jews were often employed as physicians, some attaining to positions of high eminence.[1]

The items most frequently found in the Collection are the Arabic and Hebrew translations of Greek medical writings, the most outstanding of which are Hippocrates and Galen as well as the classical works of the Arabs, such as ᶜAlī al-Ṭabarī's *Paradise of Wisdom*, Avicenna's *Qānūn* and treatises of Averroes and Razes. Besides these, scores of medical treatises by little known authors have been preserved, ranging from dissertations on anatomy to treatises on optics including the earliest medical works written in Hebrew.

In addition to the foregoing there is a host of secondary material with a

*Taylor-Schechter Genizah Research Unit, Cambridge University Library, England.

1. See on this subject the articles of M. Meyerhof, "Medieval Jewish Physicians in the Near East", *Isis*, 28 (1938), 432–460, and M. Perlmann, "Notes on the Position of Jewish Physicians in Mediterranean Muslim Countries", *IOS*, 2 (1972), 315–319.

Pappus, *Collection*. *Pappi Alexandrini Collectionis Quae Supersunt*, ed. F. Hultsch, (Berlin, 1876–8).

Philo, *Appareils pneum*. Baron Carra de Vaux, *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques par Philon de Byzance* (Paris, 1902).

David Pingree, "History of Mathematical Astronomy in India", *Dictionary of Scientific Biography*, XV (1978), 533–633.

F. D. Prager, *Philo Byzantius*. *Philo of Byzantium, Pneumatica. The Latin treatise on experimental Physics: Western Version and Eastern Version* (Wiesbaden, 1974).

D. de S. Price, "On the Origins of Clockwork, Perpetual Motion Devices and the Compass", Constributions from the Museum of History of Technology, U. S. National Museum [Smithsonian] *Bulletin* 218, paper 6 (1959), 82–111.

Proclus, *Hypotyposis*. *Procli Diadochi Hypotyposis Astronomicarum Positionum*, edidit C. Manitius, (Leipzig, 1909).

Referativnyi Zhurnal, *Astronomiya*, Akademiya Nauk SSSR, Volume for 1979, item 5.51.15.

Ricci, *De Chr. Exp.* *De Christiana Expeditione apud Sinas suscepta ab Societate Jesu. Ex P. Matthaei Ricii eiusdem Societatis Commentariis, libri V*, auctore P. Nicolao Trigantio, (Augsburg, 1615).

A. Rome, "Commentaires de Pappus et Théon d'Alexandrie sur l'Almageste", *Studi e Testi*, 54 (1931).

M. M. Rozhanskaya, "The Astronomical Clock of al-Khāzinī" [in Russian], *Istoriko-matematicheskie Issledovaniya*, 14 (1978), 189–98.

Aydin Sayılı, "Al-Khâzini's Treatise on Astronomical Instruments", *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Cografya Facültesi Dergisi*, 14 (1956), 18–9 [English. Turkish orig. pp. 15–7].

L. Am. Sédillot, "Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes", *Mém. prés. par divers savants a l'Acad. Roy. des Inscriptions et Belles Lettres*, (Paris, 1845).

Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* (Leiden, 1974-).

A. Ungerer, *Les Horloges Astronomiques et Monumentales les plus Remarquables de l'Antiquité* (Strasbourg, 1931).

Eilhard Wiedemann, "Zur Mechanik und Technik bei den Arabern", Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaft, VI, *Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen*, 38 (1906), 1–56. Reprinted in *Aufsätze zur Arabischen Wissenschaftsgeschichte* (Hildesheim, 1970), I, 173–228.

Eilhard Wiedemann, "Ueber die Stundenwage", Beiträge [see previous item] 37, *Sitzungsberichte*, 46 (1914) 27–38; = Aufsätze II, 57–68.

Eilhard Wiedemann and F. Hauser, "Ueber die Uhren in Bereich der Islamischen Kultur", *Nova Acta. Abhandlungen der Kais. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher* 100 (Halle, 1915), 1–272.

S. V. Zhitomirskii, "Archimedes' 'Celestial Globe'" [in Russian], *Istoriko-matematicheskie Issledovaniya*, 14 (1978), 271–302.

Kennedy, *Survey of Tables*. E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables". *Transactions of the American Philosophical Society*, New Series 46, part 2 (1956), 121–77.

Kennedy, *Bīrūnī's Taḥdīd*. E. S. Kennedy, *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd al-Amākin, an Eleventh Century Treatise on Mathematical Geography* (Beirut, 1973).

E. S. Kennedy and Jimal Rajeb, "A Description of the Contents of Ẓāhiriya MS 4871", to appear.

N. Khanikoff, "Analysis and extracts of *Kitāb mīzān al-ḥikma* (Book of balance of wisdom), an Arabic work on the water-balance, written by al-Khāzinī in the XII century", *Journal of the American Oriental Society*, 6 (1859), 1–128.

Al-Khwārizmī. *Liber Mafâtîh al-Olûm explicans vocabula technica scientiarum tam arabum quam peregrinorum auctore Abû Abdallah Mohammed ibn Ahmed ibn Jûsof al-Kâtib al-Khowarezmi*, edidit G. Van Vloten, (Leiden, 1895).

David King, "Al-Khalīlī's *qibla* Table", *Journal of Near Eastern Studies* 34 (1975), 81–122.

David King, "Ḳibla", *Encyclopaedia of Islam*, 2nd edition, (Leiden: E. J. Brill, 1960 to present).

Max Krause· "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik. Astronomie und Physik*, Abt. B, Bd. 3 (1936) Heft 4, pp. 437–532.

Kunitzsch, *Glossare*. Paul Kunitzsch, "Mittelalterliche astronomisch-astrologische Glossare mit arabischen Fachausdrücken", *Bayerische Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-historische Klasse, Sitzungsberichte*, Heft 5 (1977), 1–59.

Kunitzsch, *Ibn aṣ-Ṣalāḥ*. Paul Kunitzsch, *Ibn aṣ-Ṣalāḥ: Zur Kritik der Koordinatenüberlieferung im Sterkatalog des Almagest* (Göttingen, 1975). [Also in *Abh. d. Ak. d. Wiss. in Gottingen* III 94 (1975)].

Kunitzsch. *Chrysokokkes*. Paul Kunitzsch, "Das Fixsternverzeichnis in der 'Persischen Syntaxis' des Georgios Chrysokokkes", *Byzantinische Zeitschrift*, 57 (1964), 382–411.

Le Strange. *The Geographical Part of the Nuzhat-al-Qulūb composed by Hamd-allāh Mustawfī of Qazwīn in* 740 (1340), edited and translated by G. Le Strange, vol. II (translation), (Leiden, 1919).

Libros del Saber de Astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla, compilados, anotados y comentados por Don Manuel Rico y Sinobas, (Madrid, 1863–7).

R. P. Lorch, *Sphera Solida*. "The *sphera solida* and Related Instruments", *Centaurus*, 24 (1980), 153–61.

R. P. Lorch, *Qibla* "The *Qibla*-Table Attributed to al-Khāzinī", *Journal for the History of Arabic Science*, 4 (1980), 259-64.

R. P. Lorch. *Balance-Clock*. "On al-Khāzinī's Balance-Clock and the Chinese Steelyard Clepsydra", to appear in *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*.

C. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and Their Works* (Geneva, 1956).

Max Meyerhof, "Alī al-Bayhaqī's Tatimmat Ṣiwān al-Ḥikma, A Biographical Work on Learned Men of the Islam". *Osiris*, 6 (1948), 122–217.

Millás Vallicrosa, *Estudios universitaris Catalans, serie monografica*. 1, vol. I, (Barcelona, 1931).

Mīzān. ʿAbd al-Raḥmān al-Khāzinī, *Kitāb mīzān al-ḥikma* (Hyderabad, 1941).

S. H. Nasr, *Islamic Science; An Illustrated Study* (London, 1976).

Needham, *CCCW*. Joseph Needham, *Clerks and Craftsmen in China and the West* (Cambridge, 1970).

Needham, *SCC*. Joseph Needham and Wang Ling, *Science and Civilization in China* (Cambridge, vol. 1 1954, vol. III 1959, vol. IV part ii, 1965).

Needham, *HC*. Joseph Needham, Wang Ling, D. de S. Price, *Heavenly Clockwork. The Great Astronomical Clocks of Medieval China* (Cambridge, 1960).

Bibliography

R. T. Balmer, "The Operation of Sand-clocks and Their Medieval Development", *Technology and Culture*, 19 (1978) 615–32.

Battānī. Al-Battani sive Albatenii Opus Astronomicum, ed. C. A. Nallino, (Rome, 1899–1907).

Tho. Beck, "Herons des Älteren Automatentheater", *Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie*, I (1909), 182–99.

J. Beckmann, *A History of Inventions, Discoveries and Origins* (translated W. Johnston), vol. I, 1846.

Bīrūnī, *Qānūn*. Abū Rayhān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī, *Al-Qānūnu'l-Mas'ūdi* (*Canon Masudicus*), 3 vol., (Hyderabad, 1954–6).

C. E. Bosworth, *The Islamic Dynasties*. Islamic Surveys 5, (Edinburgh, 1967).

Bosworth, *CHI*. C. E. Bosworth, "The Political and Dynastic History of the Iranian World (A.D. 1000–1217)", *Cambridge History of Iran* V (1968), 1–202.

Geo. Brady, *Materials Handbook. An Encyclopaedia for Purchasing Agents, Engineers and Foremen* (New York, 1963).

M. Destombes, "L'Orient et les catalogues d'étoiles au Moyen Age", *Archives Internationales des Sciences*, 9 (1956), 339–44.

M. Destombes, "Globes celestes et catalogues d'étoiles orientaux du moyen-âge", *Actes du VIIIe Congrès Internationale d'Histoire des Sciences, Florence-Milan* 3–9 *Septembre* 1956, (Florence, 1958), vol. I, pp. 313–24.

A. G. Drachmann, "Ctesibius", *Dictionary of Scientific Biography* III (New York: Scribners, 1971), pp. 491–2.

A. G. Drachmann, "Ktesibius, Philon and Heron. A Study in Ancient Pneumatics", *Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium* (Copenhagen), IV (1948).

A. G. Drachmann, Review of *Heavenly Clockwork* by J. Needham et al., *Centaurus* X (1964), 201–3.

A. G. Drachmann, "The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity", *Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium* (edidit Bibliotheca Universitatis Hauniensis) 17, (Munksgaard, 1963).

F. I. Haddad and E. S. Kennedy "Geographical Tables of Medieval Islam", *Al-Abhath* 24 (1971), pp. 87–102.

Robt. E. Hall, "Al-Khāzinī", *Dictionary of Scientific Biography*, VII (1973), pp. 335–51.

Heron, *Op. Om. I. Heronis Alexandrini Opera quae supersunt Omnia*, vol. 1 Pneumatica et Automata, recensuit Guilelmus Schmidt, (Leipzig, 1899).

Hill, *Ibn Mu'ādh*. D. R. Hill, "A treatise on Mechanics by Ibn Mu'adh Abū 'Abd Allāh al-Jayyānī", *Journal for History of Arabic Science*. 1 (1977), 34–46.

Walther Hinz, *Islamische Masse und Gewichte, umgerechnet ins Metrische System*, Handbuch der Orientalistik, Erganzungsband 1, Heft 1, (Leiden, 1955).

F. Hultsch, "Ueber den Himmelsglobus des Archimedes", *Zeitschrift fur Mathematik und Physik* (Leipzig), 22 (1877), 106–7.

Jazarī. Ibn al-Razzāz al-Jazarī, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, translated and annotated by Donald R. Hill, (Dordrecht, 1974).

Kennedy, *Parallax*. E. S. Kennedy, "Parallax Theory in Islamic Astronomy", *Isis*, 47 (1956), 33–53.

Similar figures for the approximate fornulae given by King[88] are $q = 49°55'$ and $50°27'$ (13 tan $q = 15.43$ and 15.74) for the simpler formula, and $q = 47°52'$ and $48°22'$ (13 tan q = 14.37 and 14.63) for the more complicated one.

It is therefore tempting to speculate that the value 15/13 for tan q came from the table reproduced by al-Qazwīnī. Even the most likely formula to give rise to it[89] yields $q = 49°19'$ and 13 tan $q = 15.12$ – a result not so close.

Section 16. This section is largely a repetition of what has already been said for points on the ecliptic. In the diagram N is the pole of the equator EX and P is the pole of the ecliptic EY. S represents the star. The points X, Y and U, V are found with the quadrant – which again would not always suffice for the purpose. SU is the "argunent" (حصة) of its latitude; UV is the second inclination; V is the degree (i. e. longitude) of the star. XU is the "variation of the distance" of the star (اختلاف بعد الكوكب) and VY is the "variation of the degree of the transit" (اختلاف درجة الممر).

Fig. 11

When speaking of the meridian line in connection with the transit, al-Khāzinī uses the expression خط وسط السماء instead of the usual فلك (or خط) نصف النهار.

Section 17. The omission in 74r41 by homoioteleuton shows the poor state of the text. But the idea is clear: the true position of the Moon is marked on the sphere; its altitude is measured with the rule; its parallax in altitude is calculated to give its apparent altitude, which is then marked on the sphere; and the true and apparent longitudes and latitudes are found directly by using the rule.

The term عرض محكم (established latitude) in 74r42 is also found in tables attributed to Yaḥya b. abī Manṣūr (c. 890).[90]

The last paragraph seems to promise a more extended treatment of the sphere. Certainly there is nothing on the subject immediately following in the Oxford MS, which continues with a short chapter on compound proportion.

88. *Ibid.* p. 84, col. 2.

89. Lorch, *Qibla*. Formula (4).

90. Kennedy, *Parallax* p. 44. The MS is Escurial 927. See Kennedy, *Survey of Tables* pp. 132 and 145 et seq..

ecliptic intersected by the rule, it will have the same azimuth as Mecca; and therefore all shadows will be aligned with Mecca. Of course, they will point in exactly the opposite direction, since both Mecca and the Sun are to the South of Marw.

No doubt it was his patron ʿAli b. Muḥammad who asked him (74r26-7) to find the *qibla*. It is of interest to note that he calculates it rather than using his new instrument.

At first sight, the figure given for the *qibla*, equivalent to cot $q = \frac{13}{15}$ (which yields q, the westward inclination of the *qibla* to due South, $= 49°5'$) looks like a rough approximation. But the approximations given by al-Bīrūnī,[80] on whom al-Khāzinī relies for other numerical information,[81] for the *qibla* of Ghazna are fairly accurate. For $q = 70°47'6''$ he gives the equivalent of sin $q = \frac{17}{18}$; and 17 cosec q is 18.003. Even the inferior approximation he gives, which is equivalent to $\frac{1}{3}$ for cos q means taking 3.036 (= cosec q) as 3. Prima facie, therefore, we should take the $\frac{13}{15}$ fairly seriously. A value remarkably close to this may be found by interpolation in a *qibla* table attributed to al-Khāzinī by al-Qazwīnī in 1340.[82] If the values in al-Bīrūnī's Qānūn[83] are accepted for the longitude and latitude of Marw (86°30′, 37°40′) and Mecca (67°, 21°20′), q comes out as 49°6′ and 13 tan q = 15.01. 67° was the most popular medieval longitude for Mecca,[84] and al-Khāzinī himself takes the latitude of Marw to be 37°40′ in his zij.[85] 21°20′ appears to be the value of φ_M (the latitude of Mecca) underlying the table. It must be admitted that one of the values on which the interpolation is based may be an error,[86] but the table may not be al-Khāzinī's own and, if it is, he may have made the mistake himself.

Other means of calculating q yield results not so close to that implied by cot $q = \frac{13}{15}$. For instance, interpolation in the table with $\varphi_M = 21°40'$, as given by al-Qazwīnī, produces $q = 49°47'$ and 13 tan $q = 15.37$. If the same values are assumed, the figures for q given by any of the correct methods of calculation – and several were known to the medieval Muslim astronomers[87] – are 51°13′ and 51°55′ (13 tan q = 16.26 and 16.59) for $\varphi_M = 21°20'$ and 21°40′ respectively.

80. *Ibid.* pp. 214–5.
81. Hall, *DSB*, pp. 341–3.
82. See note 7.
83. Vol. II, pp. 571 and 551.
84. See King, *Khalili*, p. 84; Le Strange, p. 28; handlist drawn up by E. S. Kennedy and F.I. Haddad – for a description of which see Haddad and Kennedy.
85. Kennedy, *Survey of Tables*, p. 159.
86. $(\Delta\varphi, \Delta L) = (17,20)$. See Lorch, *Qibla*, pp. 262-3.
87. See King, "Kibla" *EI*.

gument" (حصة)[78] of this quantity is ZX. The "equation" (تعديل) of the ascendant and of the tenth house is the arc QA. Again, the rule will often be too short.

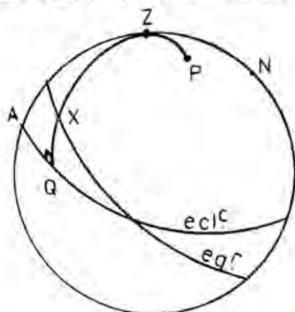


Fig. 9

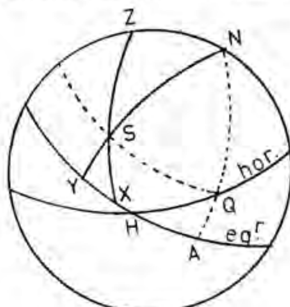


Fig. 10

Section 13. The quantity found here is YH in fig. 10, in which N is the North pole of the equator HXY, Z the zenith, and S the Sun or star. It is divided into "mean ascension", XH, and the "equation", XY. If the equation of the day, HA, is added, the rotation YA is obtained.

Section 14. The title is translated "... between *the* two places" because probably Marw and Mecca are meant, rather than any two places. To support this conjecture it could be adduced that only one zenith is found on the sphere (see discussion of section 15). Further, the next section, on the *qibla*, appears as a continuation.

The value $66\frac{2}{3}$ miles for one degree is common and was used by al-Bīrūnī.[79]

Section 15. In describing how the *qibla* is found, al-Khāzinī omits the inportant condition that the measurement must be taken when the sphere is aligned with the terrestrial coordinates, that is, when the equinox corresponds with the zero of longitude. If the sphere is rotating in concord with the heavens, the measurement must be taken at the time when the celestial equinox is directly above the zero of longitude. This condition must also hold for finding the distance between Marw and Mecca if – as it appears – the position of Marw is not found on the sphere in the same way as the position of Mecca (or whatever the second town is) but is taken to be the zenith on the stationary meridian-circle.

The sentence beginning, "If we fix the rule at this place" (74r25-6) should probably be interpreted in this way: the rule is held fixed to the stationary zenith and horizon, and the sphere rotates; if the Sun is at the point of the

78. See Kunitzsch, *Glossare*, p. 33; also King, *Khalīlī* p. 103.
79. Kennedy, *Bīrūnī's Taḥdīd*, p. 131.

attempt to obviate this difficulty. What al-Khāzinī apparently does is to copy the small arc SH by means of the quadrant at a more accessible place. Presumably K is marked, so that $KS = SH$, and then U is found by laying the quadrant on N and K and seeing where it cuts the equator. Finally UX is measured in graduations of the equator. What is not clear from the text is finding K. The difficulty comes from the obtrusion of the meridian into the procedure at 73v35 and 73v37, the first case having the additional problem of "*two* marks". It is to be assumed that the text is corrupt and that the two marks refer to the final measurement along the equator or to the points S and K. Perhaps the author assumed the Sun was high enough in the sky for the point K to be on the other side of the meridian.

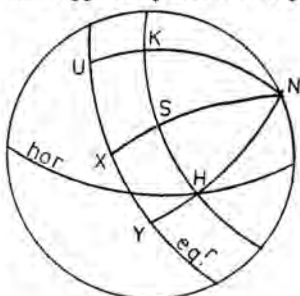


Fig. 7

Sections 5 and 6. The first inclination is the declination SU and the second inclination is the arc SQ in fig. 8, in which S is the point whose inclination is to be found and P is the pole of the ecliptic SE, PQ the rule, and EQ the equator. For neither inclination does al-Khāzinī consider the case when the rule would have to be longer than a quadrant, as in the present diagram. It looks as if he has half-converted the description of an ordinary globe – one, that is, which is not self-moving – for if the South pole were available this problem would be solved.

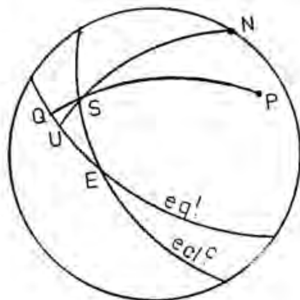


Fig. 8

Section 7. Here, again, only half the cases are considered.

Section 9. This section seems pointless.

Section 11. The "latitude of the climate of observation" (عرض إقليم الرؤية), here defined as the altitude of the pole of the ecliptic, is the shortest distance from the zenith to the ecliptic (ZQ in fig. 9). Prof. Kennedy translates a similar phrase in Persian as the "latitude of visible climate". It was used in the calculation of eclipses and apparently came from Indian astronomy.[77] The "ar-

77. Kennedy, *Parallax*, pp. 37–8.

poses keeps to the relatively recent value of 23°35′ given by al-Battānī and others. This value was used by many astronomers, including Ḥabash, Abū'l-Wafā', and al-Bīrūnī.[75c]

Finally, the approximate dimensions should be mentioned. The reservoir is about 188.6 cm or 6′2″ tall and 16.6 cm or 6½″ across. The box is not wide enough to accommodate a wheel 60 cm, or nearly 2′, diameter, but may have been quite tall. The wheel round which the string was wrapped is 25.4 cm or 10″ in diameter and the two gears are 13.9 cm (or 5½″) and 5.5 cm (or 2″) respectively. Wiedemann[76] notes that, if the sand escapes at a rate of 60 *dirhams* per degree, the weight of the reservoir would be about 65 kg. At a rate of 70, given in our text as an actual measurement, the reservoir must weigh 76608 gm, a little over 1½ cwt.

The Uses of the Instrument

Section 1. The rule, here introduced, is used as a straightedge (or rather as a rigid arc of a great circle) in sections 4, 7, 12, 13, 15, 16, 17, and as a graduated straightedge in sections 2, 5, 6, 11, 14, 16, 17. In sections 1, 8, 10, the rule is not used. In section 3 (and 9), geometrically the most interesting application, the rule is used as an exact quadrant of a great circle.

Section 3. The procedure may be justified as follows. If (in fig. 6) ABC is the the equator and N its northern pole, and if the quadrant is PQ, the equation of the day, which must be added to 90° to make half the arc of day, is BA. To justify al-Khāzinī's taking CP instead, we need only prove that AP is a quadrant. But since $PN = PQ =$ quadrant, P is the pole of circle AQN; and so PA is a quadrant. A similar demonstration could be provided for the case where Q is on the other side of the equator and P is perforce in the western quarter of the sphere. As al-Khāzinī says, PC must be subtracted from 90° in this case.

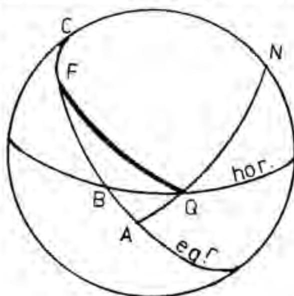


Fig. 6

Section 4. The obvious way to measure the rotation, i. e. of the Sun, S, in fig. 7, since dawn, on a sphere with a quadrant is to put the quadrant on N, the North pole, and S and to see where it cuts the equator (at X, say), and then to do the same with N and H, where H is on the horizon and $NH = NS$, to find Y: XY is the arc required. But such a procedure is impossible when the sphere is half sunk in a box. No doubt the confused instructions in this section are an

75c. *Battānī* I, pp. 159–60; Kennedy, *Bīrūnī's Taḥdīd*, p. 50.
76. Wiedemann, *Stundenwage*, p. 60.

there not some very awkward fractions in the subsequent calculations, al-Khāzinī might be thought to have taken a round number with a seven in it to make multiplying by $257\frac{1}{7}$ easier. The 60 *dirhams* in the equivalent passage in the *Mīzān* is meant, no doubt, as an estimate or example.[73] After all, it is unlikely to serve for both water and sand and the figure is anyway soon dropped from the discussion. It should be noted that the figure 1600 is used only to calculate the height of the reservoir and will not affect the accuracy of the clock. But in the "sphere" text the figures 70 and 1600 are subsequently used in minute calculation of the size of the components. Only two conclusions seem likely: 1. that the calculations were imposed after the instrument was made, if indeed it was made, and do not reflect the actual results and reasoning of the artificer; or 2. that the figures are indeed approximate and the accuracy of the subsequent calculations spurious.

The rest of al-Khāzinī's calculations are relatively easy. If the string were wrapped round a wheel attached to the axle of the sphere, the circumference of this wheel would have to be equal to the height of the reservoir, for this empties itself once in 24 hours. But this would make the diameter of the wheel $86\frac{61}{99}$ $(=272\frac{2}{9}/3\frac{1}{7})$ units, which would not fit in the box. Instead, the string is wrapped round a smaller wheel whose axle is connected to the axle of the sphere by gears in the ratio 16:40. This smaller wheel must have a circumference $\frac{16}{40}$ of the circumference of the above hypothetical wheel, i.e. $108\frac{8}{9}$ units. Hence the diameter is $34\frac{64}{99}(=108\frac{8}{9}\ /\ 3\frac{1}{7})$ units.

The numbers of teeth, 16 and 40, on the toothed wheels are of some interest, because the examples of wheels and moulds for wheels found in China, apparently from the fourth century B.C., also have round numbers of teeth, e.g. 16, 24 and 40.[74] Perhaps this argues less for influence fron China than for the simplicity of making such wheels. Al-Bīrūnī described a geared astrolabe and there is an example of a similar instrument from fourteenth-century Islam with simplified gearing in the Museum of History of Science at Oxford. Both instruments involve gear-ratios less simple than 16:40.[75]

The figure for the obliquity of the ecliptic, 23°35′, is the same as that used in *al-Zīj al-Sanjarī*[75a] According to a passage from this *zīj* translated by Nallino,[75b] al-Khāzinī quotes various decreasing values of the obliquity, and describes the astronomical model that accommodates it, but for his own pur-

73. *Ibid*, p. 60.
74. Price, *Origins of Clockwork*, pp. 83-4.
75. *Ibid.*, pp. 98-100.
75a. Kennedy, *Survey of Tables*, p. 159.
75b. *Battānī*, I, p. 161. The passage occurs in MS Vatican Arabic 761, f. 10v.

calculation, which is quoted in a passage of the third *maqāla* of the *Mīzān*, by leaving out the fractions.[67] Al-Bīrūnī arrived at this figure, however, by taking 1 *mann* = 182 *mithqāls* or 260 *dirhams* (the normal ratio[68] of 7:10 being maintained), instead of 180 and $257\frac{1}{7}$, as al-Khāzinī for some reason assumes here. In the following calculations, results for both 182 and 180 *mithqāls* per *mann* will be given (implying that 1 cubic *dhirā'* of water weighs about 157.17 or 158.92 *manns* respectively). But first we estimate the *dirham* and the *dhirā'*.

All the values given by Hinz for the *dirham* lie between 3 and 3.3 grams. According to the relation given by al-Bīrūnī before introducing the *mann*, the equivalent of 1 cubic *dhirā'* = 28605.647 *mithqāls*, the *dhirā'* will be between 49.68 and 51.28 cm. The only suitable values in Hinz's table are 49.875 cm, which, as the *dharᶜ-e sharᶜi*, was the canonical *dhirā'* in Iran, and the less likely *dhirāᶜ al-dūr* and the Egyptian *dhirā' al-yad* (according to one calculation), both given at 50.3 cm. These yield c. 3.04 and 3.11 gm, respectively, for the *dirham*. As an average value in Persia Hinz suggests 3.2 gm, but one of his figures (1 *mithqāl* = 4.3 gm) yields 3.01 gm. If the *dirham* is c. 3.04 gm, the *mann* is about 789.3 or 780.7 gm. Perhaps such exact calculations should be treated with some reserve. Certainly the rough figures given by both Wiedemann and Hill,[69] 3 gm for the *dirham* and ½ metre for the *dhirā'* fit al-Bīrūnī's relation well enough – they imply a density of water of about 1.02 gm/cc.

The figure 1600 given in both texts for the volume in cubic units of 1 *mann* of sand is curious. Comparison with the relation that 157.17 or 158.92 *manns* of water occupy 373248 cubic units yields a specific gravity of the sand of about 1.48 or 1.47. According to Brady's *Materials Handbook*,[70] "the weight of sand varies from 2,600 to 3,100 lb per cubic yard, depending on the composition and size of grain"; so that the specific gravity of sand lies between 1.54 and 1.84. Therefore the sand (رمل) used by al-Khāzinī was either especially light or else not pure sand.[71] Wiedemann's discussion,[72] in which the specific gravity of sand is taken as about 2, is vitiated by his tacit assumption that the unit of weight used in this passage for water is the *mann*, but for sand is the *mana*. Our text shows that they are the same.

Furthermore, 1600 is a suspiciously round number, which al-Khāzinī says he found by measurement. Again, 70 *dirhams* is a curiously exact amount of sand to escape during the revolution of one degree of the celestial sphere. Were

67. Khanikoff, pp. 75-7 and 121-2. Al-Bīrūnī gives "157 manns, and 6 istārs and $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$ and $\frac{1}{5}$". In the course of the calculation he approximation $\frac{2}{45}$ by $\frac{3}{60}$, but this does not materially affect the result.

68. Hinz, p. 1.

69. Wiedemann and Hauser, p. 47, and Jazarī, p. 238 respectively.

70. Brady, *Materials Handbook*, p. 155.

71. For the various types of sand etc. used in simple sand-clocks later in the West, see Balmer, p. 623.

72. Wiedemann, *Stundenwage*, p. 61.

clogged. Having found the volume of sand, and hence of the reservoir, he divides it by the area of the cross-section to find the height. The calculations are as follows:

> By experiment, in one degree of the rotation of the heavens, 70 *dirhams* of sand flow out.
>
> $\therefore$ in 360° [i.e. 24 hours], $360 \times 70 = 25200$ flow out.
>
> $\because 257\frac{1}{7}$ *dirhams* = 1 *mann*, this makes 98 *manns*.
>
> By experiment, 1 *mann* occupies 1600 cubic units (divisions of the rule):
>
> $\therefore$ volume of reservoir $= 98 \times 1600 = 156800$ cu. units.
>
> $\therefore$, its cross-sectional area being 576 ($= 24 \times 24$), the height is $272\frac{2}{9}$.

Note. The Hyderabad edition of the *K. Mīzān al-Hikma* has 257 *dirhams* per *mann*, the $\frac{1}{7}$ having been lost. A text with a similar error misled Wiedemann into thinking that subsequent figures were wrong.[64]

So far the calculation finds an exact parallel in the *K. Mīzān al-ḥikma*, 8.1.2.1–3,[65] where al-Khāzinī gives the details of the water– or sand-reservoir in a balance-clock, ميزان الساعات, used in astronomical observations. In this instrument the reservoir is attached to one end of a balance-beam. The positions of compensating weights – on special scales reading directly in units of time or equivalent angle of motion of the celestial sphere – are noted at the beginning and end of the interval to be measured.[66] The procedure to find the height of the reservoir, which here contains either sand or water, is the same as in the present text. Even the cross-section of the reservoir is the same, 24×24, the units of length being likewise $\frac{1}{72}$ of a *dhirā'*. True, the weight of water or sand that flows out in one degree of celestial motion is given as 60 *dirhams*, i.e. 21600 *dirhams* or 84 *manns* per revolution. But al-Khāzinī says the observation is repeated for many revolutions continuously, the sand or water being weighed and returned to the vessel, and goes through the calculation without specifying the result, saying only that it is preserved (in *manns*) as the "first preserved [quantity]", المحفوظ الأول. He points out that from this the corresponding quantity for an hour, or other interval, may be calculated. The "second preserved [quantity]" is the volume of sand or water to be accommodated in the reservoir, and this is to be divided by 576, as in the present text, to find the height (here طول) of the reservoir.

The cases of sand and water are considered separately, in chapters 8.1.2.2 and 8.1.2.3 respectively. In the latter we find that one cubic *dhirā'*, or 373248 cubic units, contains 157 *manns* of water, a figure he took from al-Bīrūnī's

64. Wiedemann, *Stundenwage*, p. 61.

65. *Mīzān*, p. 153 et seq..

66. Abstract of Rozhanskaya's article in *Referativnyi Zhurnal*. I am most grateful to Dr. V. Bialas for translating this summary.

4. *Commentary*

The Introduction

In 73r9 عين الكمال , "the evil eye", "is applied to an eye believed to have the power of killing by its glance", according to Lane's *Arabic-English Lexicon*, pp. 2216 col. 1 and 2423 cols. 1–2. الزوال, "Death", should really be "vanishing" or "extinction".

The most interesting part of the introduction is the mention (73r16) of the carpenter. Clearly al-Khāzinī was – at any rate at this stage – not competent to do the practical work himself, despite his using the first person singular in his account of the construction. The failures before the arrival of ᶜAlī al-Sarakhsī may perhaps account for the curious order in which the construction was carried out – and in particular for al-Khāzinī's apparently having a supply of square piping ($6\frac{1}{2}'' \times 6\frac{1}{2}''$) both when he was making the present instrument and when writing the *K. Mīzān al-ḥikma* (see below).

On Making the Sphere

A rod one cubit, or *dhirā*', long and divided into 72 parts is taken as the standard for measuring lengths. The procedure is as follows, square brackets being used for operations not mentioned explicitly:

[1. The reservoir, sphere and box are made].

2. A circular hole is cut in the box for the sphere; and the sphere is mounted so that its axle points to the poles of the world and just half the sphere is visible above the box.

3. A square hole 24×24 (in divisions of the rule) is cut beside the sphere, to the East, to fit the reservoir.

4. The height of the reservoir is calculated on the assumption that the sand inside lasts just 24 hours.

5. The wheel whose circumference is equal to this height is calculated to be too big for the box; so a pair of toothed wheels are introduced so that a smaller one can be used. The diameter is calculated [and the reservoir, string, pulleys, wheel to wrap the string around, and the two toothed wheels are mounted as in the diagram].

6. The equator and ecliptic circles are drawn on the sphere and divided into 360°. The signs of the zodiac are marked. The horizon-circle, the circle on the box that surrounds the sphere, is also graduated.

It is curious that al-Khāzinī makes the box first and then investigates the size of the components inside. He also seems to have the cross-section, but not the height, of the reservoir before he starts.

To calculate the height of the reservoir, al-Khāzinī finds the amount of sand required, on the understanding that the reservoir must hold just enough to last 24 hours and that the sand flows at the least possible rate without getting

ارتفاعات الشمس في كل درجة من درج فلك البروج تقع ابدا على سمت قبلة مرو .وقد كان[27] سألني ادام الله علو سؤاله عن نسبة انحراف سمت قبلة مرو عن خط نصف نهارها[28] فحسبتها فكانت نسبة ثلثة عشر الى خمسة عشر كما في هذه الصورة .

[29]في معرفة أعمال الكواكب الثابتة

نجيز المسطرة على قطب معدل النهار والكوكب[30] ونتعلم حيث قطعت معدل النهار وفلك البروج، فالبعد الذي بين العلامة على فلك معدل النهار وبين الكوكب[31] من اجزاء المسطرة هو بعد الكوكب من معدل النهار ، والعلامة التي على فلك البروج هي درجة ممر الكوكب في خط[32] وسط السماء . ثم نجيز المسطرة على قطب فلك البروج والكوكب ونتعلم على كل واحد من فلكي معدل النهار والبروج[33] علامة فيكون ما بين موضع الكوكب من الكرة وبين فلك البروج من اجزاء المسطرة هو عرض الكوكب[34]، وما بينه وبين معدل النهار هو حصة عرضه، وما بين الفلكين ميل درجته الثاني، والعلامة التي على فلك البروج[35] هي درجة الكوكب ، وما بين العلامتين من اجزاء معدل النهار هو اختلاف بعد الكوكب ، وما بين العلامتين من اجزاء فلك[36] البروج هو اختلاف درجة الممر .

في معرفة اختلاف منظر القمر في الطول والعرض

نجيز المسطرة على سمت[37] الرأس ومركز القمر فيكون ارتفاعه معلوماً ويكون ارتفاعه المرئي بالحساب معلوماً، فنتعلم على كل واحد من[38] موضعيه علامة من الكرة ثم نجيز على قطب فلك البروج وعلى علامة موضعه المقوم المسطرة فحيث قاطعت المسطرة[39] فلك البروج فهو موضعه المقوم ، وما بينه وبين فلك البروج عرضه المقوم ، ثم نجيز المسطرة على قطب فلك[40] البروج وعلى العلامة الثانية فحيث قاطعت فلك البروج فهو موضعه المرئي، وفضل ما بين التقاطعين[41] من فلك البروج هو اختلاف منظره في [...] العرض، وفضل ما بينه وبين عرضه أو مجموعهما هو عرض القمر[42] المرئي ويسمى عرض القمر المحكم ومنه تحسب الكسوفات الشمسية ورؤية الأهلة وما يعمل بحساب ارباع[43] القمر

فهذه جملة الأعمال المشهورة التي تعرف بمثل هذه الكرة قد ذكرناها على نهاية الاختصار و[44] سنذكر ما يتولد منها في كل سؤال يجري فيما بعد إن شاء الله تعالى .

26-7. وقد ... سؤاله : فقد سالنى (?) T.
30. الذى : التى T.
31,35 هى درجة : هو درجة MSS.
38. موصعيه : موصعه MSS.
38. قاطعت : قاطع MSS.
39. عرضه : عرض MSS.

direction of the *qibla* at Marw. He asked me – God extend his exalted enquiry – about the ratio of the obliquity of the direction of the *qibla* at Marw to its meridian line. I have calculated it: the ratio is 13:15, as in this diagram [see fig. 5A].

[16] *On knowing the operations for the fixed stars*

We pass the rule over the pole of the equator and the star and we mark where it cuts the equator and the ecliptic. The distance between the mark on the equator and the star in graduations of the rule is the distance of the star from the equator. The mark on the ecliptic is the degree of the transit of the star in the meridian line [i.e. it is the degree of the ecliptic that culminates at the same time as the star]. Then we pass the rule over the pole of the ecliptic and the star and put a mark on each of the two circles of the equator and ecliptic. The [distance] between the position of the star on the sphere and the ecliptic in graduations of the rule is the latitude of the star. The [distance] between it and the equator is the argument of its latitude. The distance between the two circles is the second inclination of its [the star's] degree. The mark that is on the ecliptic is the degree of the star. The [distance] between the two marks in graduations of the equator is the variation of the distance of the star. The [distance] between the two marks in graduations of the ecliptic is the variation of the degree of the transit.

[17] *On knowing the parallax of the Moon in longitude and latitude*

We pass the rule over the zenith and the centre of the Moon. Its [true] altitude is known and its apparent altitude is known by calculation. We put a mark on the sphere at each of its position[s]. Then we pass the rule over the pole of the ecliptic and on the mark of its true position, and the rule cuts the ecliptic is its true position [in longitude]. What is between it and the ecliptic is its true latitude. Then we pass the rule over the pole of the ecliptic and over the second mark. Where it cuts the ecliptic is the apparent position [in longitude]. The surplus between the two intersections with the ecliptic is the parallax [in longitude. The surplus between the two latitudes is the parallax] in latitude. The difference between it and its [the Moon's] latitude (or their sum) is the apparent latitude of the Moon and is called the established latitude of the Moon. From it are calculated the solar eclipses, the sighting of the new moons, and what is done by calculations of the quarters of the Moon.

This is the total of the canonical operations that are known with such a sphere. We have reported them with the utmost brevity. We shall report later what results from them in every question that might arise, God willing (be He exalted!).

في معرفة سمت الإرتفاع

نضع المسطرة على سمت الرأس ودرجة الشمس او الكوكب ونعد من اجزاء[14] الافق فيما بين تقاطع المسطرة والافق وبين مطالع الاعتدال فما كان فهو السمت المطلوب لذلك الارتفاع واذا[15] وضعنا المسطرة على مطالع معدل النهار وسمت الرأس كانت النقطة التي تحت المسطرة في دوران الكرة ارتفاعات[16] لا سمت لها .

في معرفة مطالع السمت

نجيز المسطرة على سمت الرأس ومركز الشمس او الكوكب ذي العرض فان[17] ما بين تقاطع المسطرة ودائرة معدل النهار [.....] فهو مطالع السمت الوسطى .

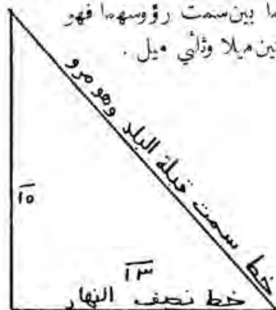
تعديل مطالع السمت : نضع المسطرة[18] كذلك ونجيزها على قطب معدل النهار وعلى الكوكب قوسا فما كان فيما بين هاتين الدائرتين من اجزاء معدل النهار فهو[19] تعديل مطالع السمت ومجموعها مع تعديل النهار هو الدائر من الفلك .

في معرفة بعد ما بين البلدين

[20]نعد من مغرب الاعتدال من اجزاء معدل النهار بقدر طول ذلك البلد ونجيز المسطرة عليه وعلى قطب معدل النهار[21] ثم نعد من اجزاء المسطرة من معدل النهار الى ناحية قطبه بقدر عرض ذلك البلد. فحيث بلغ فثمة سمت رؤوس اهل ذلك[22] البلد. فنتعلم عليه ونجيز المسطرة فيما بين سمتي رؤوس اهل البلدين فما كان فيما بين سمت رؤوسهما فهو البعد فيما بينهما[23] بالدرج ونحسب لكل درجة ستة وستين ميلا وثلثي ميل .

في معرفة سمت القبلة

نعين سمت رؤوس اهل[24] مكة على الكرة ثم نضع المسطرة مارة على سمت رؤوس اهلها واهل مرو وكان بعد ما بين تقاطعهما والافق[25] وبين خط نصف النهار من اجزاء الافق هو سمت القبلة، فاذا اثبتنا المسطرة على هذا الموضع ثم درت الكرة[26] فان اظلال



[شكل ٥ أ]

17. فهو : وهو *D*. 18. تجيز على : illeg. in *T*. 18-20. فهو ... اجزاء معدل النهار om *T*.
20. البلد : البعد ?*T*. 21,22. رؤوس : روس MSS. 22. رؤوسها : روسها MSS.
23. رؤوس : روس *T*, رووش *D*. 24. مكة : اهل مكة *D*.
24. رووس : روس MSS. The diagram is back to front in *D*.

[12] *On knowing the azimuths of [points having] altitudes*

We place the rule on the zenith and the degree of the Sun or star, and count off the degrees of the horizon between the intersection of the rule with the horizon and the rising[-point] of the equinox. What [we] have is the desired azimuth for that altitude. If we place the rule on the rising[-point] of the equator and the zenith, the point[s] under the rule in the turning of the sphere are [points having] altitudes, but no azimuth.

[13] *On knowing the ascension of the "direction" [of the Sun or star]*

We pass the rule over the zenith and the centre of the Sun or star having latitude, so that what is between the intersection of the rule and the equator [and the intersection of the horizon and the equator] is the mean ascension of the "direction". The equation of the ascension of the "direction": we place the rule similarly, letting it pass through the pole of the equator and on the star as an arc. What [we] have between these circles in graduations of the equator is the equation of the ascension of the "direction". The sum of the two, [i.e.] with the equation of the day, is the rotation of the celestial sphere.

[14] *On knowing the distance between the two places*

From the West of the equinox we count off the graduations of the equator in the quantity of the longitude of that place. We pass the rule over it and over the pole of the equator. Then we count off the graduations of the rule from the equator in the direction of its pole, so that the latitude of that place is counted off. Where it reaches, there is the zenith of that place. We make a mark on it and let the rule pass along the [great arc] between the zeniths of the two places. What [we] have between the two zeniths is the distance between them in degrees. For every degree we calculate $66\frac{2}{3}$ miles.

[15] *On knowing the direction of the qibla*

We mark the zenith of Mecca on the sphere. Then we place the rule so that it goes through the zeniths of it [Mecca] and of Marw. The distance between its intersection with the horizon and the meridian line in graduations of the horizon is the direction of the *qibla*. If we fix the rule at this place, and then the sphere rotates, the shadows of the altitudes of the Sun for all the degrees of the ecliptic always fall on the

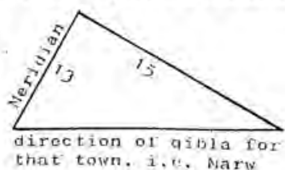


Fig. 5A

والدرجة التي نطلب ميلها وعددنا من المسطرة ما نجد منها فيما بين الفلكين فما كان فهو الميل الثاني لتلك الدرجة .

[2] في معرفة مطالع البروج في الفلك المستقيم

وضعنا المسطرة على قطب معدل النهار ونجيزها على الدرجة[3] التي نريد معرفة مطالعها في الفلك المستقيم وننظر كم بين احد الاعتدالين الى نقطة تقاطعها مع دائرة معدل النهار[4] فما كان فهو مطالع تلك الدرجة في الفلك المستقيم .

في معرفة مطالع البروج في البلد

وضعنا الدرجة[5] التي نريد معرفة مطالعها على افق ذلك البلد ونعد الازمان من اقرب الاعتدالين الى مطالع معدل النهار فما كان[6] فهو المطلوب .

في معرفة كيفية النهار

قد بينا كيفية استخراج نصف قوس النهار فزدناه على صَ او [7] نقصناه منه فهو تعديل النهار لتلك الدرجة .

في معرفة سعة المشرق

قد بينا استخراج الطالع فنعد البعد[8] بين مطلع درجة الطالع وبين مطلع معدل النهار من اجزاء دائرة الافق فما كان فهو سعة المشرق .

في معرفة عرض[9] اقليم الرؤية

وهو ارتفاع قطب فلك البروج . نضع المسطرة على سمت الرأس وعلى قطب فلك البروج ونعد من[10] سمت الرأس الى حيث قاطعت فلك البروج من اجزاء المسطرة فما كان فهو عرض اقليم الرؤية .

حصة عرض اقليم الرؤية :[11] عددنا من اجزاء المسطرة فيما بين سمت الرأس ودائرة معدل النهار فما كان فهو المطلوب .

تعديل الطالع والعاشر : [12] نعد من اجزاء فلك البروج فيما بين المسطرة على سمت الرأس وقطب فلك البروج وبين فلك نصف النهار فما كان فهو [13] المطلوب .

2. معدل النهار : المعدل *T*. 4. في البلد : بالبلد *T*. 5. ونعد : وبعد *D*. الى : التي *D*.
7. فنعد : فبعد *D*. 8. بين مطلع : بين مطالع *T*.
9. الراس : illeg. in *T*. وعلى قطب فلك : وقطب *T*. 9. حيث om *T*. 12. فلك om *T*, 3 times.

for. We count off from the rule what we find on it between the two circles. What [we] have is the second inclination of the degree.

[7] *On knowing the right ascension of the signs*

We place the rule on the pole of the equator pass it over the degree whose right ascension we want to know. We see how many [graduations lie] between one of the equinoxes and the point of its [the rule's] intersection with the equator. What [we] have is the right ascension of that degree.

[8] *On knowing the ascension of the signs for the locality*

We place the degree whose ascension we want to know on the horizon of that locality. We count off the times from the nearer of the equinoxes to the ascending[-point] of the equator. What [we] have is what is required.

[9] *On knowing the nature of the day*

We have already explained the nature of the determination of half the arc of day. We add it to 90 or subtract it from it. It is the equation of the day for that degree.

[10] *On knowing the ortive amplitude*

We have already explained the determination of the ascendant. We count off the distance between the rising[-point] of the degree of the ascendant and the rising[-point] of the equator in degrees of the horizon. What [we] have is the ortive amplitude.

[11] *On knowing the latitude of the climate of observation*

Which is the altitude of the pole of the ecliptic. We place the rule on the zenith and on the pole of the ecliptic. We count off the graduations of the rule from the zenith to where it intersects the ecliptic. What [we] have is the latitude of the climate of observation.

The argument of the latitude of the region of observation: we count off the graduations of the rule between the zenith and the equator. What [we] have is what is required. The equation of the ascendant and of the tenth [house]: we count off the graduations of the ecliptic between the rule (on the zenith and the pole of the ecliptic) and the meridian. What [we] have is what is required.

[24]في معرفة قوس نهار درجة الشمس أو الكواكب الثابتة

[25] وضعنا درجة الشمس من فلك البروج او [26] جرم الكوكب على الافق ثم نضع عليه[27] احد طرفي المسطرة والطرف الآخر على فلك معدل النهار فحيث بلغ نتعلم عليه ثم نعد ما بين تلك[28] العلامة وبين فلك نصف النهار من اجزاء معدل النهار فما بلغ ننظر فان كان طرف المسطرة[29] وقع في الربع الشرقي من الكرة زدنا ذلك المبلغ على ص وان وقع في الربع الغربي منها نقصنا المبلغ[30] من ص فما حصل بعد الزيادة والنقصان فهو نصف قوس نهار درجة الشمس او الكوكب الثابت[31] ايها عملنا به فنضعفه فيكون قوس نهاره ، فاذا قسمنا ذلك على خمسة عشر صارت ساعات[32] معتدلة وان قسمناه على اثني عشر خرج ازمان ساعاتها .

في معرفة الدائر من الفلك

[33] نجيز المسطرة على درجة الشمس او الكوكب الثابت حتى تنتهي الى الافق على موازاة معدل النهار[34] ثم نأخذ منها البعد الذي بين الشمس او الكوكب وبين الافق فنتعلم على الكرة بنهايتي هذا[35] البعد عن جنبي فلك نصف النهار علامتين ، ثم نجيز المسطرة على قطب معدل النهار وعلى[36] الشمس او الكوكب ونتعلم على موضع تقاطع رأس المسطرة ومعدل النهار ، ونجيز المسطرة[37] العلامة التي على الكرة وعلى قطب معدل النهار من الجانب الآخر من فلك نصف النهار[38] فحيث قاطعت طرف المسطرة ومعدل النهار نتعلم عليه . ثم نعد ما بين العلامتين من معدل[39] النهار فما كان فهو الدائر من الفلك ، فكل خمسة عشر درجة منه ساعة واحدة معتدلة .

[40] في معرفة الميل الأول

وضعنا احد طرفي المسطرة على قطب معدل النهار والطرف [41] الآخر على الدرجة التي نريد معرفة ميلها ونعد من آخر المسطرة ما نجده فيما بين الفلكين اعني[42] فلك البروج وفلك معدل النهار فما كان فهو ميل تلك الدرجة .

الميل الثـــاني

[43] وضعنا احد طرفي المسطرة على قطب فلك البروج وعلى درجة [f. 74r] الشمس

24. الكواكب : الكوكب *T.* 26. الكوكب . الكواكب *D.* 27. معدل : نصف *D.*
31. عملنا . كلنا ؟ *D.* 32. عشر om *D.* 35,37. فلك om *T.*
41. ونعد : وبعد *D.* 42. النهار ... فلك . البروج والمعدل *T.* تلك om *T.*
43. فلك om. *T.* وعلى درجة ودرجة *T.*

[3] *On knowing the arc of day of the degree of the Sun or fixed stars*

We place the degree of the Sun in the ecliptic, or the body of the star, on the horizon. Then we place one of the ends of the rule on it [i.e. the horizon, where the degree of the Sun or star now lies] and the other end on the equator. Where it reaches on it [the equator] we put a mark. Then we count what [the number of degrees] is between this mark and the meridian in graduations of the equator. We examine what [place] it reaches: if the end of the rule lies in the eastern quarter of the sphere, we add that amount to 90; and, if it lies in the western quarter of it, we subtract the amount from 90. What arises after the addition or subtraction is half the arc of day of the degree of the Sun or fixed star, however we operate with it. We double it, and it becomes its arc of day. If we divide this by 15, [the number of] equal hours results; and if we divide it by 12, [the length of the] seasonal hours is produced.

[4] *On knowing the rotation of the sphere*

We pass the rule over the degree of the Sun or fixed star so that it reaches to the horizon [and lies] parallel to the equator. Then we take from it the distance that is between the Sun or star and the horizon and put two marks on the sphere at the extremities of this distance on either side of the meridian. Then we pass the rule over the pole of the equator and over the Sun or star, and we put a mark at the place of intersection of the head of the rule and the equator. We pass the rule over the mark on the sphere and over the pole of the equator, [the mark chosen being] on the other side of the meridian; and where the end of the rule and the equator intersect we make a mark on it [equator]. Then we count [the graduations] between the two marks along the equator. What [we] have is the rotation of the celestial sphere. Every 15 degrees of it is one equinoctial hour.

[5] *On knowing the first inclination* [*declination*]

We place one of the ends of the rule on the pole of the equator and the other end [!] on the degree whose inclination we want to know. We count from the foot of the rule [the graduations] that we find between the two circles, i.e. the ecliptic and equator. What [we] have is the inclination of that degree.

[6] *The second inclination*

We place one of the ends of the rule on the pole of the ecliptic and [let the rule pass] over the degree of the Sun or degree whose inclination we are looking

الكرة، ثم قسمت محيط الدائرة العظمى المساوية لارتفاع خزانة الرمل وهو[40] مائتين واثنين وسبعين قسما وتسعين على نسبة ستة عشر الى اربعين فخرج مائة وثمنية اقسام[73v] وثمنية اتساع قسم، ثم قسمت ذلك على ثلثة وسبع فخرج قطر الدائرة التي ينبغي ان تركب على محور الدائرة[2] الصغيرة [وهو]٣٤ [قسما] و٦٤ [جزءا] من ٩٩ جزءا من قسم حتى اذا دارت هذه الدائرة على محورها مرتين ونصف ادارت محور الكرة [3] مرة واحدة في يوم بليلته، ثم ادرت على الكرة بقطب حركة الكل وببعد ضلع المربع دائرة معدل[4] النهار وقسمتها بثلثمائة وستين قسما متساوية، واخذت من فلك نصف النهار من قطب معدل النهار [5] بعد كج له وجعلت ذلك الموضع قطبا وادرت به وببعد ضلع المربع دائرة فلك البروج وقسمتها [6] باقسام البروج والدرج على الرسم مبتدئا من تقاطع الفلكين، وقسمت الدائرة التي على سطح الصندوق[7] المحيطة على الكرة وهي دائرة الافق كذلك بثلثمائة وستين قسما متساوية وكتبت عليها الجهات الاربع[8] وعملت سائر الاعمال على ما صورته. والله الموفق للرشاد.

في معرفة الكرة وما ينتج من حركتها

[9] اتخذت ربعا مساويا لربع الكرة [10] وقسمته بتسعين قسما متساوية[11] وسميته مسطرة، فاذا اردنا[12] ان نعرف الدرجة الطالعة من فلك[13] البروج على افق مرو ونظرنا الى الافق[14] الشرقي فما قطع من فلك البروج من[15] الدرج وكسورها فهي درجة الطالع،[16] وعلى الافق الغربي فهي درجة الغارب [17] وعلى فلك نصف النهار [فهي] درجة العاشر.

[18]في معرفة ارتفاع الشمس والكواكب الثابتة

[19]وضعنا احد طرفي هذه [المسطرة] على سمت الرأس[20] وعلى مركز الشمس أو الكوكب فما وجدنا[21] من عدد اقسام المسطرة فيما بين الشمس[22] أو الكوكب وبين الافق اعني سطح الصندوق[23] فهو الارتفاع المطلوب معرفته شرقياً أو غربياً.

40. مائتين : مائتى MSS.   وتسعين : وتسعى MSS.
73v 1. على ذلك : ذلك D.   2. ٣٤ ... و٦٤ : added in margin in T; ٣٤ D.
من ٩٩ om D, but ٩٩ appears as first word in next line!
6. على سطح : في سطح T.   7. متساوية om D.   8. والله الموفق للرشاد om T.
11. وسميته : ومسيته D., ? T; corrected in T in margin.   16. فهى om D.
20,22. الكوكب : الكواكب D.

the circumference of the greater wheel equal to the height of the reservoir, which is $272\frac{2}{9}$ divisions, in the ratio of 16 to 40, and it came out to $108\frac{8}{9}$. Then I divided that by $3\frac{1}{7}$ to produce the diameter, $34\frac{64}{99}$ divisions, of the wheel, which must be mounted on the axle of the small wheel. Thus, if this wheel turns on its axle $2\frac{1}{2}$ times, it turns the axle of the sphere once [and this happens] in a day and a night.

Then, with the pole of the motion of the universe [as pole] and with a distance [i.e. opening of compasses] of the side of the square [inscribable in a great circle of the sphere] I drew the circle of the equator on the sphere. I divided it into 360 equal parts. Along the meridian I took a distance of 23 [degrees] 35 [minutes] from the pole of the equator and made that place a pole; and with it [as pole] and with a distance of the side of the square, I drew the circle of the ecliptic. I divided it into the signs of the zodiac and [into] degrees, according to the drawing, starting from the intersection of the two circles [equator and ecliptic]. I divided the circle that is on the surface of the box and surrounding the sphere, the circle of the horizon, likewise into 360 equal parts. I inscribed the four directions on it, and made everything according to what I have sketched. God helps us to find the right way.

[THE SECOND PART: ON THE USES OF THE INSTRUMENT]

[1] *On knowing the sphere and what ensues from its motion*

I took a quadrant equal to a quadrant of [a great circle of] the sphere and divided it into 90 equal parts. I called it a "rule".

If we want to know the ascendent degree of the ecliptic at the horizon of Marw, we look at the eastern horizon; and what it cuts off from the ecliptic in degrees and their fractions is the degree of the ascendant. On the western horizon it is the degree of the descendant; and on the meridian it is the degree of the tenth [house] [i.e. the culminating degree].

[2] *On knowing the altitude of the Sun and fixed stars*

We place one of the ends of this [rule] on the zenith and [let the rule pass] through the centre of the Sun or star. What number of divisions of the rule we find between the Sun or star and the horizon – that is, the plane of the box – is the altitude required to be known, be it eastern or western.

ما صورته له حس ونفس وتمت الكرة[17] تعالى دولة مولانا الشيخ العميد السيد العالي ولي النعم زادها الله علاء، ورجوت ان يوفق الله تعالى[18] لايقاع ذلك الموقع الذي قصدته من رضاه فان التوفيق من عنده والخير كله بيده .

[19] في صفة صنعة الكرة

اتخذت مسطرة بطول ذراع وقسمته باثنين وسبعين قسما [20] متساوية، ثم اتخذت صندوقا على الرسم وهو صندوق ا ب ج د وكرة ح ر س . وادرت على سطح[21] الصندوق عند نقطة ه دائرة ر س بقدر قطر الكرة وركبتها فيه تركيبا يسهل معه حركتها[22] ونصبت في الجانب الشمالي من الدائرة قطعة قوس من فلك نصف النهار من شبه وثقبت فيها[23] بقدر ارتفاع القطب عن افق مرو، وركبت فيها طرف المحور ، ونصبت القطب الجنوبي[24] داخل الصندوق نصبا صار به نصف الكرة في دورانها ظاهرا فوق الصندوق والنصف الآخر[25] منها خفيا فيه ، وحفرت في الجانب الشرقي منها على سطح الصندوق مربعا مساويا لمربع خزانة[26] الرمال، ثم رصدت ثقبات كثيرة وامتحنتها بمرات متوالية حتى وقفت على ان اضيق ثقبة يمكن[27] ان يخرج بها الرمل ولا ينسد هي في سعة ما يخرج بها في دور درجة واحدة من ازمان معدل [28] النهار من الرمل وزن سبعين درهما، يكون في زمان دورة واحدة للفلك وزن ٢٥٢٠٠ درهم[29] ويكون ذلك ثمنية وتسعين منا بالمنذار الذي به يكون المن الواحد وزن مائتي وسبعة وخمسين[30] منها وسبع ومسحت الموضع الذي يسع فيه المن فوجدته من اقسام المسطرة الف وستمائة[31] مكسرة، فضربتها في وزن الرمال التي تخرج في دور واحد من الفلك وهو ثمنية وتسعين[32] منا، فاجتمع مساحة خزانة الرمل من اقسام المسطرة ١٥٦٨٠٠ قسم، وقد كنت جعلت[33] عرض الخزانة اربعة وعشرين قسما في طول اربعة وعشرين منه يكون مربع سطح اعلاه[34] خمسمائة وستة وسبعين، فقسمت مساحته على ذلك فخرج ارتفاع الخزانة مائتين واثنين وسبعين قسما[35] وتسعي قسم، وهو مقدار دور الدائرة التي تدير محور الكرة ويكون قطرها ستة[36] وثمنين قسما وأحدا وستين جزءاً من تسعة وتسعين جزءاً من قسم، ومن اجل ان هذه الدائرة ليست [37] تسع في الصندوق اتخذت دائرة قطرها عشرون وعليها اربعون دندانجة واتخذت دائرة صغيرة[38] عليها ستة عشر دندانجة وركبتها في محور آخر نصبته داخل الصندوق [39] على موازاة محور

20. صندوق ا ب ج د : ا ب ج د T. 21. نقطة ه : نقطة D.
26. الرمال : الرمل T. ان om T. 27. ان يخرج بها : ان يخرج منها T. في دور : من دور T.
30. منها : [ ]بها (?) D. 34. على : عن D. مائتين : مائتي MSS.
35. قطرها : قطراها D. 36. وأحدا : واحد MSS. 36. ثمنين : ثمانين D.

brought into my observation[s] of corruption and mistakes, I became weary in this matter for a [long] tedious time – until God (be He exalted!) made it easy through the hands of a carpenter, whose name was ᶜAlī al-Sarakhsī. He followed what my senses and mind portrayed to him; and so I completed the sphere.

May the high rank of our master, the Shaykh, the great man, the wise lord, the great benefactor, be exalted and may God increase it in excellence! I asked that God (be He exalted!) let me reach that place of His satisfaction that I aspire to, because success comes from Him and the Good is entirely in His hands.

Description of the construction of the sphere

I took a rule a cubit long and divided it into 72 equal parts. Then I took a box as in the diagram – it is box *ABGD* – and a sphere *HRS*. On the surface of the box I drew a circle *RS* about point *E* [whose diameter is] of the amount of the diameter of the sphere. I mounted it in it so that its motion was easy against it. On the northern side of the circle I erected a portion of arc of the meridian [made] of brass. I made a hole in it at the amount of the altitude of the pole from the horizon of Marw. I mounted the end of the axle in it, and set up the South pole inside the box so that in its rotation half of the sphere became visible above the box and the other half was hidden in it. On the eastern side of it [i.e. the circle], on the surface of the box, I carved out a square equal to the square [cross-section] of the sand reservoir.

Then I prepared many holes and tested them repeatedly, until I discovered the narrowest hole through which sand comes out without getting clogged. It was of such a width that in the rotation of one degree of the equator a weight of 70 *dirhams* of sand comes out, and, in the time of one revolution of the celestial sphere, a weight of 25200. This is 98 *manns*, by the quantity in which one *mann* is the weight of $257\frac{1}{7}$ of them [*dirhams*]. I measured the volume [*mawḍiᶜ*] in which the *mann* is contained and found it to be 1600 cubic [units] in divisions of the rule. I multiplied it by the weight of sand that comes out in one rotation of the celestial sphere, which is 98 *manns*, and the volume of the sand reservoir came to 156800 in divisions of the rule. I had made the breadth of the reservoir 24 divisions and the length 24, [so that] the square of its upper surface is 576. I divided its volume by that, and the height of the reservoir is produced – $272\frac{2}{9}$ divisons. It is the quantity of a rotation [i. e. circumference] of the wheel that turns the axle of the sphere. Its diameter would be $86\frac{61}{99}$ divisions. Because this circle could not be accommodated in the box, I took a wheel whose diameter was 20 and on which there were 40 teeth. Further, I took a small wheel on which there were 16 teeth and mounted it on another axle, which I erected inside the box parallel to the axle of the sphere. Then I divided

بسم الله الرحمن الرحيم

مقالة للخازمي في اتخاذ كرة تدور بذاتها بحركة مساوية لحركة الفلك[2] ومعرفة العمل بها ساكنة ومتحركة

[3][ ]ه الذي جعل مولانا الشيخ العميد السيد العالم ولي النعم ابا الحسين علي بن محمد بن عيسى معدن العلوم [4][والا]داب ومنبع الفضائل في جميع الابواب ، فاستوعب الحكم بجميع انواعها وتفرد في زمانه بقوانينها وفروعها ،[5] [فا]ن له بها اخلاقا سنية واعراقا زكية وهمة علية وسيادة ، وجربه واختصه بصدق رعية في احياء العلم [6][ ] وممارسة الحكمة ومراعاة التائمين بمعالمها والمحافظة على حقوق المبتدئين لاحياء مراسمها ،[7][ ]ت حضرته الرفيعة مقصودة للاستفادة من عونه فيها لتحصيل السعادة ، واحرز فيها الذكر [8][الطو]يل المزيد والثناء الجزيل المخلد ، فالله تعالى يطيل بقاءه ويديم نعماءه ويحرس فناءه رحمة على العلماء وعدة[9][للفـ]ضلاء ويصرف عنه عين الكمال ويقص دونه اظافير الزوال ، انه على ما يشاء قدير .

وفي هذه [10][الا]يام لما لاح له ما وقع في الازياج من التفاوت العظيم وبان له من علم الهيئة ما وقع من الاختلال الظاهر [11] [في الت]قويم لم يرض همته العالية ان يقتصر على ما ينطق به حساب هذه الازياج لتباعدها عن الحقيقة وسوء المنهاج [12] [ ] نى ادام الله علو امره بتجديد رصد بحضرته العالية وتحقيق مواضع الكواكب بحركاتها المختلفة <المستوية وقبل الابتداء فيه خرج الامر العالي زاده الله علاء باتخاذ كرة تدور بذاتها> [13] [م]وازاة الفلك وبحركة مساوية لحركة الكل . فقابلت امره العالي بالسمع والطاعة وبذلت [14] [ ]سع في اتمام هذه الصناعة فعملتها مع تعذر وجود الصناع الموسومين بهذا العمل والتبرؤ عن [15][ ]لاح ما كانوا يوقعونه في رصدي من الخلل والزلل وتعبت في هذه الحالة مدة متراخية حتى سهل[16] الله تعالى على يدي نجار يقال له علي السرخسي فقد اطاع

1. بسم ... الرحيم om *T*.

3-18. به ... بيده [ ] om *T*.

11. لتباعدها . لساعدها *D*.

12. < المستوية ... بذاتها > from margin in *D*.

3. *Arabic text and Translation*

In the name of God, the Merciful, the Compassionate.

THE CHAPTER OF AL-KHĀZIMĪ ON SETTING UP A SPHERE THAT ROTATES BY ITSELF WITH A MOTION EQUAL TO THE MOTION OF THE CELESTIAL SPHERE AND KNOWLEDGE OF ITS USE, STATIONARY OR IN MOTION.

[——] who made our master, the shaykh, the great man, the wise lord, the great benefactor, Abū'l-Husayn ᶜAlī ibn Muḥammad ibn ᶜĪsā, the mine of the sciences and letters and the fountainhead of merits in all fields. For he comprehended sciences of every kind and was unique in his time in [understanding] their principles and branches – because he had splendid and extravagantly pure qualities of character, high aspiration and qualities of leadership. He [God] tested him and distinguished him in the candour of his protection in revitalizing science, applying wisdom, care for those who practice its achievements, and guarding the rights of those who undertake the revitalization of its principles. May his sublime excellency [always be] sought after, in order to draw profit from his help in them [the sciences] to reach a happy state; and may he reach in them a long and rich reputation and great and everlasting praise. May God (be He exalted!) prolong his being, make his grace continue, and prevent his decease, in mercy for the scholars and help for the excellent; and may He turn from him the evil eye, and clip before him the claws of Death, for He is capable of everything He wants.

In these days, when it was apparent to him what a great disparity there was among the *zījes*, and when it was clear to him from astronomy what discernible deficiencies there were in the correct setting up [of the *zījes*], his high endeavour did not rest content with confining himself to what the calculators of these *zījes* had pronounced, because of their [the *zījes*'] deviation from the truth,, and bad method. Thus he ordered (God perpetuate his exalted orders!) me to make a new observation in the presence of his Highness and to ascertain the positions of the stars in their various uniform motions. Before it began, the exalted order (God increase his excellence!) was issued to set up a sphere that turns by itself in parallel with the celestial sphere with a motion equal to the motion of the universe.

I received his exalted order with attention and obedience, and did my best to complete this design. I made it although it was difficult to find workers specialized in this work; and declaring myself innocent of [all] that they had

(*D* f.73v, *T* f. 118r) may be noted. (1) In *T* the reservoir is placed entirely in the box, but the text says that a hole 24 units square must be cut in the top of the box for it. (2) In *T* the sphere is put in the middle of the top of the box; in *D* it is on the left, as here. (3) In *T* the cord is shown like a chain; *D* is not clear. It is also not clear – *T* is vaguer still – what the lines on the drum *i* are meant to be. (4) *D* omits pulley *X*. (5) ج and د are omitted in *D*.

On the whole the diagram in *T* is more neatly executed. For instance, the toothed wheels are shown with just 16 and 40 teeth.

To correct the perspective, the points ح and ف have been moved from the left-hand edge and are now supposed to be in the front of the box. The pulley *Z* has been added. For convenience, the reservoir, which is over eleven times as tall as it is broad, has been foreshortened.

Legend for Fig. 5

a الكرة sphere

b الأسرب lead

c محور الكرة axle of sphere

d-e خشبة معرضة (خشبة معارضة *T*) crossbeam (?)

f محور axle

g اربعون دندانجة 40 teeth

h ستة عشر دندانجة 16 teeth

i المدير turner [i.e. wheel, drum]

j خزانة الرمل sand-reservoir

k حلقة pulley

l الثقبة المرصودة observed hole

m مجتمع الرمال *D* (مجمع الرمال *T*) sand-container.

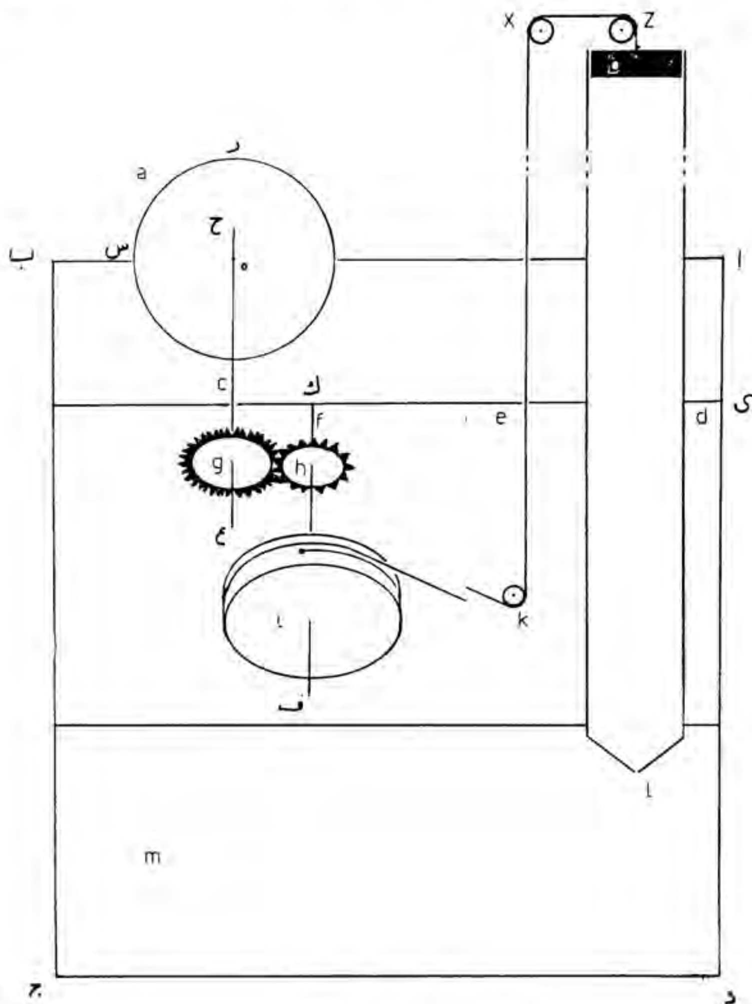


Fig. 5

abbreviation of Jābir b. Aflaḥ's commentary on the *Almagest*, ff. 73v–92v: Suhrāb b. Amīr al-Ḥājj b. Muḥammad b. al-Ḥasan and 675H (1276 A.D.)[62] The Damascus manuscript, which also contains a number of interesting items, is described elsewhere.[63] It appears to be of later date, but sometimes has better readings. In addition, it carries the laudatory introduction, which Thurston 3 omits.

There are indications that the text is in an imperfect state. For instance, a whole paragraph on the ascendant and similar points obtrudes itself between the introduction of the rule (73v 9–11) and the first instruction (73v18 et seq.) on the use of "this [rule]". Again, the number $34\frac{64}{99}$, the diameter of the wheel labelled *i* in the diagram (fig. 5), had to be restored from marginal annotations and calculation – in the Damascus manuscript part of the wreckage of the fraction appears in the next line. But only the most certain and obvious corrections or emendations have been made and the translation has been kept very literal.

The numbers in the text refer to the lines in *D*. Punctuation and hamzas have been silently added and nothing appears in the critical apparatus when the reading is clear in *T* but is obscured in *D* by a covering in the right-hand margin of f. 73r and the top of f. 74r. There are a few partly illegible calculations in the margins of *T* f. 118r, but they appear to add nothing to the text and have not been transcribed. Otherwise everything has been recorded.

[ ] at the beginning of a line in *D* means that the MS is obscured and that what is inside, if anything, is a guess; elsewhere it indicates an editorial addition.

< > means an addition from the margin.

[. . .] indicates an omission in the text.

2. *The Principal Diagram*

Since the diagram in *D* can be seen in the facsimile, it will be of more use here to reconstruct it and give it in plan (fig. 4) and elevation (fig. 5). The latter carries all the words in the manuscript diagrams. They are indicated by lowercase Roman letters. Arabic letters are transcribed from the manuscripts, and the capital Roman letters are added for ease of reference.

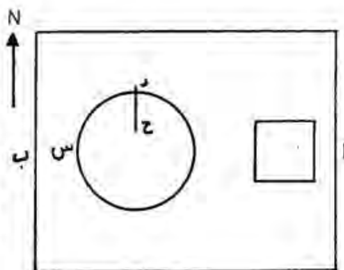


Fig. 4

The following differences in the MSS

62. For the scribe, see Kunitzsch, *Ibn aṣ-Ṣalāh*, pp. 29-30.
63. See Kennedy and Rageb.

Plate 3: MS Ẓāhirīya 4871, f. 74r

(Reproduced by courtesy of the Ẓāhirīya Library, Damascus)

Plate 2: MS Ẓāhirīya 4871, f.73v

(Reproduced by courtesy of the Ẓāhirīya Library, Damascus)

Plate 1: MS Ẓāhirīya 4871, f. 73r

(Reproduced by courtesy of the Ẓāhirīya Library, Damascus)

Thus, in the diagram, poles X' and Z' of circle UOY are found. This circle is now drawn and graduated. After this a similar treatment is accorded to the equator and the ecliptic, the poles being first found on circle UOY. Unfortunately no value for the obliquity of the ecliptic (الميل الأعظم) is given. Holes are made at the poles not only of the equator but also of the ecliptic; and the sphere is now mounted, by the ecliptic's poles, in the meridian ring, so that its graduations may be used to put the fixed stars on the sphere. A fourteenth-century celestial globe in the Oxford Museum of the History of Science is equipped with a hole at the South pole of the ecliptic, though its frame has only the lower half of the meridian.[57]

Since, by contrast, al-Khāzinī's account of making the sphere is very short, we may, perhaps, use the above description to fill it out. Caution must be used, however, since al-Khāzinī apparently uses compasses to draw great circles. Al-Battānī says much less of the practical details of inscribing the circles, and Qusṭā b. Lūqā gives so little on constructional matters that four prefatory chapters had to be supplied in the Spanish translation.[58]

Of the uninvestigated texts on the globe the most promising are an extended treatment by al-Ṣūfī (903-86), author of enormous treatises on the astrolabe and on the fixed stars, in 157 chapters[59] and an anonymous treatise in 43 folios, both in Istanbul.[60] The latter quotes five works on the sphere: by Autolycus, Qusṭa b. Lūqā, Heron, Philon and Theon of Alexandria. There are also several tracts in Latin, one of which, "De horologio secundum alkoram id est speram rotundam", is evidently a translation from Arabic.[61] For further treatments the various commentaries on the *Almagest* might well repay investigation, since the solid sphere is probably to be regarded as a development of *Almagest* VIII, 3.

II THE TEXT

1. *General*

Al-Khāzinī's description appears in two manuscripts: Ẓāhirīya 4871, ff. 73r-74r, and Oxford Thurston 3, ff. 118r–119r, denoted by sigla *D* and *T* respectively. The part of Thurston 3 that contains our text is a treasure-trove of astronomical treatises and scraps written in a single hand, which is not easy to read and often confused by an imprint of the opposite page. The scribe and date may be identified by reference to the colophon of Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī's

57. See plate XI of Mayer *Islamic Astrolabists*. A third hole is also visible. Nasr, *Islamic Science*, p. 123, shows the globe mounted on the ecliptic's poles. For a list of surviving Islamic globes up to the time of Ulugh Beg, see Destombes, *Globes*.

58. *Libros del Saber* I, p. 151 et seq..

59. Istanbul MS Seray 3505 (item 1, 60ff). Krause, pp. 463–4.

60. Istanbul MS Aya Sofia 2673 ff, 41v–84v, 864H. Krause, pp. 525–6.

61. Millás Vallicrosa, *Est. un. Cat.* 288–90.

that the sphere is adjustable for geographical latitude. A graduated quadrant of the same diameter is made:[53]

ثم نعمل ربع دائرة من نحاس مساوياً لربع حلقة نصف النهار وليكن عليه آ ب ج د ونقسم قوس ج د منه بتسعين قسماً مساوية ونكتب عدد هذه الأجزاء على ما تراه في الصورة ونجعل لهذا الربع موضعاً بكفة[54] اما في حلقة نصف النهار واما في حلقة الأفق

Fig. 2

Then we make a quadrant from brass equal to a quarter of the meridian ring. Let there be [points] *ABGD* on it. We divide its arc *GD* into ninety equal divisions and write the number[s] of the degrees, as you see in the diagram. We make a place for this quadrant at the edge, either in the meridian ring or in the horizon ring.

Al-Marrākushī now turns his attention to the sphere. A point is chosen [O in diagram][55] **as the North pole of the equator and with this as centre a (small) circle is drawn with compasses (بالبركار) and divided into four equal parts [at points *UXYZ* in diagram]. A great circle – the circle through the four poles, i. e. of the equator and the ecliptic – is now drawn through the pole and two of the points of intersection [*U*, *Y*, say]. For this one should use an آلة الخرط, which is surely not a lathe, but needs both poles to draw a circle:**[56]

والأصلح في تخطيط هذه الدائرة ان تخط بآلة الخرط وان يطلب قطباها بالربع المجزى وهو ربع آ ب ج د أو بالاستقراء وذلك ان الربع المجزأ اذا وضع احد طرفيه على القطب الشمالي وجعل حرفه المجزى على احدى النقط الأربع كان طرفه الآخر واقعاً على أحد قطبي الدائرة المطلوبة واذا وضع أحد طرفيه على القطب الشمالي وجعل حرفه المجزى على النقطة المقابلة للنقطة التي كان عليها في الوضع الأول من النقط الأربع كان طرفه الآخر واقعاً على القطب الآخر من قطبي الدائرة المطلوبة .

In the delineation of this circle it is best that it is inscribed with the turning-instrument and that its poles are sought with the graduated quadrant, the quadrant *ABGD* (or by investigation): if one of the ends of the graduated quadrant is placed on the North pole and its graduated edge is laid over one of the four points, its other end will lie on one of the poles of the circle sought. When one of its ends is placed on the North pole and its graduated edge is laid over the point opposite [the one] that it was over in the first case of the four points, its other end will lie on the other of the two poles of the circle sought.

Fig. 3

53. F. 15r, lines 13–6.
54. Sédillot, *Mémoire* p. 114, has يكفيه, [a place] that suffices.
55. Fig. 3. There is no diagram in the MS.
56. BN 2508 f. 15 lines 5–11. The preparation of the sphere is not given by Sédillot.

Qusṭā b. Lūqā's ذات الكرسي consists of two fixed rings, representing the horizon and meridian and attached to a stand, and a solid sphere, marked with the celestial equator, ecliptic, etc., and pivoted to the meridian ring at points corresponding to the North and South poles. All the circles are graduated. Most of the problems for which the plane astrolabe is normally used may be solved with this instrument. In al-Battānī's بيضة (egg) we have the same instrument but with an extra colural armilla carrying movable sights and another meridional armilla to allow for continuous variation in geographical latitude.

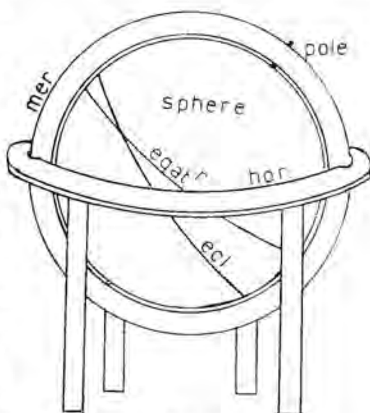


Fig. 1
Qusṭā b. Lūqā's *dhāt al-kursī*

Al-Khāzinī's solid sphere is similar to Qusṭā b. Lūqā's, but is half sunk in the top of a box representing the horizontal plane – in this detail resembling the Chinese examples. In addition to the graduated horizon and equator, on box and sphere respectively, there is a loose quadrant, also graduated. Details of its use are given in the commentary to the text. An apparently similar quadrant is mentioned in a short appendix to the Spanish translation of Qusta b. Luqa's treatise on the solid sphere. This appendix, included to make the work on the sphere more complete, is entitled,[51] "On knowing how the rings [circles?] of the *tasyir* are made on the sphere and [how] to 'equalize the houses' according to the opinion of Hermes, and how to operate with them":

De saber cuemo se fazen las armillas dell atacyr en la espera. et egualar las casas segund la opinion de Hermes. et cuemo obren con ellas.

In the first paragraph one end of the quadrant is described as being fixed to the pole of the ecliptic with a pin (*clavo delgado*).

The solid sphere described by al-Marrākushī (13th century) has a loose quadrant. According to the description in his جامع المبادى والغايات[52] the sphere is made, and then its diameter is found by a geometrical construction. With this diameter the horizon and meridian are made, together with a three-legged support. Holes are made in the meridian at intervals of a degree and a device (ماسكة) is provided, pivoted to the horizon, to engage any one of these holes, so

51. *Libros del Saber*, I, p. 206. The chapter continues to p. 209. For Hermes, see Sezgin IV, pp. 41–3. For *tasyir*, see Kunitzsch, *Glossare*, pp. 44–5.

52. MS Paris BN 2508 (old no. 1148) ff. 13r-16r (old pagination, pp. 25–32). See Sédillot, *Mémoire* pp. 110.4.

ruled out, it is likely that one or more types of water-wheel used in clocks were transmitted to both the Chinese and Islamic cultures from Hellenistic antiquity, along with striking mechanisms, jackwork and mechanical toys. From the previous section it appears that the same could be said of self-rotating globes; and I have elsewhere[44] argued a similar case for the steelyard clepsydra, or balance-water-clock.

Certainly none of these devices were beyond the ingenuity of the people who constructed the Antikythera mechanism or Archimedes' sphere showing the motions of the Sun and Moon.[45] Whether the Alexandrians invented these things themselves is another matter. The means of transmission to China is a matter for speculation, though it might be pointed out that several waves of western influence in astronomy reached India in antiquity[46] and a self-rotating globe is reported there of about the year 500 A.D.[47] Again, there are instances recorded of clocks being sent by Muslim rulers to western kings as presents: Harūn al-Rashīd's present to Charlemagne and Saladin's to Frederick II of Sicily.[48] Direct borrowing is possible.

As Needham points out,[49] "It almost seems as if some mad dictator had contrived to expunge all details of Hellenistic astronomical models from the records". The self-rotating sphere of al-Khāzinī makes a small contribution to recapturing these details, especially when compared with the Chinese constructions. Perhaps we may hope to recover, some time, Heron's lost book on water-clocks.

3. *The Solid Sphere*

So far, the "sphere that rotates by itself" can be seen as a demonstration instrument, or possibly a clock. But the sphere also serves as an instrument known in the Islamic world as ذات الكرسي and in the Latin Middle Ages as *sphera solida*.[50] This instrument is to be distinguished from the spherical astrolabe, in which the horizontal coordinates are marked on a sphere and a close-fitting rete, pivoted at the poles, carries the celestial circles and representations of a few stars. Different again are the armillary sphere, a demonstration instrument showing only the principle celestial circles, and the ذات الحلق (*habens armillas*), described by Ptolemy in *Almagest* V, 1 for direct observations, and its modifications.

44. Lorch, *Balance-Clock*.

45. See note 21. For translations of the classical citations of Archimedes' model, see Price, *Origin of Clockwork*, pp. 89-90.

46. Pingree, *DSB* XIV, p. 533.

47. Needham, *SCC* IV ii, p. 539.

48. Beckmann, pp. 343, 349.

49. Needham, *HC*, p. 185.

50. Bibliographical details of solid spheres etc. in Lorch, *Sphera Solida*.

size, but several reports concern armillary spheres, which are comparatively light. We may conclude that the early Chinese self-rotating spheres were rotated either by a water wheel, like Su Sung's or by a sinking float, like the Hellenistic and Byzantine clocks and (with the substitution of sand) al-Khāzinī's sphere.

Clocks worked by sand seem to have been of late introduction in China. Ricci, the sixteenth-century Jesuit missionary, says that the Chinese had a few sand-clocks.[35] The earliest seems to be of the fourteenth century.[36]

iv. The Question of Transmission

Clocks exhibiting jackwork and astronomical information were well established in the Islamic and Byzantine cultures and are clearly derived from the early Hellenistic period. Vitruvius attributes a clock with jackwork to Ctesibius, who lived in the early third century B.C.[37] Needham explains their later appearance in China as probably due to "stimulus diffusion".[38] That is, the Chinese craftsmen worked independently from a few ideas transmitted to them, and there was no wholesale transmission of Hellenistic mechanics to China. The reason given is that the Hellenistic and Byzantine clocks used only the sinking float principle, whereas the Chinese used (the more powerful) water wheels. Some doubt has already been cast on the latter assumption. Further, water-wheels of various kinds do occur in the Hellenistic-Arabic tradition. There is a water-wheel in the last last chapter of the Arabic version of Philon's *Pneumatics*,[39] though not of exactly the same type. According to Prof. Drachmann[40] the chapter is "a later interpolation of uncertain date", but even if this is so – and certainly the text is in pretty bad shape and the oldest manuscript is probably the thirteenth century[41] – there is no reason to suppose it came from China. Vitruvius describes a similar device. Drachmann considers the apparatus in the Philo text as "an ancient instrument, possibly partly improved by a later hand".[42] The water wheels in al-Jazarī are well known,[43] if late (early thirteenth century). Finally, Dr. D.R. Hill, the translator of several Arabic books on machines, considers that, "The use of both types [horizontal and vertical] of water wheel was widespread in Islam from the 3rd 9th century onwards".[43a] While independent invention or transmission from China to the West cannot be

35. "Pauca enim alia conficiunt rotulis ab arena velut aqua circumactis...". *De Chr. Exp.*, p. 22.
36. Needham, *SCC* IV ii, p. 510.
37. Drachmann, "Ctesibius", *DSB*.
38. Needham, *CCCW*, p. 228. See also table 59 in *SCC* IV ii, p. 553.
39. Philon, *Appareils pneum.*, pp. 94–6. There is a picture, a modern reconstruction, on p. 186.
40. Drachmann, review of *HC*, p. 202.
41. Krause, p. 443. See the introductory chapters to Prager, *Pneum.*
42. Drachmann, *Ktesibius, Philon and Heron*, p. 66.
43. E.g. Jazarī p. 103.
43a. Hill, *Ibn Muᶜādh*, p. 39.

2'. The same, 440 A.D. A globe of diameter 2.2 feet, on which the Sun, Moon, and five planets were attached to the ecliptic.[28]

3. *Thao Hung-Ching* (452-536), about 520 A.D. description c. 670, copied 983. An armillary sphere over three foot high with the Earth in the middle, was mechanically rotated.[29]

4. *Kêng Hsün*, late sixth century; descriptions 636, and about 670 AD. His armillary sphere (or globe) was rotated "through the power of (falling) water".[30]

5. *I-Hsing* and *Liang Ling-Tsan*, eighth century; descriptions 945, 1061, and 1267 A.D. I-Hsing introduced here the "Ptolemaic ecliptically mounted sight-tube". The whole device was "made to turn automatically by the force of water acting on a wheel". Later descriptions say scoops are used. The globe was half sunk in wooden casing and rotated by a complicated mechanism, possibly with an escapement.[31]

6. *Su Sung*, end of eleventh century; description by Su Sung. Both a globe, half sunk into the casing, and an armillary sphere are rotated by a very elaborate mechanism powered by a water-wheel controlled by an escapement. The armillary sphere alone weighed fifteen tons. The whole clock was between 30 and 40 foot high.[32]

No more need be said here about the globes of I-Hsing and the famous Su Sung, since they are evidently more sophisticated than al-Khāzinī's primitive device. But the four earlier self-rotating spheres sound remarkable similar, except that they are water-powered. In some of them an armillary sphere is substituted for the globe, but the principle remains.

Needham maintains that the power of a sinking float would be inadequate to drive a sphere of any size and therefore supposes that such spheres were powered by scoop water-wheels.[33] This is gratuitous, because a sinking float can provide as great a force as a scoop of water of the same weight and can, besides, be made very large. The torque given to the axle depends on the size of the barrel round which the cord is wrapped. It is clear from the fragment of a Roman anaphoric clock found near Salzburg in 1897 that heavy objects could be rotated by a sinking (or rising) float. This fragment, rather less than a quarter of the entire disc, weighs 5.5 kg[34] – so that the disc weighed a few pounds short of half a hundredweight – and we have no reason to suppose that the float was an exceptionally large one (so that it could support an exceptionally large counter-weight). Of course, a solid globe (no mention seems to have been made of hollow globes) would be much heavier than an anaphoric dial of comparable

29. Needham, *SCC* IV ii, p. 482.
30. *Ibid.*, p. 482.
31. *Ibid.*, p. 471–4.
32. Needham, *SCC* IV ii, p. 498; *CCCW* p. 312; *HC passim* esp. pp. 48–59.
33. Needham, *SCC* IV ii, p. 481.
34. Ungerer, pp. 32–4.

al-Khāzinī made, albeit driven by water. Hultsch[20] uses this passage and a reference by Proclus (410-84) to

> the globe [made] in imitation of the heavens, such as Archimedes concerned himself with

to argue that Archimedes' complicated device was water-driven. His conclusion is possible – though the latest discussion of Archimedes' globe[21] does not represent it as water-powered – and anyway does not exclude the possibility that the passage from the *Collection* refers also to simple globes. Anaphoric clocks, well known in antiquity, are probably not meant by Pappus, since in these clocks a disc, and not a sphere, was rotated. One end of a cord was attached to a float in a water-reservoir that was filled every 24 hours, and at the other end was a counterweight to provide power and to keep the cord tight; and in between the cord was wrapped round the axle of the anaphoric disc representing the heavens.[22]

A possible source for al-Khāzinī's globe is the lost book on waterclocks by Heron.[23] It was at least partly concerned with clocks designed for astronomical purposes.[24] Less likely is an Arabic treatise on "Wheels that rotate by themselves [من ذاتها]" ascribed to Philon of Byzantium, in which eight models are described,[25] since Carra de Vaux says it is on perpetual motion.[26]

iii. *Related devices in China*

In their various publications Prof. Needham and his associates have described for us a number of self-moving globes constructed in China. The early examples (up to 1100) are the following:

1. By *Chang Hêng* (AD. 78–142), about 132 A.D.; descriptions soon after 310, quoted in 635, and 656. A globe (armillary sphere?) was turned by a clepsydra, or "dripping water". The sphere was inscribed with various circles and turned "following the trip-lug [?] and the turning of the auspicious wheel".[27]

2. *Chhien Lo-Chih*, 436 A.D.; descriptions 500, 656 A.D. An armillary sphere, of diameter about six feet, with the Earth in the middle was rotated by a clepsydra. It was made after the recovery of the remains of Chang Hêng's instruments.[28]

20. Hultsch, *Himmelsglobus*. The Proclus quotation comes from his commentary on the first book of the *Elements*, Friedlein's edition, p. 41.

21. Zhitomirskii, p. 297, fig. 6. This is not the clock with jackwork ascribed to Archimedes in an Arabic treatise, for which see Jazari, p. 10.

22. See e.g. Drachmann, *Mech. Tech.*, p. 193.

23. This book is mentioned by Pappus (see Rome 87–9) and Proclus in *Hypotyposis*, pp. 120–3.

24. Drachmann, *Ktesibios, Philon and Heron*, pp. 98–9, sees no reason to suppose that the *application* to finding the apparent diameter of the Sun was treated by Heron.

25. Krause 443. MSS Aya Sofia 2755. 2°, ff. 61v–69v; Seray 3466, 2°, f. 7 ff.

26. Philon, *Appareils pneum.* pp. 5, 6. The text is also in Bodleian MS Marsh 669 (*Ibid.* 5).

27. Needham, *SCC* III, p. 359; IV ii, p. 485, *HC*, p. 100 et seq.

28. Needham, *SCC* IV ii, p. 483; *HC* pp. 95–9.

> On the mechanics of the movement of water, making wonderful vessels., and related matters on making instruments that move by themselves [بذاتها].

The second section is

> As for the movements that arise from [means] other than water, from those that work by sand and those that work with mustard-seeds [خردل] or millet [جاورش]: an instrument is made in the elongated form of the tube [على هيئة البربخ طويلة]. Its lower part is pierced with a small hole, and its top is open. Then it is filled with sand or mustard-seed, or something similar. A piece of lead [رصاص] is placed on top of it. The lead draws a thread [خيط] or cord [حبل] tight; to the thread is attached what is necessary for the motion. Then the tube is placed in a vertical position, so that the sand or other [material] can come out of the hole at the bottom of it. As the sand gradually diminishes, the weight is moved downwards and it moves what is connected to it. In this way, wonderful motions of various types are set up.

It will be noticed that there are some differences of terminology between al-Khwārizmī and al-Khāzinī. Where al-Khwārizmī has رصاص and البربخ for "lead" and "tube" (reservoir) respectively, al-Khāzinī has أسرب (on the diagram) and خزانة. Wiedemann's interesting observation[16] that the tubes are shorter in Heron writings than amongst the Arabs certainly finds confirmation in the "sphere" text, for al-Khāzinī's reservoir is over six foot high, while its cross-section is a square of just over 6½ inches long. Either there was a large amount of empty space in the box (the biggest wheel inside was about ten inches in diameter) or the reservoir stood up like a factory chimney.

Apart from the possibility that water will freeze in a cold climate, two advantages of sand should be noted: it flows more or less uniformly without a constant head.[17] and a heavier weight can be used. Of course, sand is always prone to become clogged,[18] especially with slow rates of flow.

ii. *Related Devices in Antiquity*

Devices to mimic the heavens were known in antiquity. In the eighth book of his *Mathematical Collection*,[19] Pappus (fourth century A.D.) lists those who may be called mechanics (*mechanikoi*). In the list the makers of engines for war, self-moving devices like Heron's automata, and water-clocks are mentioned. Finally

> They [the ancients] also called mechanics those who were skilled in making globes [*sphairopoiias*] and constructed a likeness of the heavens by means of uniform circular motion of water.

It is probable that the globes described here are of the same basic type that

16. *Ibid.*, p. 202.

17. Needham, *SCC* IV ii, p. 509 note. For a discussion of how sand flows in a sand-clock of the hour-glass type, see Balmer pp. 624–32.

18. Needham, *SCC* IV ii, p. 510.

19. Pappus, *Collection* III, p. 10.

the year 1115.[9] If this date is accepted for the whole *zīj*, the sequence of al-Khāzinī's writings is: the "sphere" text, the *zīj* (1115), the *Mīzān* (1121-2). The short treatise on observational instruments[10] would presumably come somewhere near 1115.

2. *The Mechanism*

i. *The Sand-drive*

As may be seen from the diagrams (figs. 4, 5) and the facsimile from the Damascus manuscript, the slowly falling weight pulls the string taut; the string, after passing over pulleys, turns an axle by being wrapped round a wheel or drum; this axle turns another by means of a pair of toothed wheels, and the second axle turns the sphere, which is half sunk in the top of a box representing the plane of the horizon.

A falling weight in a reservoir of finely divided solid matter was a source of power used by Heron of Alexandria for the moving figures in his automatic theatre.[11] In the reservoir he put millet (*kegkhros*) or mustard-seed (*napu*), because they are "light and slippery".[12] The string was led round pulleys and wound round a drum mounted on an axle that caused the figure to move. Apart from the substance in the reservoir, the mechanism is very similar to that of al-Khāzinī over a millenium later. Heron's reservoir even had a square (*tetragōnou*) cross-section.[13]

This type of mechanism was certainly known in the Arabic-speaking world a century or so before al-Khāzinī. For Abū ʿAbdallah Muḥammad b. Yūsuf al-Khwārizmī, who flourished at the end of the tenth century, devotes a paragraph of his encyclopaedic dictionary *Mafātiḥ al-ʿulūm*[14] to it. In the section on mechanics, the eighth *bāb* of the second *maqāla*, we find as the heading of the first *faṣl*[15]

9. Destombes, *Etoiles*, p. 343. Kunitzsch, *Chrysokokkes*, contains an edition of al-Khāzinī's star-catalogue. The date 1115 comes directly from the rubric of the catalogue, which adds 15° longitude to Ptolemy's.

10. Sayılı.

11. See diagram in Needham et al., *CCCW*, 207. I am grateful to Cdr. Waters of the National Maritime Museum, Greenwich, for pointing out this illustration, which is taken from Heron, *Automatentheater* (see next note).

12. Heron, *Op. Om.* I, p. 346 (German translation p. 347). Here and elsewhere Greek words are transcribed letter by letter. A similar passage occurs on p. 368 (German translation pp. 367–9). Other passages (pp. 396 and 402; German pp. 397 and 401) refer to millet alone, but no doubt any appropriate substance was intended.

13. *Ibid.*, p. 356. For Heron's automaton-theatre, see Beck.

14. The section on mechanics is translated by Wiedemann, *Aufsätze* I, pp. 173–228. For other parts translated by him, see Sezgin VI, pp. 239–40. The passages quoted have been translated afresh.

15. Al-Khwārizmī, p. 249; Wiedemann, *Op. Cit.*, p. 200. The extended quotation is from pp. 250 and 202 respectively.

of the *K. Mīzān al-ḥikma* (Balance of Wisdom). For not only is ᶜAbd al-Raḥmān's patron Abū'l-Husayn ᶜAlī ibn Muḥammad mentioned with fulsome flattery at the beginning (with the additional name "ibn ᶜĪsa"), but there is a striking parallel between passages in the present text and the *K. Mizan al-hikma*. At the same time the authorship of the *Mīzān* text is confirmed.[2] The details of the parallel passage and of other matters mentioned in this introduction are to be found in the commentary to the text.

It is likely that the present text (hereafter called the "sphere" text for short) was written before both *K. Mīzān al-ḥikma*, written in 1221-2,[3] and *al-Zīj al-Sanjarī*, for these are dedicated not to ᶜAlī b. Muḥammad but to Sanjar b. Malikshāh, Saljuq ruler of Eastern Persia 1097-1157. He was appointed governor of Khurāsān from 1097 at the age of ten and became supreme Sultan of the Saljuq family from 1118.[4] No argument can be attached to his minority or to his being only a governor for the first twenty odd years, for there is a coin of his from Marw "probably minted in 499/1105.6"[5] But it is likely that al-Khāzinī was directly employed by Sanjar later in life and that the "sphere" treatise, dedicated to the patron who had owned him as a slave and had given him a first-class education, was a product of earlier years. ᶜAlī b. Zaid al-Bayhaqī (d. 1174), to whom we are indebted for the few facts of al-Khāzinī's life that we have – including some entertaining details of his asceticism – mentions only the *Mīzān* treatise and the *zīj* (here called *al-Muᶜtabar al-Sanjarī*, "the estimable [book] of Sanjar").[6] For this passage more credence should be accorded to al-Bayhaqī than usual, since he was close enough to al-Khāzinī's circle to have a horoscope he had assembled presented to him for criticism. But the biographical notice is so sketchy that we cannot be sure that the author had included everything written to date.

A further reason for placing the "sphere" text early is his mentioning in the dedicatory preface the great disparity amongst the *zījes*, their errors and bad method – something he would surely have phrased differently if he had written one himself. In fact the rotating sphere is presented as a preliminary to a series of observations to correct the old *zījes*. The "sphere" text may thus be confidently placed prior to *al-Zīj al-Sanjarī*. True, al-Khāzinī may have calculated the *qibla*-table[7] before writing section 15 of the second part, but this table probably does not depend on new observations and anyway does not occur in the *zīj*.[8]

The star table in the *zīj* is calculated from Ptolemy's and corresponds to

2. It was doubted by Khanikoff, pp. 113-6, but, it is true, apparently by no one since.
3. Khanikoff, p. 16.
4. Bosworth, *Isl. Dyn.*, p. 115 and *CHI* V, p. 135.
5. *Ibid.*, p. 135.
6. Meyerhof, pp. 196-7.
7. Le Strange, pp. 27-31. The table is on pp. 30-1. See Lorch, *Qibla*.
8. Le Strange, p. 27 n.

Al-Khāzinī's "Sphere That Rotates by Itself"

Richard Lorch*

Acknowledgments

I am most grateful to the Alexander von Humboldt-Stiftung for the fellowship that enabled me to carry out the research at the Institut für Semitistik der Universität München. I should also like to thank Professor Dr. Paul Kunitzsch for checking through the entire text and translation, for considerable help with its dedicatory preface, and otherwise for many helpful suggestions.

Summary

Al-Khāzinī wrote his description of the "sphere that rotates by itself" before his *Zīj* and the *Mīzān al-ḥikma*, and thus in the first decade or so of the twelfth century. The sphere, which is inscribed with the normal celestial circles, is a combination of an automatic demonstration-instrument and a *dhāt al-kursī*, which functions rather like an astrolabe, but in three dimensions. The drive, a weight resting on top of a leaking reservoir of sand, is traced through Muḥammad ibn Yūsuf al-Khwārizmī (10th century) to Heron of Alexandria. After comparison with earlier self-rotating spheres in China, an origin for the device in Hellenistic antiquity is suggested – a possibility corroborated by passages in Pappus (c. 300) and Proclus (5th century). Other descriptions of the celestial globe are mentioned to illustrate the device, parts of al-Marrākushī's (13th century) being given *in extenso*. After the text and English translation, there is a commentary, which *inter alia* treats the units and dimensions.

I INTRODUCTION

1. *The Author*

Al-Khāzinī's "sphere that rotates by itself" is a solid sphere – that is, a sphere marked with the stars and the usual celestial circles – half sunk in a box and propelled by a weight falling in a leaking reservoir of sand. In addition, the sphere is used to find directly several arcs of importance in spherical astronomy. Although the short treatise that describes the device is ascribed to "al-Khāzimī" in the text, it is clearly by ʿAbd al-Raḥmān al-Khāzinī,[1] the author

* Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo.

1. For the variations in the name of al-Khāzinī and his patron, see Hall, *DSB*, at the beginning. Here, and in the notes which follow, references by short title are to the bibliography at the end of the paper.

IB: *Traité des Simples par Ibn al-Beiṭhar.* Traduction du Dr. Lucien Leclerc, in *Notices et Extraits des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale* (Paris 1877–1833), 3. vols.

IBkl.: *Al-Mustaᶜīnī fī l-ṭibb* of Yūnus b. Isḥāq b. Buklārish. Ms. nº 55 of the Bibliothèque Générale o Rabat (Catal. E. Lévi–Provençal, Paris 1913, p. 193). The references are from my edition, which will appear soon, with translation, notes, comments, and glossaries.

IAU: IBN ABĪ UṢAYBIᶜA, *Kitāb ᶜUyūn al-anbā' fī ṭabaqāt al-aṭibbā' li-Muwaffaq al-Dīn Abī l-ᶜAbbās Aḥmad b. al-Qāsim al-maᶜrūf bi-Ibn Abī Uṣaybiᶜa.* Vol. I-II, ed. August Müller, (Kairo-Kon igsberg 1882–1884).

Ibn ᶜAwwām: *Kitāb al-Filāḥa li-Abī Zakariyyā' Yaḥyà b. Muḥammad b. Aḥmad b. al-ᶜAwwām al-Ishbīlī.* Edition and Spanish Translation by Josef Antonio Banqueri, Vols. I-II, (Madrid, 1802).

IMās.: AMADOR DIAZ GARCIA, *El "Kitāb jawāṣṣ al-agdiya" de Ibn Māsawayh.* Edición, traducción y estudio, con glosarios (I), in *Miscelánea de Estudios Arabes y Hebraicos*, XXVII (1978), pp. 1-60.

IW: MARTIN LEVEY, *Medical Arabic Toxicology. The Book on Poisons of Ibn Waḥshīya and its Relation to Early Indian and Greek Texts*, in *Transactions of the American Philosophical Society*, New Series, Volume 56, Part 7, (Philadelphia, 1966).

IWāf.: *El "Libre de les Medicines particulars". Versión catalana trescentista del texto árabe del Tratado de los Medicamentos Simples de Ibn Wāfid, autor médico toledano del siglo XI.* Transcripcion, estudio proemial y glosarios por Luis Faraudo de Saint-Germain, (Barcelona, 1943).

Kindi: MARTIN LEVEY, *The 'Aqrabadhin' or Medical Formulary of al-Kindī with a Study of its Materia Medica* (Madison, 1966).

Leclerc: LUCIEN LECLERC, *Histoire de la médicine arabe*, Vols. I-II, (Paris, 1876).

Manṣ.: IBN AL-H'ACHCHA, *Glossaire sur le Man'suri de Razès.* Texte arabe établi sur plusieurs manuscrits et publié avec une introduction par M. M. G. S. Colin et H. P. J. Renaud, (Rabat, 1941).

Sam.: MARTIN LEVEY and NOURY AL-KHALEDY, *The Medical Formulary of al-Samarqandī and the Relation of Early Simples to those Found in the Indigenous Medicine of the Near East and India* (Philadelphia, 1967).

Sharḥ: *Sharḥ asmā' al-ᶜuqqār (L'Explication des noms de drogues). Un glossaire de matière médicale composé par Maimonides.* Texte publié pour la première fois d'après le manuscrit unique, avec traduction, commentaires et index, par Max Meyerhof, (Le Caire, 1940).

Sarton: GEORGE SARTON, *Introduction to the History of Science*, Vols. I and foll. (Baltimore, 1927 and foll).

Sezgin GAS: FUAT SEZGIN, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Vols. I-V, (Leiden, 1967-1974).

Simonet: FRANCISCO JAVIER SIMONET, *Glosario de voces ibéricas y latinas usadas entre los mozárabes, precedido de un estudio sobre el dialecto hispano-mozárabe* (Madrid, 1888. Reprint: Amsterdam, 1967).

Tuḥfa: *Tuḥfat al-aḥbāb. Glossaire de la matière médicale marocaine.* Texte publié pour la première fois avec traduction, notes critiques et index, par H. P. J. Renaud et Georges Colin. Publications de l'Institut des Hautes Études Marocaines, T. XXIV, (Paris 1934).

Ullmann: MANFRED ULLMANN, *Die Medizin im Islam*, in *Handbuch der Orientalistik*, Erganzungsband VI, Erster Abschnitt, (Leiden-Köln, 1970).

Voc.: *Vocabulista in arabico publicato per la prima volta sopra un codice della Biblioteca Riccardiana di Firenze da C. Schiaparelli, alunno del Reale Istituto di Studi Superiori* (Firenze, 1871).

Wüstenfeld: FERDINAND WÜSTENFELD, *Geschichte der arabischen Aerzte und Naturforscher. Nach den Quellen bearbeitet* (Göttingen, 1840; zweite Nachdruckauflage, Hildesheim-New York, 1978).

germander, 36.	كادريوس	agaric, 6.	غاريقون
cumin of Kirman, 74.	كمون كرماني	euphorbium, 38.	فربيون
peeled sweet almonds, 66.	لوز حلو مقشر	pepper, 53.	فلفل
lūghādhīyā aperient, 2.	لوغاذيا	water mint, 12	فوذنج نهري
red myrrh	مر أحمر	small cardamom, 59, 92.	قاقلة صغيرة
musk, 45.	مسك	great cardamom, 59, 92.	قاقلة كبيرة
mastic, 9, 68, 81.	مصطكى	aromatic cinnamon, 84.	قرفة الطيب
Royal cumin, bishop's weed, 86.	نانخواه	clove, 28, 87.	قرنفل
mint, 71.	نعنع	white costus, 14.	قسط أبيض
sweet flag, 19.	وج	false acorus, 43.	قصب الذريرة
		garden celery, 23, 89.	كرفس بستاني

Bibliography

Al-Arbūlī: AMADOR DIAZ GARCIA, *Un tratado nazarī sobre alimentos: al-Kalām ʿalà l-agdiya de al-Arbūlī. Edicion, traduccion y estudio, con glosarios* (I), in *Cuadernos de Estudios Medievales*, VII-VIII (1979).

Alc.: FRAY PEDRO DE ALCALÁ, *Arte para ligera mente saber la lengua arauiga* y *Vocabulista arauigo en letra castellana* (Granada, 1505). Edited in one volume by P. de Lagarde, *Petri Hispani de lingua arabica libri duo* (Gottingae, 1883).

Aver.: *Quitab el Culiat (Libro de las Generalidades)* por Abu el Ualid Mohamed ben Ahmed ben Roxd, el Maliki el Cortobi (Averroes), Publicaciones del "Instituto General Franco" para la Investigación Hispano-árabe, (Larache, 1939).

Bir.: *Al-Bīrūnī's Book on Pharmacy and Materia Medica*. Edited with English Translation (Part I) by Hakim Mohammed Said and Dr. Rana Ehsan Elahie, and with a Preface, Commentary and Evaluation (Part II) by Sami K. Hamarneh, (Karachi, 1973).

Brock. GAL: KARL BROCKELMANN, *Geschichte der arabischen Litteratur*, Bd. I–II, (Leiden, 1943–1949), and Supplementband I–III, (Leiden, 1937–1942).

Diosc.: CESAR E. DUBLER, *La 'Materia Médica' de Dioscórides. Transmission medieval y renacentista* Vol. III: *La 'Materia Médica' de Dioscórides traducida y comentada por D. Andrés de Laguna (Texto critico)*, (Barcelona, 1955).

Dozy: REINHARDT DOZY, *Supplément aux dictionnaires arabes* (Leyde–Paris, 1927), 2 vols. 3eme. éd., (Leyde-Paris, 1967).

Font Quer: PIO FONT QUER, *Plantas medicinales. El Dioscorides renovado*, 5a. edición corregida, (Barcelona, 1979).

Ghāf. Oc.: *Al-Morchid fi'l-kohl ou Le Guide d'Oculistique*, ouvrage inédit de l'oculiste arabe-espagnol Mohammad ibn Qassoum ibn Aslam al-Ghāfiqī. Traduction de Max Meyerhof, (Barcelona, 1933).

Ghāf.: *The Abridged Version of "The Book of Simple Drugs" of Ahmad ibn Muhammad al-Ghāfiqī by Gregorius Abu'l-Farag (Barhebraeus)*, edited by M. MEYERHOF and G. P. SOBHY Bey, (Cairo, 1940).

Sugar is *sukkar*, and it is obtained from suggar cane, *Saccharum officinarum* L. The name *sukkar* comes from the Sanskrit *ṣarkarā*, and *ṭabarzad* has its origin in the Persian words *ṭabar zad* "cut off by the means of a hatchet". This word is applied also to salt, and it is called *milḥ ṭabarzad* "rock salt". Loafsugar is used for pain of the gums and throat. Cf. Diosc., II, 82; IB, no. 1198 and foll.; Sam., p. 174, n. 37; *Sharḥ*, no. 289; al-Arbūlī, f. 98v, no. 142; Dozy, II, p. 20.

96. *Rub*ᶜ is roubouh, a dry measure = 8.25 l.

ARABIC-ENGLISH GLOSSARY

ادخر	lemon-grass, 21.
اسارون	wild ginger, 18.
اسطوخدوس	lavender, 4.
افسنتين رومي	Greek absinth, 7.
افيتمون احمر اقريطي	red dodder of Crete, 5.
السنة العصافير	fruits of common ash, 61
املج	emblic myrobalan, 50.
انيسون	anise, aniseed, 24, 67.
اهليلج كابلي	Cabul myrobalan, 46.
اهليلج هندي	Indian myrobalan, 47.
بسباسة	mace, 34.
بسبايج	common polypody, 26.
بطراساليون	parsley, 37.
بليلج	belleric myrobalan, 49.
بهمن	behen, 62.
بهمن أبيض	white behen, 62.
بهمن أحمر	red behen, 62.
بورق	borax, 88.
تربد	turpeth, 17.
تربد أبيض قصبي مصمغ	gummy white reed-shaped turpeth, 17, 72.
ترنجان	balm-mint, lemon balm, 70, 94.
جعدة	poly-germander, 20.
جندبادستر	castoreum, 40.
جوز بوا	nutmeg, 27, 64, 91.
حاشا	thyme, 11.
حب بلسان	balsam seeds, 30, 79.
حب العروس	cubeb, 93.
حبق قرنفلي	clove-flavoured basil, 69.
حماما	amomum, 41.
حنظل أبيض	white colocynth, 25.
خربق أسود	black hellebore, 35.
خل خمر	wine vinegar
خولنجان	galingale, 55, 77.
دار صيني	Chinese cinnamon, 10, 82.
دار فلفل	long pepper, 39, 85.
رازيانج	fennel, 65.
راوند صيني	Chinese rhubard, 33.
زراوند طويل	long aristolochia, 15.
زعفران	saffron, 32, 90.
زنجبيل	ginger, 13, 51, 76.
ساذج هندي	malabathrum, 44.
سذاب بستاني	garden rue, 83.
سقمونيا	scammony, 8, 73.
سكر طبرزد	loafsugar, 95.
سليخة	cinnamon, 29, 80.
سنبل هندي	Indian nard, 22.
شقاقل	secacul, wild carrot, 54.
شيطرج هندي	Indian leadwort, 60.
صبر أحمر سقطري	red aloe of Soqotra, 3.
عود بلسان	balsam wood, 30, 78.
عود صنفي	Tchampa wood, 63.
عود هندي	Indian aloe, 16.

77. *Vide* note 55 above.

78. *Vide* note 30 above.

79. *Vide* note 30 above.

80. *Vide* note 29 above.

81. *Vide* note 9 above.

82. *Vide* note 10 above.

83. *Sadhāb* is the Arabic name of various species of rue, especially *Ruta graveolens* L. It is used as an antidote for poisons, antiseptic, stimulant, emmenagogue, irritant, and abortifacient. It is also good for phlegm, and rheumatism. Cf. Diosc., III, 48; IB, no. 1166; IBkl., f. 281, no. 490; IWāf., f. 72b; al-Kindī no. 225; Sam., p. 195, n. 174; Manṣ., no. 1079; *Tuḥfa*, no. 364, 404, 176; *Sharḥ*, no. 279; Ibn ᶜAwwām, II, 293-295; IMās., f. 105v, no. 18; al-Arbūlī f. 94v, no. 84; Dozy, I, p. 643; Font Quer, p. 426, no. 303.

84. *Qirfat al-ṭīb* is aromatic cinnamon, *Cinnamomum aromaticum* Nees. = *Laurus cassia* L. It is used as an aromatic, stomachic tonic, is good for liver, and against hemorrhage caused by haemorrhoids. Cf. IBkl., f. 331, no. 587; Sam., p. 194, no. 169; *Tuḥfa*, no. 112; *Sharḥ*, no. 95. *Vide* also note 29 above.

85. *Vide* note 39 above.

86. *Nānakhwāh* is Royal cumin or bishop's weed, *Ammi Copticum* L., or *Carum Copticum* Benth. It is employed as a diuretic and stomachic, and also for haemorrhoids. Cf. Diosc., III, 62; IB, no. 2202; Sam., p. 185, n. 110; IBkl., f. 273, no. 476; *Tuḥfa*, no. 229, 284; *Sharḥ*, no. 259; Manṣ., no. 837; Dozy, II, p. 632.

87. *Vide* note 28 above.

88. *Bawraq* is borax, a mixture of carbonates and a borate. Ibn Buklārish states that in Egypt is known by *naṭrūn*. The Arabic *bawraq* comes from Persian *bawra* or *būra*. It is useful, according to the author of *al-Mustaᶜīnī*, who reads *būraq*, for the asphyxia caused by mushrooms. It is used also as a remedy for deteriorated teeth, and for canker in the mouth. Cf. Diosc., V, 113; IB, no. 381; Ghāf., 188; Sam., p. 195; n. 175; IBkl., f. 79, no. 100; Kindī, 111a; Manṣ., no. 141; *Tuḥfa*, no. 92; *Sharḥ*, no. 51.

89. *Vide* note 23 above.

90. *Vide* note 32 above.

91. *Vide* note 27 above.

92. *Vide* note 59 above.

93. *Ḥabb al-ᶜarūs*, literally "bride's grains" is cubeb, fruit of *Piper cubeba* L. It is also called *kabāba*, *kabbāba* or *kubāba*, *kubbāba*, a term of Persian origin. It is used as a diuretic, and for gum and mouth pustules. It is also good for kidneys, and to purify the throat. Cf. IB, no. 1879; Sam., p. 193, n. 164; *Tuḥfa*, no. 190; *Sharḥ*, no. 194.

94. *Vide* note 70 above.

95. *Sukkar ṭabarzad* is loafsugar. It is considered to be the most refined.

dalus Stokes. Ibn Buklārish states that if eaten with sugar is good for coughs, cleanses the trachea, and is diuretic. Al-Arbūlī says that the almond oil is good for dry stomach and liver. Cf. Diosc., I, 139; IB, no. 2040; Ghāf., 189; IW p. 125; Sam., p. 192, n. 153; IBkl., f. 235, no. 403; IMās., f. 106v, no. 70; al-Arbūlī, f. 94v, no. 98; Dozy, II, p. 557.

67. *Vide* note 24 above.

68. *Vide* note 9 above.

69. *Ḥabaq qaranfulī* is clove-flavoured basil, *Ocimum pilosum* Willd. or *Thymus Acinos* L. = *Calamintha Acinos* Benth. It is also called *faranjamushk* or *baranjamushk* the origin of which is Persian *afranj-mushk* "Frankish musk" or "European musk". Ibn Buklārish states that it aids the digestion of food, is good for the liver, heart, causes heart palpitation to disappear, and opens the obstructions in the nose caused by phlegm. Ibn Māsawayh says that it opens the obstructions produced in the brain, and is useful against gout and phlegmatic symptoms. Cf. Diosc., III, 43; IB, no. 1676; IBkl., f. 73, no. 87; *Tuḥfa*, no. 327; *Sharḥ*, no. 47; IMās., f. 106r, no. 45; Sam., p. 195, n. 171.

70. *Turunjān* is balm-mint or lemon balm, *Melissa officinalis* L. Its Persian name, *badranj-būya*, means "odor of citron". Maimonides, in *Sharḥ*, gives synonyms as *turunjān*, *bādranbūya*, *bādranjūya* and *ḥabaq turunjī*. It is good for bites, dysentery, dysmenorrhoea, ulcers, gout, and poisonous mushrooms, and for the heart, heart palpitations, the eyes, stomach, and liver. It is good especially for scorpion stings, bites of dogs and tarantulas. Cf. Diosc., III, 104; IB, no. 221; IBkl., f. 61, no. 62; Ghāf., 145; Sam., p. 181-182, n. 73; IMās., f. 106r, no. 44; Ibn ᶜAwwām, II, 273-275; *Tuḥfa*, no. 72; *Sharḥ*, no. 40; Dozy, I, p. 146; Font Quer, p. 685, no. 483.

71. *Naᶜnaᶜ* is mint; it may be various species of *Mentha*: *Mentha sativa* L., *Mentha piperita* Smith., M. *aquatica* L., M. *arvensis* L. or *M. viridis*. It is also It is also called *ḥabaq bustānī*. It is used as a tonic, stimulant, stomachic, and carminative. Cf. Diosc., III, 37; IB, no. 2227; IW, p. 127; IBkl., f. 273, no. 474; IWaf., f. 72a; *Tuḥfa*, no. 283; *Sharḥ*, no. 256; Dozy, II, p. 692; IMās., f. 105v, no. 33; Font Quer, p. 703–706, no. 495 and no. 496; Ibn ᶜAwwām, II, 275-277.

72. *Vide* note 17 above.

73. *Vide* note 8 above.

74. *Kammūn kirmānī* is cumin of Kirmān, *Carum nigrum* Royle, whereas *kammūn* is the Arabic name of the seeds of cumin, *Cuminum Cyminum* L. It is used as a tonic stimulant, carminative, and emenagogue. It is good for rheumatism in the joints. Cf. Diosc., III, 64; IB, no. 1967; IBkl., f. 209, no. 351, and f. 223, no. 378, 379, 380; Sam., p. 191, n. 146; IWāf., f. 69b; Ibn ᶜAwwām, II, 241-244; IMās., f. 107v, no. 128; al-Arbūlī, f. 94r, no. 91; *Tuḥfa*, no. 229, 454; *Sharḥ*, no. 193; Dozy, II, p. 490; Font Quer, p. 486, no. 342.

75. *Vide* note 53 above.

76. *Vide* note 13 above.

Qāqulla kabīra is greater cardamom, *Elettaria major* Smith. The origin of this word is Akkadian *qāqūlā*, and Assyrian *qāqūlu*. Both of them are used as a stomachic and for mouth pustules, and for throat pain. Cf. IB, no. 1722, 1725; Diosc., II, 155; Sam., p. 179, n. 63a; *Tuḥfa*, no. 342; *Sharḥ*, no. 116, 325.

60. *Shīṭaraj hindī* is Indian leadwort, *Lepidium latifolium* L. Probably this this name comes from Sanskrit *ciṭraj*. It is used as a sudorific, and for leprosy. Cf. Diosc., II, 174; IB, no. 1369; Sam., p. 191, n. 147; *Tuḥfa*, no. 442; *Sharḥ*, no. 367.

61. *Lisān al-ᶜaṣāfīr*, pl. *alsinat al-ᶜaṣāfīr*, "sparrow's tongue", is the fruit of common ash (*dardār*), *Fraxinus excelsior* L. This name is found in Hebrew as *lēshōn haṣefūrīm*, with the same meaning. According to Ibn Buklārish, al-Rāzī states that it increases sexual potency, and is good for heart palpitation, Ibn al-Jazzār says that it strengthens coitus and increases semen, and Ibn Māsawayh states that it crushes biliary calculus and is diuretic. Cf. Diosc., I, 84; IB, no. 2025; IBkl., f. 231, no. 396; Manṣ., no. 644; *Tuḥfa*, no. 243; *Sharḥ*, no. 212, 91.

62. *Bahman abyaḍ* is white *behen*, roots of *Centaurea behen* L. *Bahman* is a Persian word which signifies "the month of January", because this root is unearthed and eaten at that time. The two kinds of *behen*, white and red, according to Ibn Buklārish, increase sperm, and are good for gout, and strengthen the heart. In this action the red one is the strongest. Cf. IB, no. 367; Ghāf., 139; *Tuḥfa*, no. 71; *Sharḥ*, no. 50; IBkl., f. 71, no. 81; Dozy, I, p. 123.

Bahman aḥmar is red *behen*, the roots of *Statice limonium* L. For its etymology, properties, and references, *vide* note 62 above.

63. *ᶜŪd sanfī* is Tchampa wood, another name of Indian aloe or aloeswood, *Aquillaria Agallocha* Roxb. and *Aquillaria malaccensis* Lamk. = *Aquillaria secundaria* D.C. Ibn Buklāris states that it is astringent, retentive, it opens obstructions, and it is good for pleurisy. *Vide* above note 16.

63a. *Vide* above note 33.

64. *Vide* note 27 above.

65. *Rāziyānaj* is fennel, *Foeniculum vulgare* Mill. The fruit is used as a diuretic, stimulant, purgative, and emmenagogue. It is used also as a carminative and aphrodisiac. *Rāziyānaj* is the Arabic form of Persian *rāziyāna* or *rāziyām*. In Egypt it was called *al-shamār*, and in al-Andalus and the Maghrib its name was *al-bisbās* or *basbās*. Cf. Diosc., III, 70; IB, no. 1019; Manṣ., no. 508; Ghāf., p. 181; Sam., p. 173, n. 34; Ibn ᶜAwwām, II, 250; IBkl., f. 335, no. 505; IW, p. 119; *Tuḥfa*, no. 358; *Sharḥ*, no. 351; Voc., p. 386, s. v. *FENICULUM bisbās, bisbāsa*; Alc., p. 275 14, s. v. *hinojo yerua verde en porreta bizbiça bizbíç* Dozy, I, p. 493; Font Quer, p. 498, no. 352; *Vide* note 34 above; IWāf., f. 78b; IMās., f. 105 v, no. 42.

66. *Lawz* is almond, the fruit of *Amygdalus communis* L. = *Prunus amyg-*

45. *Misk* is musk, which is a secretion found in a vesicle at the prepuce of the male *Moschus moschiferus* L. It is used as a stimulant and antispasmodic, and is good for typhus, dysentery and dyspepsia. Cf. IW., p. 126; Sam., p. 193, n. 165; Dozy, II, p. 592.

46. *Iṭrīful* signifies confection made of the three kinds of myrobalans, chebulic, emblic, and belleric myrobalans. Cf. Manṣ., no. 56; Sam., p. 184, n. 94; Dozy, I, p. 28.

47. *Ihlīlaj kābulī* is Kabul myrobalan or red myrobalan, fruit of *Terminalia chebula* Retz. It is used as a laxative. It is good for the liver, the stomach and the heart. Cf. IB, no. 2261; Bīr., p. 104; Ghāf., no. 264; Sam., p. 184, n. 96; *Tuḥfa*, no. 126, 43; *Sharḥ*, no. 112; Dozy, I, p. 43.

48. *Ihlīlaj hindī* is Indian myrobalan, probably *Terminalia citrina* L. or *Terminalia tomentosa* W.A. It has also a laxative action. For references, *vide* note 47 above.

49. *Balīlaj* is belleric myrobalan, *Terminalia bellerica* Roxb.. It is used as a laxative. For references, *vide* 47 above.

50. *Amlaj* is emblic myrobalan, the fruit of *Phyllanthus emblica* L. or *Emblica officinalis* Gaert. Its action is laxative. Cf. IB, no. 145, 1379; Manṣ., no. 40; Sam., p. 184, n. 96; *Tuḥfa*, 43, 126; *Sharḥ*, no. 374.

51. *Vide* note 13 above.

52. *Vide* note 39 above.

53. *Filfil* or *fulful* is pepper, fruit of *Piper nigrum* L. It is used as a stimulant, stomachic, and astringent, and for the liver, spleen, gout, epilepsy and paralysis. Cf. Diosc., II, 148; Manṣ., no. 981; Ghāf., p. 187; IW, p. 123; Sam., p. 186, n. 117; IBkl., f. 165, no. 263, and f. 305, no. 537, 538; IWāf., f. 97c; al-Arbūlī, 94r, no. 87; *Tuḥfa*, no. 160; *Sharḥ*, no. 219, 310; Dozy, II, p. 279.

54. *Shaqāqul* is secacul, *Pastinaca Schekakul* Russ., *Malabaita Secacul* Russ. = *Pastinaca dissecta* L., and others. It is also called *jazar barrī* "wild carrot". It is used as a stomachic, and is good for the constriction of the uterus, and for rabies. Cf. IB, no. 1330; Sam., p. 239, no. 519; Kindī, no. 246; *Tuḥfa*, no. 445; *Sharḥ*, no. 361.

55. *Khulanjān* is galingale, *Alpinia officinarum* Hance, or *Alpinia galanga* Willd. The rhizome of this plant is used as a stomachic, and aphrodisiac. The Arabic name comes from Persian *khawalinjān*, and this from Sanskrit *kulanja*, or Chinese *kao-lian-kian*. Cf. IB., no. 829; IWāf., f. 80c; IBkl., f. 367, no. 656; Sam., p. 182, n. 79; Kindī, no. 138; Manṣ., no. 412; *Tuḥfa*, no. 411; *Sharḥ*, no. 398; al-Arbūlī, f. 94r, no. 88.

56. *Vide* note 22 above.

57. *Sādhaj hindī* is Indian malabathrum. *Vide* note 44 above.

58. *Vide* note 29 above.

59. *Qāqulla ṣaghīra* is small cardamom, *Elettaria cardamomum* White and Matern. It is also called *hāl* or *ḥabb al-hāl*. Renaud and Colin state that it is *Elettaria repens* L. = *Elettaria cardamomum* Maton = *Amomum repens* Sonnerat.

duriyūs is the Arabic transcription of Greek *khamaidrys.* It is also called in Arabic *ballūṭ al-arḍ* "acorn of earth", which is the translation of the Greek word. The leaves of this plant are used as a stomachic, diuretic, and antiscrofulous. Cf. Diosc., III, 98; IB, no. 1966; *Tuḥfa*, no. 218; *Sharḥ*, no. 189.

37. *Baṭrāsaliyūn* is parsley, *Apium petroselinum* L. or *Carum petroselinum* Benth. and Hook., *Petroselinum hortense* Hoffm. *Baṭrāsaliyūn* is the Arabic transcription of Greek *petrosélinon* "rock celery". It is used as an aperitive, stimulant, diuretic and emmenagogue. Cf. Diosc., III, 64; IB, no. 307; Sam., p. 200, n. 229; *Tuḥfa*, no. 82; *Sharḥ*, no. 196, s. v. *karafs rūmī*, which is another Arabic name of this plant; Font Quer, p. 489, no. 344.

38. *Furbiyūn* is euphorbium, a resin from *Euphorbia resinifera* Berg. = *Euphorbia officinarum* L. and other species, like *Euphorbia antiquorum* L. It is used for rheumatic troubles, and as a purgative, rubefacient and vesicant. Cf. Diosc., III, 82; IB, no. 1673; Sam., p. 226, n. 418; Kindi, no. 66; *Tuḥfa*, no. 249, 323; *Sharḥ*, no. 25.

39. *Dār filfil* is long pepper, *Piper longum* L. The Arabic name comes from Persian *dār* "wood" and *filfil* "pepper". It is used as a stimulant, stomachic, and astringent, and for the liver, spleen, gout, epilepsy and paralysis. Cf. Diosc., II, 59; IB, no. 1696, 1699; Sam., p. 186, n. 118; *Sharḥ*, no. 310.

40. *Jundubādastur* or *jundabādustur* is castoreum, a dry secretion from the prepuce of the beaver, *Castor fiber* L. The Arabic name is the transcription of Persian *gundbīdastar* "testicles of beaver". It is used as a stimulant, resolvent, antispasmodic, and antihysteric. Cf. Diosc., II, 24; IB, no. 526; Ghāf., 228; Sam., p. 171, n. 17; Kindī, no. 117; Manṣ., no. 280; *Tuḥfa*, no. 103; *Sharḥ*, no. 79.

41. *Ḥamāmā* is amomum, *Amomum racemosum* Lam. = *Amomum cardamomum* Willd. Dubler identifies it with *Amomum zingiber* L. The Arabic name comes from Greek *ámomon*. Averroes states that its decoction is useful against gout, liver diseases, matrix pains, and viscera tumours, and opens obstructions. Cf. Diosc., I, 14; IB, nº 695; IW, p. 118; Aver., no. 70; Manṣ., no. 327; *Tuḥfa*, no. 165.

42. Red myrrh is *murr aḥmar*, a resin from *Balsamodendrom myrrha* Nes.. It is used as an astringent, antispasmodic, and emmenagogue. Cf. Diosc., I, 67; Sam. p. 227, n. 424; Kindī, no. 179; *Tuḥfa*, no. 265.

43. *Qaṣab al-dharīra* is false acorus, *Cymbopogon Martini* Roxb. The Arabic name of this plant means "odoriferous reed". It is used as a stimulant, carminative, and antispasmodic. Cf. Diosc., I, 18; no. 1799; Sam., 222, n. 391; *Tuḥfa*, no. 349; *Sharḥ*, no. 329, 125.

44. *Sādhaj* is malabathrum, *Laurus malabathrum* L. or *Cinnamomum malabathrum* L. It is used as a diuretic, and is good for jaundice, diarrhoea, dysentery and coughs. Cf. Diosc., p. 20; IB., no. 1150; Ghāf. Oc., p. 182; IW, p. 120; Sam., p. 194, n. 167. Manṣ., no. 1076.

also called in Arabic *jawz al-ṭīb*, with the same meaning of "fragrant nut". It is used as an astringent, a stimulant, and a cardiac remedy. Cf. IB, no. 526; Ghāf., 193; Manṣ., no. 272; Sam., p. 229, n. 435; *Tuḥfa*, no. 98; *Sharḥ*, 71, 38, 290

28. Clove is *qaranful*, *Caryophyllus aromaticus* L. The Arabic name comes from Greek *karyôphyllon*. It is used as a carminative, aromatic and condiment, for heart palpitation and for many other purposes, Cf. IB, no. 1748; Bīr., p. 101; Sam., p. 179, n. 64; *Tuḥfa*, no. 351; Dozy, II, p. 340.

29. *Salīkha* is cinnamon, *Cinnamomum aromaticum* Nees. = *Laurus cassia* L. Meyerhof says that it is *Cinnamomum Cassia* Bl. This bark is used to strengthen the stomach and liver, and for dental medicines. Cf. IB. no. 1205, 2213; Sam., p. 194, n. 166; *Tuḥfa*, 291, 369; *Sharḥ*, no. 95.

30. *Balasān* is balsam tree or balm of Gilead. *Commiphora opobalsamum* Engl. Its seeds and wood are used for epilepsy and pain, as a warming agent for the the stomach and liver. It is used also as an antidote, and is good for eyes. Cf. Diosc. p. 26; IB, no. 336; IW, p. 116; Bīr., p. 79; Sam., p. 228, n. 429; Manṣ., no. 139; Aver., no. 35; Kindī, no. 30; Dozy, I, p. 110; Font Quer, p. 307, no. 188.

31. *Vide* note 30 above.

32. Saffron is *zaᶜfarān*, *Crocus sativus* L. The Arabic name comes from an ancient word, Akkadian *azupirānu*. It is used as a stimulant and antispasmodic, and for scrofula. Cf. Diosc., I, 25; IB, no. 1010; IW, p. 120; Ghāf., 182; Bīr., p. 95; Sam., p. 180, n. 65; IBKl., f. 143, no. 222; IWāf., f. 49b; Ibn ᶜAwwām, I, 11-118; IMās., no. 134; *Tuḥfa*, no. 151, 390; *Sharḥ*, no. 135, 336; Dozy, I, p. 593; Font Quer, p. 913, no. 649.

33. *Rāwand ṣinī* is Chinese rhubarb, probably *Rheum rhaponticum* L., or *Rheum officinale* Baill., *Rhaponticum cynaroides* Les, or *Rheum palmatum* L. It is used for sciatica, the kidneys, liver, bladder, asthma, dysentery, fevers, animal bites, jaudice and skin diseases. It is also used as a carminative and febrifuge. Cf. Diosc. III, 2; IB, no. 1018; IW, p. 119; Sam., p. 174, n. 36; Manṣ., no. 519; *Tuḥfa*, no. 355; Dozy, I, p. 496.

34. Mace is *basbāsa*, *basbās* or *bisbās*, aril of nutmeg, fruit of *Myristica fragrans* Houtt. In al-Andalus and the Maghrib was synonym of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Mace is used as a tonic, stomachic, aromatic, and liniment. Cf. Diosc., I,82; IB, no. 281, 464, 846, 1443; Sam., p. 193, n. 163; *Tuḥfa*, no. 358, s. v. *rāziyānaj*; IW, p. 116; Dozy, I, p. 83.

35. *Kharbaq aswad* is the black hellebore, *Helleborus niger* L., or *Helleborus officinalis* Salisb. We must not mistake it for white hellebore (*Veratrum album* L.). Black hellebore is used as a drastic purgative, vermifuge and sternutative. Arabic *kharbaq* comes from Syriac *ḥūrbaknā* or *ḥūrbekānā*. Cf. Diosc., IV, 148-149; Sam., p. 214. n. 326, s. v. *kharbaq abyaḍ*; *Tuḥfa*, no. 425; *Sharḥ*, no. 399; Font Quer, p. 208, no. 111.

36. *Kamāduriyūs* is germander, *Teucrium chamaedrys* L. The name *kamā-*

Cf. Diosc. III, 110; IB, no. 488; IW, p. 117; Bīr., p. 85; Ghaf., p. 178; Manṣ., no. 276; *Tuḥfa*, no. 101; *Sharḥ*, no. 72; Aver., no. 53; Dozy, I, p. 197; Font Quer, p. 650, no. 449.

21. *Idhkhir* is lemon-grass, *Andrapogon Schoenanthus* L. It is also called *tibn Makka* "straw of Mecca". Its root is used as an astringent, aromatic sitmulant and febrifuge. The oil is applied in rheumatism and neuralgia. Cf. Diosc., I, 17; IB, no. 29; IW, p. 115; Sam., p. 175, n. 41; Ghāf., p. 2; *Tuḥfa*, no 34; *Sharḥ*, no. 8; Kindī, no. 94.

22. *Sunbul hindī* is Indian nard, also called *sunbul al-ṭīb* "fragrant nard", *Nardostachys Jatamansi* D. C. or *Valeriana Jatamansi* Jones. It is used as a stomachic, diuretic, emmenagogue and tonic for the heart, liver and brain. It is good for epilepsy, convulsions, hysteria, jaundice and kidney stone, and for nervous disorders. Cf. Diosc., V, 59; IB, no. 1232; IW, p. 121; Ghāf., p. 183; Bīr., p. 96; Sam., p. 189, n. 134; Manṣ., no. 1124; IBkl., f. 281, no. 492; *Sharḥ* no. 265.

23. *Karafs* is celery, *Apium graveolens* L. Garden celery is *karafs bustānī*. Its Arabic name comes from Hebrew *karpaṣ*. It is used as a diuretic, and is good for the stomach, kidneys, liver and bladder, and for rheumatism. Cf. Diosc. III, 70–74; IB, no. 1902, 2161; IWāf., f. 69d; Sam., p. 173, no. 32; Kindī, no. 122; IBkl., f. 213, no. 358; *Tuḥfa*, no. 82, 200, 337; *Sharḥ*, no. 173, 196; Font Quer, p. 487, no. 343; IMās., no. 35.

24. *Anīsūn* is anise, the seed of *Pimpinella anisum* L. It is used as a stimulant, carminative and emenagogue, and in electuaries for the liver and the kidneys and for many other purposes. Cf. Diosc., III, 61; IB, no. 159; Ghāf., no. 32; IWāf., f. 61d; IBkl., f. 45; Manṣ., no. 44; Ibn ʿAwwām, II, 249; Sam., p. 173, n. 33; *Tuḥfa*, no. 33; Font Quer, p. 493, no. 351. It is also called in Arabic *ḥabbat ḥalāwa* or *al-ḥabba al-ḥulwa* "sweet grain", which is the origin of Spanish "matalahúva".

25. Colocynth is *hanẓal*, *Cucumis colocynthis* L. or *Citrullus colocynthis* Schrad. It is used as an astringent, purgative and cathartic and is good for the liver and spleen. Cf. Diosc. IV, 171; IB, no. 714; IW, p. 118; Bīr., p. 89; Sam., p. 196, n. 195; Ghāf. Oc., p. 179; *Tuḥfa*, n. 177; *Sharḥ*, no. 158; Dozy, I, p. 332; Font Quer, p. 770, no. 547.

26. Common polypody is *basbāyij*, *Polypodium vulgare* L. *Basbāyij* comes from Persian *bas* "many", *pāyak* "little foot". The Greek name of this plant, polypodion, has the same meaning. It is used as an emmenagogue, and a purgative for bilious disorders. It is useful for digestion, for the kidneys, for the teeth and for rheumatic pains. Cf. Diosc., IV, 186; IB, no. 280; Manṣ., no. 152; Ghāf. 170; Kindī, no. 41; Sam., p. 187, n. 124, and p. 201, no. 244; *Tuḥfa*, no. 88; *Sharḥ*, no. 65; Font Quer, p. 70, no. 35.

27. Nutmeg is *jawz bawwā*, fruit of *Myristica fragrans* Houtt. Its name comes from Persian *gawz* "nut", and *būyā* or *būwā* "odour, fragrance". It is

32; Manṣ., no. 986; IB, no. 1712, 2138; IBkl., f. 311, no. 550; Sam., p. 201, n. 236; *Tuḥfa*, no. 325, 330, 3 378; *Sharḥ*, no. 309; Font Quer, p. 708, no. 501.

13. *Zanjabīl* is ginger, *Amomum zingiber* L. = *Zingiber officinale* Rosc. It is useful for the stomach and aids the digestion of food. Cf. Diosc., II, 149, p. 238 IBkl., f. 137, no. 120; Manṣ., no. 547; IWāf., f. 83a; *Tuḥfa*, no. 143; Al-Arbūlī f. 94r, no. 89.

14. *Qusṭ abyaḍ* is white costus, *Aucklandia costus* Falc. The Arabic name is a transcription of the Greek term *kóstos*, which comes from the Sanskrit *kusṭha*, in Aramaic *kūshtā*. It was used as a remedy for the kidneys and bladder, and for impetigo, quartan fever and in other illnesses. Cf. Diosc., I. 15, p. 24; IB. no. 1785; IWāf., f. 77b; IBkl., f. 321, no. 567; Sam., p. 199, n. 223; *Tuḥfa*, no. 350; *Sharḥ*, no. 338; Font Quer, p. 814, no. 585; IMās., no. 27.

15. *Zarāwand ṭawīl* is greater or long Aristolochia, *Aristolochia longa* L. The name *zarāwand* is Persian. It is used as febrifuge. Cf. Diosc., II, 4, p. 265; IB, no. 1099; Sam., p. 193, n. 158; IW, p. 120; Manṣ., no. 546; *Tuḥfa*, no. 140; *Sharḥ*, no. 133; Font Quer, p. 194, no. 102.

16. *ʿŪd hindī* is Indian aloe or aloeswood, *Aquillaria Agallocha* Roxb. and *Aquillaria malaccensis* Lamk. It was used to treat bad breath, and to polish the teeth. Cf. Diosc. I, 22; IB, no. 1603; Sam., p. 197. n. 62; *Tuḥfa*, no. 308; *Sharḥ*, no. 296; Dozy, II, p. 168. IBkl., f. 295, no. 519.

17. *Turbid* is turpeth, *Convolvulus turpethum* L. = *Ipomaea turpethum* R. Br., a tropical Asiatic vine. The Arabic *turbid* comes from the Sanskrit *trivrit*, which means "three sided", from the appearance of the plant. It was used as a cathartic and purgative, and is good for nerve disorders. Renaud and Colin identify *al-turbid al-abyaḍ* with white turpeth, *Globularia alypum* L. Cf. Diosc., IV, 180; IB., no. 407; Sam., p. 171, n. 15; Manṣ., n. 243; *Tuḥfa*, no. 6; Dozy, I, p. 143.

18. *Asārūn* is wild ginger, *Asarum europaeum* L. Its root is used for quartan fever, jaundice, thirst and pain of the stomach and liver. The Arabic name is the transcription of Greek *ásaron*, and it is also called in Arabic *sunbul barrī* "wild nard". Cf. Diosc., I,9; IB, no. 654; IW. p. 115; Sam., p. 223, n. 401; Manṣ., no. 31; *Tuḥfa*, no. 36; *Sharḥ*, no. 21; Dozy, I, p. 20.

19. *Wajj* is sweet flag, *Acorus calamus* L. The origin of this word is the Persian *waj*, which comes from the Sanskrit *vacā*. Its root is used as a carminative, tonic, for rheumatism, for bad breath, to polish the teeth, to remove the decaying part of teeth, for the stomach and to strengthen the liver. Cf. Diosc. I, 2; IB, no. 2270; Sam., p. 198, n. 222; *Tuḥfa*, no. 129, 190 and 349; *Sharḥ*, no. 329; Dozy, II, p. 187; Ghāf., no. 272.

20. *Juʿda* is poly-germander, *Teucrium polium* L. It is also called in Arabic *jaʿda* or *juʿayda*. Its Greek name is *pólion*. It is a mountainous plant, which sprouts in the spring and dries out in winter. It is used as a tonic and stimulant.

5. *Afitimūn* or *afithimūn* is dodder, *Cuscuta epithymum* L. and Murray. The Arabic word comes from the *epithymon*, and this from *peithymis*, a name for thyme. According to Dioscorides is good for melancholy, phlegm and black choler when given with honey. This plant is a parasite which grows on some thyme plants, and is used today for rheumatism. Cf. Diosc., IV, 177, p. 490; Ghāf., p. 189; Manṣ., no. 37; IB, no. 1940; IW, p. 125; Sam., p. 176, n. 43a; Aver., no. 13; *Tuḥfa*, no. 32; *Sharḥ*, no. 23; Dozy, II, p. 469; Font Quer, p. 544, no. 384; IMās., no. 40.

6. *Ghārīqūn* is agaric, *Agaricus officinalis* L. = *Polyporus officinalis* Fr. It is used in a preparation for quartan fever, jaundice, stomach, and liver, and as a styptic and cicatrizing agent. The Arabic *ghārīqūn* comes from the Greek *agarikón*. Cf. Diosc., III,I; IB, no. 1662; Sam., p. 186, n. 123; *Tuḥfa*, no. 435; Font Quer, p. 28, no. 7; Ghāf., no. 24.

7. *Afsintīn* or *ifsintīn* is wormwood. *Afsintīn rūmī* is Greek absinth, *Artemisia absinthium L.*, whose origin is the Greek word *apsinthíon*. It is also called in Arabic *shaybat al-ʿajūz* "white hair of old woman". Dioscorides states that it purges bilious humours from the stomach. It has been used as a stomachic tonic, and for catarrh, fever , and jaundice. Cf. Diosc., III, 23; IB, no. 23; IB, no. 113; Sam., p. 187, no. 125; Manṣ., no. 43; Ghāf., p. 27; *Tuḥfa*, no. 1; *Sharḥ*, no. 3, 186.

8. *Saqmūniyā* is *Convolvulus scammonia* L. It is the transcription of the Greek *skammónia*. It is a gum resin obtained by incision of the living root. It is used as a drastic purgative. It is called also in Arabic *al-maḥmūda*. Cf. Diosc., IV, 170, p. 484; Manṣ., no. 1094; IW, p. 120; Sam., p. 192, n. 152; *Sharḥ*, no. 281.

9. *Maṣṭakā* or *muṣṭakā* is mastic, a gum resin obtained from *Pistacia lentiscus* L. It is used as a stomathic, for obstructions, and to combat nausea. Cf. Diosc., p. 54; Ghāf., p. 192; IB. no. 2139; IW, p. 126; Sam., p. 179, n. 63; *Tuḥfa*, no. 178, 251, 317, 329; *Sharḥ*, no. 66; Dozy, II, p. 597; Font Quer, p. 440, no. 312.

10. *Dār ṣīnī* is Chinese cinnamon, *Cinnamomum ceylanicum* Nees. or another species like *Cinnamomum cassia* Bl. or *Cinnamomum aromaticum* Nees. This word comes from the Persian *dār chīnī* "Chinese wood". It is used for the kidneys and nerves, and to facilitate menstruation, and it has many other uses. Cf. Diosc., I, 14; Ghāf., p. 232; IB, no. 841, 1205; Manṣ., no. 464; IBkl., f. 103, no. 145; IWāf., f. 78a; *Tuḥfa*, no. 112, 291, 369; *Sharḥ*, no. 95.

11. *Ḥāshā* is thyme, *Thymus vulgaris* L. or *Thymus capitatus* Lk. and Hoffm. It is used in preparations for the stomach, liver and spleen,. Cf. Diosc., III, 36; IB, no. 548; Manṣ., no. 329; Sam., p. 200, n. 232; *Tuḥfa*, no. 163; *Sharḥ*, no. 157, 319.

12. *Fawdhanaj* or *fūdhanj* and *fawtanaj* or *fūtanj nahrī* is water mint, *Mentha aquatica* L., The Arabic term is a transcription of the Persian *pūdana*. It is used for the stomach, liver and spleen, and many other ailments. Cf. Diosc., III,

HIPPOCRATES' RECIPE FOR CUMIN CONFECTION: It is useful against all cold diseases, the salt phlegm produced by much drinking of water and from the black bile and soft breathing. It warms up the stomach, the kidneys and the bladder, improves the face's hue and is useful against the fever caused by phlegm and black bile. It is also useful against sour belching, perfumes the smell of the breath, and is useful for urine retention and coldness of teeth. A hazelnut of it with hot water must be taken.

INGREDIENTS: One pound (*raṭl*) of cumin of Kirmān;[74] it is soaked in vinegar, one day and one night; then it is dried in the shade, after cleaning it through a sieve; then it is fried in a steam fryingpan until it becomes dry before it burns; then it is pounded and sieved through a linen cloth; four ounces each of pepper[75] and ginger;[76] one ounce each of galingale,[77] balsam wood,[78] balsam seed,[79] cinnamon,[80] mastic,[81] and Chinese cinnamon;[82] one ounce of garden rue seeds;[83] half an ounce each of aromatic cinnamon,[84] long pepper,[85] royal cumin,[86] clove,[87] borax,[88] and garden celery seeds;[89] a quarter of an ounce each of saffron,[90] nutmeg,[91] cardamom,[92] and cubeb;[93] one ounce of lemon balm seeds;[94] eight ounces of loafsugar.[95]

The drugs are pounded and sieved through a linen cloth, except the borax and the sugar, because both of them are sprinkled on the electuary, and one third of *rubʿ*[96] of honey. It is cooked and bereft of froth, and the drugs are kneaded with it, God the Sublime willing.

Notes and Comments on the Translation

1. The word *iyāraj* pl. *iyārajāt*, is commonly transcribed *hieras*; its origin is the Greek term *ierá*, with the meaning of "sacred remedy". Cf. Ullmann, *Die Medizin im Islam*, p. 296.

2. *Lūgadhiyyā* is a kind of aperient or laxative, compounded of many ingredients; it is used, according to Ibn Wāfid, against "cold winds ascending to the head". Cf. Dozy, *Supplément*, II, p. 558; Sam., p. 198, n. 216.

3. *Ṣabir*, *ṣabr* is aloe, *Aloe vera* L. and *Aloe Perryi* Bak. *Al-ṣabir al-suquṭri* is *Aloe succotrina* L. It is used for jaundice, phlegm and the stomach, as a purgative, emmenagogue, dessicative and detersive. Cf. Diosc., pp. 279-280; IW, p. 122; Sam., p. 198, n. 218; Manṣ., nº. 864; *Tuḥfa*, nº. 265, 294; *Sharḥ*, no. 218; Dozy, I, p. 815; Font Quer, p. 884, nº. 632.

4. *Usṭūkhūdūs* is lavender, *Lavandula Stoechas* L. The Arabic term comes from the Greek *stoikhás*, more exactly from the genitive of the Greek word. It is used for diseases of the chest, ailments of the thorax and also in antidotes. It helps epilepsy and melancholy, and is used as a purgative, resolvent and carminative. Cf. Diosc., III, 26, p. 284; Ghāf., p. 101; Sam., p. 187, n. 126; Bīrūnī, p. 72; Aver., nº. 9; Manṣ., no. 23; IB., no. 62; IW, p. 115; *Tuḥfa*, no. 13; *Sharḥ*, no. 6; Dozy, I, p. 22; Font Quer, p. 657, no. 454.

parsley;[37] one *mithqāl* each of euphorbium,[38] long pepper,[39] castoreum,[40] amomum,[41] red myrrh,[42] false acorus,[43] malabathrum,[44] and musk.[45]

The drugs are separately pounded. Then all of them are ponded together, sieved and kneaded with skimmed cooked honey; it is well pounded, then put into a glass vessel and left until it becomes old, at least for two months. The dose for flatulence, upset stomach, sour belching and fevers is one *mithqāl*; for those suffering from colic, joint pains and insensibility, the weight of two *mithqāls*; for serious melancholic diseases and for what is caused by cold and bad secretions, four *mithqāls*; for heart palpitation, convulsions, halitosis, and quartan fever, half a *mithqāl* every day, God willing.

* * *

RECIPE FOR *IṬRĪFUL*[46] composed by Isḥāq b. ʿImrān – may God have mercy upon him.

He is said to have commented when he was in gaol: "I miss nothing but this myrobalan confection (*iṭrīful*), which I prescribed for Ibrāhīm b. Aḥmad, because it preserves the stomach and it is useful against haemorrhoid winds and flatulence, and it warms up the body, aids the digestion of food, improves the face's hue, makes dyspepsia and indolence disappear, strengthens the liver, softens hardness, opens up obstructions, clarifies thick blood, strengthens the organs, tightens what has become soft in them, pulls out the wind from the stomach, and is useful for all diseases, God willing".

INGREDIENTS: Take six *dirhams* each of clean Cabul myrobalan,[47] Indian myrobalan,[48] belleric myrobalan,[49] and emblic myrobalan;[50] three *dirhams* each of ginger,[51] long pepper,[52] pepper,[53] secacul,[54] galingale,[55] Indian nard,[56] Indian malabathrum,[57] cinnamon bark,[58] small and great cardamom,[59] Indian leadwort,[60] fruit of common ash,[61] and white and red *behen* roots;[62] one *mithqāl* each of Tchampa wood[63] and Chinese rhubarb,[64] ten *dirhams* each of nutmeg,[64] fennel,[65] and peeled sweet almonds;[66] two *dirhams* each of aniseed[67] and mastic;[68] one *mithqāl* each of clove-flavoured basil,[69] balm-mint,[70] and dry mint;[71] three *dirhams* of reed-shaped turpeth gummed on both ends.[72]

Each one is separately pounded, ground in a mortar, and three ounces of loafsugar are crushed in it, after being sifted and gathered, and it is mixed with almond oil in the quantity of seven *dirhams*; it is kneaded with skimmed honey in sufficient amount, and it is put into a clean glass vessel and closed up. Its dose, in winter and summer, is two *dirhams*, one *mithqāl* for old and middle aged men, and for youths the weight of one *dirham*, God the Sublime willing. (*Fol.* 125v). The older the better, and those who want to take it in any season for some time must add one *dāniq* of scammony,[73] and it is drunk before breakfast, God the Sublime willing.

* * *

Translation

(Fol. 124v*)*

In the name of God, the Merciful and Compassionate. May God bless His noble Prophet and his family and grant them salvation.

RECIPE FOR *HIERAS*[1] APERIENT attributed to Isḥāq b. ʿImrān: It is useful, God willing, against melancholic illnesses, and replaces the *lūghādhiyyā*[2] aperient and the great purgatives in all cases, and it adds to them the property of penetrating the veins, due to its thinness, and dissolving what has been entangled in them, and, owing to the aromatic drugs contained in it, it strengthens the breathing, stimulates the heart, keeps bad thoughts away, cures the symptoms of melancholia, because it dissolves epigastric winds, strengthens the stomach and resolves the winds produced in the joints as a consequence of a bad digestion, although it stimulates the innate heat, and, because of the mildness in this drug, it removes the light humours with the vapour and resolves the thick ones removing them gradually with its thinness. It preserves the health of healthy persons.

Owing to the laxatives which it contains, it is able to dissolve the black bile and the viscous phlegm. It is useful for diseases caused by them and cures leprosy, dissolving the thick raw humours and removing them.

The author planned this because his body would not tolerate strong laxatives.

In this disease, persistent diarrhoea is cured only with strong drugs, and this is attained gradually by their softness.

Isḥāq was right when he supplemented the action of this drug with cheese water, because it is one of the strong laxatives in spite of its thinness and its minimal weakening action, and it is a remedy for most serious illnesses. And we see, from those diseases and this drug, that this medicine is useful for diseases of difficult recovery produced in the head, the stomach, the joints, and obstructions, vertigo, weeping eyes, and it sharpens the mind, causes to disappear the prolonged fevers accompanied by vertigoes, the quartan fever, and it is useful against insensibility, tetanus, and colic, clarifies the blood, and is useful against heart palpitation and stops flatulence.

INGREDIENTS: Take ten *mithqāls* of good pure red aloe of Soqoṭra;[3] six *mithqāls* each of lavender,[4] red dodder of Crete,[5] agaric,[6] Greek absinth,[7] and scammony;[8] four *mithqāls* each of mastic,[9] Chinese cinnamon,[10] thyme,[11] dry water mint,[12] dry ginger,[13] white costus,[14] and long aristolochia;[15] three *mithqāls* each of Indian aloe,[16] gummy white reed-shaped turpeth,[17] wild ginger,[18] sweet flag,[19] poly-germander,[20] lemon-grass flowers,[21] Indian nard,[22] garden celery seeds,[23] aniseeds,[24] pulp of white colocynth[25] deprived of its skin and its fresh seeds, and common polypody;[26] two *mithqāls* each of nutmeg,[27] clove,[28] cinnamon bark,[29] balsam seeds,[30] balsam wood,[31] saffron,[32] *(Fol.* 125r*)* Chinese rhubarb,[33] mace,[34] black hellebore,[35] germander,[36] and

وبهمنان أبيض وأحمر من كلّ واحد ثلاثة دراهم كيلا . ومن العود الصنفيّ والراوند الصينيّ من كلّ واحد مثقال . ومن جوز بوّا ورازيانج ولوز حلو مقشّر من كلّ واحد عشرة دراهم . ومن الأنيسون والمصطكى من كلّ واحد درهمان كيلا ، ومن الحبق القرنفليّ والأترنجان والنعنع اليابس من كلّ واحد مثقال ، ومن التربد القصبيّ المصمغ الطرفين ثلاثة دراهم كيلا . يدقّ كلّ واحد على حدة ويطحن[٥] بطاحونة الأدوية ويسحق معه[٦] بعد النخل والجمع ثلاث أواقي سكر طبرزد ويلتّ بدهن اللوز مقدار سبعة دراهم ويعجن بعسل منزوع الرغوة بمقدار الكفاية ويستودع في إناء مزجّج نظيف ويستوثق من أعلاه . والشربة منه في الشتاء والصيف درهمين كيلا للكبير والوسط مثقال ، والصغير زنة درهم ، إن شاء الله تعالى . فكلّما (ص ١٢٥ ظ) قدم كان أحسن . ومن أراد أخذه في الفصول مدة جعل معه دائما من سقمونيا وشرب على توحّش . إن شاء الله تعالى .

نسخة الكمونية لابقراط

نافعة من الأبردة كلّها ومن البلغم المالح العارض عن كثرة شرب الماء ومن السوداء ورقّة النفس وتسخّن المعدة والكلى والمثانة وتحسّن اللون وتنفع من الحمّيات المتولّدة عن البلغم والمرّة السوداء وتنفع من الجشاء الحامض وتطيّب النكهة وتنفع من عسر البول وبرد الأسنان . ويؤخذ منها مثل البندقة بماء حارّ . وهي كمّون كرمانيّ رطل ينقع في خلّ خمر يوم وليلة ، ثمّ يجفّف في الظلّ بعد التصفية بغربال ، ثمّ يقلى في مقلاة بخار حتى يجفّ ولا يحترق ، ثمّ يدقّ وينخل بشتيق ، ومن الفلفل والزنجبيل من كلّ واحد أربع أواقي ، خولنجان ، عود بلسان ، حبّ بلسان ، سليخة ، ومصطكى ، دار صينيّ ، من كلّ واحد أوقيّة ، بزر السذاب البستانيّ أوقيّة ، قرفة الطيب ، دار فلفل ، نانخواة ، قرنفل ، بورق ، بزر كرفس بستانيّ ، من كلّ واحد نصف أوقيّة ، زعفران ، جوز بوّا ، قاقلّة ، حبّ العروس ، من كلّ واحد ربع أوقيّة ، بزر الترنجان أوقيّة ، سكر طبرزد ثماني أواقي . تدقّ الأدوية وتنخل بالشتيق إلا البورق والسكر فإنهما يجعلان ذرورا على المعجون ، ومن العسل ثلث ربع يطبخ وتنزع رغوته وتعجن به الأدوية ، إن شاء الله تعالى .

٥ – في الأصل : ينخل ، في الهامش : يطحن .
٦ – على السطر معه .

MS Bibl. Medicea-Laurenziana, Or. 215, f. 125v.
(Courtesy of the Laurentian Library, Florence).

مثاقيل مصطكى ودار صيني وحاشا وفوذنج نهري يابس وزنجبيل يابس وقسط أبيض وزراوند[1] طويل من كلّ واحد أربعة مثاقيل ، ومن العود الهنديّ والتربد الأبيض القصبي المصمغ والأساورن والوجّ والجعدة وفقّاح الإذخر وسنبل هنديّ وبزر الكرفس البستانيّ والأنيسون وشحم الحنظل الأبيض المنقى من قشره وحبّه الحديث ومن البسبايج من كلّ واحد ثلاثة مثاقيل ، ومن جوز بوّا وقرنفل وقشر سليخة وحبّ بلسان وعود بلسان وزعفران (ص ١٢٥ و) وراوند صينيّ وبسباسة وخربق أسود وكمادريوس وبطراساليون من كلّ واحد مثقالان ، فربيون ودار فلفل وجندبادستر وحماما ومرّ أحمر وقصب الذريرة وساذج ومساك من كلّ واحد مثقال . تسحق الأدوية فرادى ويسحق الكلّ وينخل ويعجن بالعسل المطبوخ المنزوع الرغوة ويجاد سحقه ودلكه[2] . ثمّ ترفع في إناء زجاج وليترك حتّى يعتق ، وأقلّ ذلك مدة شهرين . والشربة منه للرياح وفساد المعدة والجشاء الحامض والحميّات مثقال ، ولصاحب القولنج وألم المفاصل والخدر وزن مثقالين ، وللعلل الغليظة السوداوية وما تولد عن الفضول الباردة الرديئة أربعة مثاقيل ، وللخفقان والرجف والبخر وحمّى الربع نصف مثقال كلّ يوم ، إن شاء الله .

صفة إطريفل

من تأليف اسحق بن عمران — رحمه الله — . قال إنّه قال في السجن : « ما أسفي على شيء إلاّ على هذا الإطريفل الذي وصفته لابرهيم بن أحمد لأنه يحفظ المعدة وينفع من رياح البواسير والرياح ويسخّن البدن ويعين على هضم الطعام ويحسّن اللون ويذهب بالتخم والكسل ويقوّي الكبد ويجلي الصلابة ويفتح السدد ويروّق الدم الكدر ويقوّي الأعضاء ويشدّ ما استرخى منها ويقلع رياح المعدة وينفع لكلّ العلل ، بإذن الله » .

أخلاطه: يؤخذ من لحاء الاهليلج[3] الكابليّ وهنديّ وبليلج وأملج منقّى من كل واحد ستة دراهم كيلا ، ومن الزنجبيل والدار فلفل والفلفل وشقاقل وخولنجان وسنبل هنديّ وساذج هنديّ وقشر سليخة وقاقلّة صغيرة وكبيرة وقرنفل[4] وشيطرج هنديّ وألسنة العصافير

١ — في الأصل : زراويد .
٢ — في الأصل : ذلكه .
٣ — في الأصل لحا الاهليج .
٤ — في الأصل : قونفل .

124

MS Bibl. Medicea-Laurenzziana Or. 215, f. 125r.
(Courtesy of the Laurentian Library, Florence).

The third recipe is attributed to Hippocrates.

Now we present the transcription of the Arabic text, the English translation, the notes and comments on the translation, a glossary of Arabic terms, and finally a selected bibliography with abbreviations.

Transcription of the Arabic Text

بسم الله الرحمن الرحيم ص ٢٤ ا ظ

صلّى الله على محمّد نبيه الكريم وعلى آله وسلّم تسليماً

صفة الايارج المنسوب

إلى اسحق بن عمران وهو ينفع ، بإذن الله ، من العلل السوداويّة وينوب عن اللوغاذيا والايارجات الكبار في جميع أحوالها وله من المزيد عليها أن يغوص بلطافته في العروق فيحلّل ما ارتبك فيها وله بما فيه من الأدوية العطرية أن يقوّي النفس ويشجّع القلب ويطرد الأفكار الرديئة ويبرىء من أعراض المالنخونيا بأن يحلّل الأرياح الشراسفيّة ويقوّي المعدة ويحلّل ما تولد من الرياح في المفاصل عن سوء الهضم وأن ينبّه الحرارة الغريزيّة وبما فيه من الحرارة اللطيفة أن يخرج من الأخلاط بالبخار وأن يحلّل الغليظة منها ويخرجها بلطفه الشيء بعد الشيء . فيكون حافظاً للصحّة على الاصحّاء وله بما فيه من المسهلات أن يقوى على تحليل السوداء والبلغم اللزج فينفع من العلل الحادثة عنها وأن يبرىء من الجذام بتحليله الأخلاط الغليظة النيّة وإخراجها لها وذلك قصد به مؤلّفه اذ ليس له جسم يحتمل به المسهلات القويّة ، وهذه العلّة إنّما يبرىء منها الإسهال المتواتر بالأدوية القويّة وهذا يبلغ بلطافته مبلغه الشيء بعد الشيء ، وقد أحسن اسحق غاية الإحسان حين أعان فعله بماء الجبن ، فهو من المسهلات القويّة مع لطافته وقلّة إضعافه وهو شفاء من كثير من العلل الغليظة فترى لها ولهذا الدواء أن ينفع من العلل العسيرة البرء العارضة في الرأس والمعدة والمفاصل وللسدد والدوار ونزول الماء في العينين وأن يحدّ الذهن وأن يذهب الحميات المتطاولة ذوات الأدوار والربع وأن ينفع من الخدر والكزاز ومن القولنج وأن يصفّي الدم وينفع من الخفقان ويقطع البخار .

أخلاطه: يؤخذ من الصبر الأحمر الخالص الجيّد السقطري عشرة مثاقيل، ومن الأسطوخدوس والأفيثمون الأحمر الاقريطيّ والغاريقون والأفسنتين الرومي والسقمونيا من كلّ واحد ستة

١

MS Bibl. Medicea-Laurenziana Or. 215, f. 124v.
(Courtesy of the Laurentian Library, Florence).

Three Medical Recipes in Codex Biblioteca Medicea-Laurenziana Or. 215

AMADOR DIAZ GARCIA*

IN MS 215 of the Biblioteca Medicea-Laurenziana of Florence, ff. 124v-125v there are three recipes, two of them attributed to Isḥāq b. ᶜImrān, the celebrated ninth century Baghdād physician, who was surnamed "Samm sāᶜa", and was called to Qayrawān by the Aghlabid Ziyādat Allāh b. al-Aghlab III (290–296/903–907), where he cured him of melancholia. In 296/907 he was murdered by his sometime protector.[1]

He wrote many works. The most important among them is his *Maqāla fi'l-malankhuliyya*. This work was translated into Latin by Constantinus Africanus with the title of *De Melancholia*, and later by Rufus (1536).

On Hygiene he composed a *Risāla fi ḥifẓ al-ṣiḥḥa*.

Other works of his are:

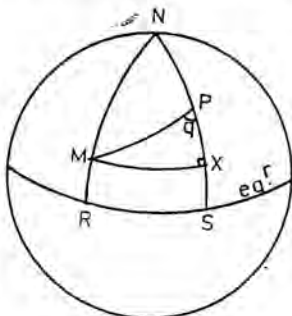
Kitāb al-thimār, a collection of extracts from different works of Galen.
Al-ᶜUnṣur wa'l-tamām, on medicaments, quoted by Ibn al-Bayṭār in his *al-Jāmiᶜ fi'l-adwiya al-mufrada*.
Kitāb fi'l-faṣd, on bloodletting, and
Kitāb fi'l-nabḍ, on the pulse.

*Universidad de Granada, Spain.

1. On Isḥāq b. ᶜImrān, his life and his works, see Ibn Juljul, *Kitāb ṭabaqāt al-aṭibbā' wa'l-ḥukamā' ta'lif Abī Dāwūd Sulaymān b. Ḥassān al-Andalusī, al-maᶜrūf bi-Ibn Juljul* (Les générations des médecins et des sages), ed. Fu'ād Sayyid (Publications de l'Institut Français d'Archéologie Orientale du Caire, Textes et Traductions d'Auteurs Orientaux, Tome X; Le Caire, 1955), 84, 4 ff.; Ṣāᶜid, *Kitāb ṭabaqāt al-umam li-Abī'l-Qāsim Ṣāᶜid b. Aḥmad al-Andalusī*, (Cairo: Al-Maktaba al-Maḥmūdiyya al-tijāriyya), s. a., 81, 11 ff.; Ibn Abī Uṣaybiᶜa; *Kitāb ᶜUyūn al-anbā' fi ṭabaqāt al-aṭibbā' li-Muwaffaq al-Dīn Abī l-ᶜAbbās Aḥmad b. al-Qāsim al-maᶜruf bi-Ibn Abī Uṣaybiᶜa*, ed. August Müller (Kairo-Königsberg, 1882–1884), II,35; Ahmed Chérif, *Histoire de la médecine arabe en Tunisie*, Diss. Bordeaux 1908, p. 31 ff.; M. Laignel-Lavastine et Ahmed ben Milad, "L'école médicale de Kairouan aux Xᵉ et XIᵉ siècles", *Bulletin de la Société Françoise d'Histoire de la Médecine*, 27 (1933), 235–242; Karl Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, I, 232; Supplementband I, 417; Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Band III, 266-267; Band IV, 344; Ibn ᶜIḏārī, *Histoire de l'Afrique et de l'Espagne intitulée Al-Bayano' l-mogrib*, ed. by R. Dozy, (Leiden, 1848–1851); transl. by E. Fagnan, Algiers 1901, 1904, I, 163; Lucien Leclerc, *Histoire de la médecine arabe* (Paris, 1876), I, 408-409; B. Ben Yahia, "Les origines du *De melancholia* de Constantin l'Africain", *Revue d'Histoire de la Science*, 7 (1954), 156–162; Heinrich Schipperges, "Die Assimilation der arabischen Medizin durch das lateinische Mittelalter". *Sudhoffs archiv*, Beihefte, Heft 3, (Wiesbaden, 1964), 43; Manfred Ullmann, *Die Medizin im Islam*, in *Handbuch der Orientalistik*, Ergänzungsband VI, Erster Abschnitt, (Leiden–Köln, 1970), p. 125; Ferdinand Wüstenfeld, *Geschichte der Arabischen Aerzte und Naturforscher. Nach den Quellen bearbeitet* (Göttingen, 1840). Zweite Nachdruckauflage, (Hildesheim–New York, 1978), pp. 32–33, nº 77.

from the suggestion that the entries in this section were taken from another table. For if they are calculated, the underlying formula must be different from the one under consideration, which works noticeably better in the rest of the table; and if they are interpolated, the method of interpolation is obscure and the seven 90s in the corner are difficult to explain. It should be remembered that this part of the table gave wild results for tan $q(\Delta\varphi, \Delta L)/\tan q(10, \Delta L)$ at the beginning of this investigation.

Justification of the formula[8]



Formula (4) is easy to derive by elementary means. In the diagram N is the North pole of the equator RS, M represents Mecca and P the place in question. $MR = \varphi_M$, $PS = \varphi$ (the latitude of the place in question) and $\angle MNP = \Delta L$. If XM, drawn so that $NM = NX$, is assumed to be at once a great circle and perpendicular to NP — the inconsistency of these conditions characterize the approximation — then $PX = \Delta\varphi$,

$$\sin XM = \cos \varphi_M \sin \Delta L \tag{5}$$

from the sine-theorem in ΔNMX or from the "rule of four quantities", and

$$\tan q = \frac{\tan XM}{\sin \Delta\varphi} \tag{6}$$

by the tangent theorem in ΔMPX. Both results were known to al-Bīrūnī.[9] Since al-Khāzinī borrowed freely from him in other matters,[10] he can be assumed to have known these trigonometrical theorems too. Formula (4) follows immediately from (5) and (6).

Conclusion

In sum, formula (4) with $\varphi_M = 21°20'$ seems to fit too well to be rejected. The grosser irregularities in the table would create difficulties in fitting any smooth function. The diagonal runs mentioned above seem to imply some kind of interpolation. No satisfactory theory is offered here of its nature. Perhaps it was based in some way upon the relatively accurate values on the top row and rightmost column. What is abundantly clear is that the table is corrupt in many places.

8. Other methods are possible. Dr. D. A. King informs me (private communication) that some approximate methods in use in ninth-century Iraq appear to have been derived by solid geometry.

9. *Qānūn* (see note 6), volume I, pp. 354-60.

10. See, e.g., R.E. Hall, "Al-Khāzinī", *Dictionary of Scientific Biography*, (Charles Scribner's Sons, New York) VII (1973) pp. 335–51.

(16,20): as it stands, it gives, by interpolation with other entries, excellent approximation to al-Khāzinī's value for the *qibla* of Marw.[7]

Finally, the curious-shaped section enclosed by a line in the bottom left-hand corner of the table contains values with great divergence from those from those calculated by the formula. No explanation is offered for this, apart

ΔL \ Δφ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	41 18 42 58	26 59 24 59	17 15 17 15	12 2 13 7	10 14 10 36	8 4 8 50	7 56 7 36	7 40 6 40	7 36 5 58	7 21 5 21	6 32 4 52	6 28 4 28	4 8 4 8	3 51 3 51	3 34 3 36	3 33 3 23	3 31 3 11	3 21 3 1	3 17 2 52	2 28 2 43
2	69 17 61 47	42 5 42 59	31 11 31 51	25 8 25 0	20 40 20 28	15 9 17 17	14 7 14 57	13 11 13 9	11 32 11 45	10 20 10 37	9 44 9 40	6 4 8 53	8 30 8 14	7 20 7 39	7 10 7 10	6 39 6 44	6 15 6 21	6 4 6 1	5 30 5 42	5 26 5 26
3	70 11 70 19	54 9 54 26	43 7 43 0	34 18 34 59	29 30 29 15	26 10 25 2	21 4 21 50	19 20 19 20	16 19 17 20	15 30 15 42	14 38 14 21	11 14 13 13	14 4 12 15	11 14 11 24	10 41 10 41	10 3 10 3	9 40 9 29	8 31 8 59	8 17 8 32	8 7 8 7
4	75 14 75 0	61 37 61 49	51 17 51 12	43 10 43 2	36 20 36 46	31 16 31 55	28 14 28 7	25 41 25 4	22 11 22 36	20 30 20 33	18 14 18 51	17 11 17 23	16 7 16 9	15 21 15 4	15 10 14 7	13 17 13 17	12 36 12 33	11 41 11 54	11 30 11 19	10 17 10 47
5	77 4 77 54	67 18 66 48	56 42 57 36	49 15 49 25	43 15 43 4	36 40 37 56	33 7 33 45	30 4 30 20	25 17 27 30	25 36 25 8	23 47 23 7	21 36 21 24	19 42 19 54	18 24 18 36	17 16 17 28	16 44 16 28	15 14 15 34	14 47 14 46	14 4 14 3	13 34 13 24
6	79 7 79 53	74 18 70 22	60 14 61 51	54 18 54 30	48 16 48 18	43 20 43 6	38 14 38 45	36 16 35 6	32 11 32 1	29 40 29 24	27 43 27 9	25 37 25 12	23 51 23 30	22 46 22 1	22 34 20 42	19 43 19 32	18 19 18 30	17 42 17 34	16 47 16 44	15 50 15 58
7	81 4 81 19	75 34 73 1	72 7 65 21	58 41 58 35	52 14 52 39	46 56 47 33	43 24 43 9	39 22 39 21	36 23 36 9	33 32 33 21	32 28 30 55	28 14 28 47	26 18 26 56	25 34 25 17	23 36 23 49	22 32 22 31	21 48 21 21	20 19 20 18	19 12 19 20	18 28 18 28
8	82 5 82 24	78 14 75 3	74 9 68 11	61 14 61 55	56 9 56 18	51 7 51 21	46 50 47 1	43 31 43 13	39 42 39 53	36 45 36 59	35 4 34 25	32 33 32 10	32 42 30 10	28 36 28 23	26 19 26 48	25 14 25 23	24 21 24 6	21 30 22 56	21 54 21 53	20 19 20 55
9	83 9 83 15	80 19 76 40	76 11 70 24	64 7 64 39	59 49 59 23	54 34 54 38	50 14 50 24	46 45 46 37	43 36 43 17	40 30 40 18	37 30 37 40	35 21 35 19	33 50 33 13	33 33 31 20	29 7 29 39	28 32 28 7	26 14 26 44	25 36 25 29	25 49 24 21	23 38 23 18
10	84 11 83 55	82 23 77 59	77 34 72 17	66 17 66 57	62 36 62 0	56 45 57 28	53 19 53 22	49 35 49 40	46 25 46 20	43 39 43 21	40 41 40 40	38 2 38 15	36 8 36 5	34 17 34 7	34 15 32 21	31 15 30 44	29 32 29 17	27 14 27 57	26 16 26 43	25 36 25 36
11	85 19 84 29	83 42 79 4	79 16 73 50	68 12 68 52	64 14 64 14	59 19 59 56	55 17 55 59	52 12 52 23	49 15 49 6	46 15 46 8	43 [illegible] 43 26	40 50 40 59	38 12 38 46	36 18 36 45	35 36 34 55	34 20 33 14	31 45 31 42	31 30 30 18	29 [illegible] 29 1	26 50 27 50
12	86 21 84 57	85 51 79 58	79 42 75 9	71 6 70 32	66 9 66 11	62 6 62 6	58 41 58 19	54 49 54 49	51 49 51 38	48 58 48 40	45 54 45 56	43 45 43 31	41 29 41 16	39 4 39 13	38 32 37 20	36 12 35 36	34 24 34 2	32 45 32 34	31 16 31 14	31 28 30 0
13	87 25 85 21	86 8 80 45	82 31 76 16	73 9 71 58	67 17 67 52	64 16 64 0	59 2 60 22	56 17 57 0	53 34 53 52	50 43 50 59	48 48 48 19	45 48 45 52	43 47 43 37	41 39 41 32	39 44 39 37	36 40 37 52	36 20 36 14	34 44 34 44	33 41 33 21	32 4 32 4
14	88 14 85 41	87 11 81 25	82 17 77 14	74 14 73 13	69 40 69 21	65 29 65 41	62 14 62 13	58 18 58 58	55 44 55 56	53 14 53 6	50 23 50 29	48 38 48 3	45 44 45 48	43 49 43 43	41 49 41 47	40 4 40 0	38 36 18 21	36 29 36 49	35 12 35 23	34 4 34 4
15	89 4 85 59	88 16 82 0	82 43 78 6	75 13 74 19	70 4 70 40	68 13 67 11	63 9 63 52	60 42 60 44	56 58 57 48	55 4 55 3	51 46 52 28	50 13 50 4	48 28 47 50	45 40 45 45	43 52 43 49	42 16 42 2	40 24 40 21	38 50 38 48	36 34 37 20	35 49 35 59
16	89 44 86 14	88 32 82 33	82 36 78 51	76 49 75 17	71 36 71 50	68 46 68 31	65 11 65 21	62 17 62 21	59 56 59 30	56 52 56 50	53 33 54 19	51 36 51 57	49 46 49 45	47 45 47 41	45 35 45 45	43 58 43 57	42 36 42 15	40 44 40 41	39 12 39 13	36 50 37 50
17	90 86 28	89 14 82 58	82 4 79 30	76 14 76 9	72 29 72 53	69 17 69 44	66 3 66 42	63 19 63 49	60 17 61 4	58 12 58 28	55 42 56 1	53 23 53 42	51 25 51 31	49 36 49 25	47 35 47 33	45 30 45 45	44 23 44 4	42 36 42 30	41 2 41 0	39 56 39 36
18	90 86 41	90 83 23	83 18 80 7	76 51 76 56	73 42 73 50	70 30 70 49	67 6 67 56	65 30 65 9	62 14 62 30	59 59 59 59	56 44 57 35	55 32 55 20	53 13 53 11	51 5 51 10	49 28 49 16	47 35 47 28	45 25 45 47	44 22 44 12	42 46 42 43	41 19 41 18
19	90 86 52	90 83 45	83 31 80 38	77 7 77 38	74 30 74 41	71 21 71 49	69 4 69 3	66 46 66 23	63 18 63 49	61 14 61 23	59 39 59 3	56 14 56 51	54 22 54 45	52 14 52 46	50 38 50 53	49 16 49 6	47 15 47 25	45 20 45 51	44 41 44 21	42 56 42 56
20	90 87 2	90 84 4	84 9 81 5	83 17 78 16	75 17 75 28	72 34 72 43	70 3 70 4	67 23 67 30	65 29 65 2	62 17 62 40	60 14 60 25	58 7 58 16	56 4 56 12	54 12 54 15	52 4 52 24	50 18 50 39	48 15 48 59	47 5 47 24	45 15 45 55	44 50 44 30

Table 2. Al-Khāzinī's qibla-table (upper entries) with calculated values (lower entries).

7. See note 3.

The values of q from formula (4) with $\varphi_M = 21°20'$ were calculated on the assumption that tangent tables giving values for every degree were used and that intermediate values were found by interpolation. Straightforward calculation (which was used for the case $\varphi_M = 21°40'$) yields exactly the same results except that they are one minute bigger for $(\triangle\varphi, \triangle L) = (5,15), (5,20)$ and $(10,20)$. The value $34°15'$ for $q(15,10)$ is probably a mistake for $32°15'$. It is suggested here that formula (4) with $\varphi_M = 21°20'$ underlies the table. As far as we know, this formula is not attested in the medieval sources.

Testing the formula against the table

Entries in the table and (beneath them) corresponding values of q calculated from formula (4), with $\varphi_M = 21°20'$, are tabulated below (table 2) in degrees and minutes. The upper entries have been taken from Le Strange's translation of the *Nuzhat al-Qulūb*, except in two cases, $q(15,3)$ and $q(20,7)$, where values exactly equal to the calculated values are taken from the Persian text, which presents the table in *abjad* numerals. (In the translation these two values appear as $10°31'$ and $18°23'$ respectively). In the fourteen other cases of disagreement the readings are sometimes closer to the table in the translation and sometimes further from it.

The calculated values show 22 exact agreements, 59 values at most $6'$ out, a a further 34 out by between $7'$ and $10'$, 32 (plus 13 that have already been counted as being just $10'$ out) which are wrong in only one digit (not the last). Thus over 35 % of the table can be reasonably accounted for by the formula. There are further entries that can be justified by supposing copying mistakes.

Three facts about the table may be noted. First, the top row and rightmost column between them include no less than ten values exactly in accord with the formula, three that differ by less than $10'$, and seventeen that differ in just one digit (not the last).

Secondly, the following diagonal sequences (in direction, top left to bottom right) are in arithmetic progression: (15,13) to (18,16), with constant difference $20'$; (16,15) to (20,19), with difference $10'$; (11,11) to (14,14) with difference $2'$; (17,17) to (20,20), with difference $9'$; (14,15) to (19,20), with difference $5'$; (10,12) to (13,15), with difference $10'$; (14,16) to (18,20), with difference $10'$; (13,16) to (16,19), with difference $10'$; (11,16) to (13,18), with difference $10'$. There is a further arithmetic progression, again with difference $10'$, for the minutes (only) of entries (10,16) to (14,20). But similar differences along the rows, i.e. $q(\triangle\varphi - 1, \triangle L) - q(\triangle\varphi, \triangle L)$, and differences along the columns, i.e. $q(\Delta\varphi, \Delta L) - q(\Delta\varphi, \Delta L - 1)$ show no evident pattern. Indeed, the row-differences for $\Delta L = 14, 15, \ldots, 20$ and column-differences for $\Delta\varphi = 18, 19, 20$, which were examined in detail, were found to be not even monotonic, and seemed totally irregular. It is, of course, possible that the diagonals with constant difference were originally longer. An interesting example is the entry for

$$\frac{\sin \Delta L \cos \varphi_M}{\sqrt{1 - \sin^2 \Delta L \cos^2 \varphi_M}} \tag{3}$$

for L=1, ..., 20. Two values of φ_M were tried separately, 21°20′ and 21°40′, the values given by al-Bīrūnī and al-Qazwīnī respectively.[6] In both cases there was good agreement, the average error (no account being taken of sign) being 1.00% and 0.97% respectively. Unfortunately, no very definite result was obtained when formula (3) was used to find φ_M for each of the averaged values of $\tan q \sin \Delta\varphi$, the result varying between 20°9′ ($\Delta L = 6$) and 23°15′ ($\Delta L = 2$), and the average being 21°51′.

Sample results in degrees and minutes are tabulated below (table 1). In each box the top value is from the table, the second and third are calculated with the formula

$$\tan q = \frac{\sin \Delta L}{\sin \Delta\varphi} \cdot \frac{\cos \varphi_M}{\sqrt{1 - \sin^2 \Delta L \cos^2 \varphi_M}} \tag{4}$$

with $\varphi_M = 21°20'$ and $21°40'$ respectively, and the fourth is the value obtained by the correct formula with $\varphi_M = 21°20'$.

ΔL \ Δφ	5	10	15	20
5	43 15 43 4 43 0 43 29	25 36 25 8 25 4 25 17	17 16 17 28 17 26 17 33	13 34 13 24 13 21 13 26
10	62 36 62 0 61 57 63 26	43 39 43 21 43 17 44 12	34 15 32 21 32 17 32 51	25 36 25 36 25 33 25 56
15	70 4 70 39 70 37 73 8	55 4 55 3 54 59 56 54	43 52 43 49 43 45 45 8	35 49 35 59 35 55 36 54
20	75 17 75 27 75 26 78 56	62 17 62 40 62 37 65 37	52 4 52 24 52 20 54 42	44 50 44 30 44 26 46 15

Table 1: Values of q: from top to bottom in any box are the values from the table, those calculated from formula (4) with $\varphi_M = 21°20'$ and $21°40'$, and correct values.

6. Abū Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī, *Al-Qanūnu'l-Maṣūdī*, (Hyderabad, 1954-56), volume II, p. 551; Le Strange (see note 1), p. 28.

entries (i. e. those for which $\Delta L = \Delta\varphi$) must be constant, but in the table they increase unsteadily from 41°18′ to 44°50′.

Since we can never be certain that any particular value is calculated and not interpolated, and that, even if calculated, it has come down to us as it was written, methods involving averaging were used to analyse the table, in the hope that the accumulated errors would more or less cancel each other out. Individual results obviously at variance with others of the same kind were ignored. To make a start, tests were applied to see if a trigonometrical function of q could be expressed as the product of a function of $\Delta\varphi$ and a function of ΔL. This is the case for formulae (1) and (2), but not for the correct formula, however expressed. Now $f(x,y) = g(x)\,h(y)$ if and only if $f(x,y)/f(x_1,y)$ is a function of x alone. To see if $\sin q(\Delta\varphi, \Delta L)$ is separable in this way, $u(\Delta\varphi, \Delta L) = \sin q(\Delta\varphi, \Delta L) / \sin q(10, \Delta L)$ was computed and tabulated for $\Delta\varphi = 1, 5, 15, 20$ and $\Delta L = 1, 5, 10, 20$. If $\sin q$ had been separable, the rows would have been identical, or, otherwise put, the entries in any one column would have been the same. But this was not so. Sin q was therefore not separable in the above sense. Cos q was likewise found to be inseparable. The result for $\tan q$, which was tested by calculating $\tan q(\Delta\varphi, \Delta L) / \tan q\,(10, \Delta L)$, with $\Delta\varphi = 1, \ldots, 20$ and $L = 1, 5, 10, 16, 20$, was excellent in parts, like the curate's egg, but poor for $\Delta\varphi \leqslant 4$.

None the less, the result was good enough to experiment with the hypothesis that $\tan q = g(\Delta\varphi)\,h(\Delta L)$, for some functions g, h. Now on this assumption g was clearly a decreasing function. Discouraging results were obtained by supposing that g was a simple cosine. So $g(\Delta\varphi) = \operatorname{cosec}(\Delta\varphi)$ was tried — a supposition supported by analogy with formulae (1) and (2). Accordingly, $\tan q \sin \Delta\varphi$ was calculated and tabulated for the whole table to see if it was a function of ΔL alone, i. e. to see if the entries along the rows were the same. Obvious errors — including many entries for $\Delta\varphi \leqslant 4$ — were struck out and the rest were averaged, row by row. Only eight values so obtained (including those for $\Delta L = 1, 2, 3, 4$) showed an RMS error greater than 1.5%. The resulting twenty numbers are supposed to be values of some function of ΔL. Plotting them against ΔL produced a graph remarkably like a straight line through the origin. A straight line would mean that $\tan q \ \sin \Delta\varphi = K\ \Delta L$, for some constant K. But, whatever value of K was taken, the values of a implied by this formula were found to be in the main too large at the top of the table or too small at the bottom, or both. Some other function had to be tried for $\tan q \sin \Delta\varphi$. This function had to be both plausible and not simply a constant multiple of $\sin \Delta L$, since the values on the diagonal from top left to bottom right are not equal on the table.

Accordingly, the twenty numbers were compared with the values of the following function, for which a justification will be given shortly:

The *Qibla*-Table Attributed to al-Khāzinī

RICHARD LORCH*

AL-QAZWĪNĪ INCLUDED in his *Nuzhat al-Qulūb* a *qibla*-table – that is, a table giving the direction of Mecca –, which he says "was drawn up, on the order of the Saljuq Sulṭān Sanjar, by the pious Shaykh ʿAbd ar-Raḥmān Khāzinī".[1] If this is true, it would put the table later than al-Khāzinī's treatise on "the sphere that moves by itself", which seems to have been written before he was in Sanjar's service.[2] On the other hand it is also possible that al-Khāzinī took the table over from someone else and that al-Qazwīnī confused the table with the *zīj*. The question of dating is mentioned because the "sphere" text gives a value for the *qibla* at Marw which may have been taken from the table.[3]

Since Muslims are required to face Mecca during prayer, tables have been drawn up at various times to give its direction. Like many such tables, the one under consideration is a rectangular array of 20×20 numbers, the values of the difference in latitude (here called $\Delta\varphi$) between the place in question and Mecca being marked horizontally to label the columns from 1° to 20°, and the difference in longitude (ΔL) being similarly marked vertically to label the rows. The entries, here called $q(\Delta\varphi, \Delta L)$, are the angles between the *qibla* and due South.

The entries can scarcely have come from any of the correct methods of calculating the *qibla*,[4] since results computed by such a method, incorporating several different values for φ_M, the latitude of Mecca, differed markedly from the corresponding entries in the table. It will be noticed that, if the value for $q(15,10)$ is set aside, the divergence increases as one goes down Table 1 (below). Further, neither of the two approximate formulae given by King.[5]

$$\tan q = \frac{\sin \Delta L}{\sin \Delta\varphi} \quad (1) \qquad \text{and } \tan q = \frac{\sin \Delta L}{\sin \Delta\varphi} \cos \varphi_M \qquad (2)$$

can be the basis of this table. For according to these formulae the diagonal

* Institute for the History of Arabic Science, Aleppo University. I am most grateful to the Alexander von Humboldt-Stiftung for the fellowship that enabled me to carry out the research for this paper at the Institut für Semitistik der Universität München.

1. *The Geographical Part of the Nuzhat-al-Qulūb composed by Ḥamd-allāh Mustawfī of Qazwīn in 740 (1340)*, edited and translated by G. Le Strange, volume II (translation), (Leiden: 1919), pp. 27-31.

2. R. Lorch, "Al-Khāzinī's 'Sphere That Rotates by Itself'", *Journal for the History of Arabic Science* 4 (1980), p. 288.

3. *Ibid.*, pp. 325-6.

4. D. King, "Ḳibla", *Encyclopaedia of Islam*, second edition, gives several methods.

5. *Ibid.*, p. 84, col. 2. The formulae have been simplified and are given in modern notation.

5. *A Plea*

Scholars having at their disposal references in Arabic and in Persian[6] which are not at present available to me may, it is hoped, undertake to identify the unknown author. To assist them, the following facts are recapitulated below:

1) He commenced the study of medicine before he was twenty years old (f. 1 of our Ms).

2) He was seventy when he wrote the *Ibrāz* (f. 1, our Ms).

3) He quotes Quṭb al-Dīn Maḥmūd ibn Masᶜūd al-Shīrāzī (ff. 1 & 10v, our Ms).

4) He dedicated his book to Sulṭān Muᶜizz al-Kart who ruled Herat between 732 and 772 H.

6. ابن عربشاه – عجائب المقدور في اخبار تيمور ،
جويني – تاريخ جهان كشا
قزويني – تاريخ كزيده
يزدي – ظفرنامه .

A Quick Response

In reply to the author's plea, the following preliminary remarks are made:

1. Thewording of the preface to *al-Ibrāz*, which the manuscripts preserve in its entirety, appears to suggest hat the author chose to remain anonymous. Obviously, he is not the only Islamic medical author to have done sowitness, e.g., the Persian compendium *Mūjez-e kommī*.

2. While *al-Ibrāz* and Muḥammad b. Maḥmūd al-Āmulī's commentary on the *Qānūn* are evidently not identical, they share the same rhyme in their *masjūᶜ* prefaces, which would seem to point to a close relationship.

3. The relationship of *al-Ibrāz* to other, contemporary, commentaries on the *Kulliyāt*, the whole *Qānūn*, or epitomes of it, deserves detailed study, expecially in view of possible quotations from Ibn an-Nafīs' commentary on the anatomical sections of the *Qānūn* (see Albert Z. Iskandar, *A Catalogue of Arabic Manuscripts on Medicine and Science in the Wellcome Historical Medical Library*, London 1967, pp. 43-55)

Lutz Richter-Bernburg
Institute for the History of Arabic Science

	نسختنا	نسخة ولكم
الجملة الاولى في النبض	٢٠٨	٢٠٢
الجملة الثانية في البول والبراز	٢٣٣ ق	٢٢٥ ق
الفن الثالث في حفظ الصحة (سياسة الصحة)	٢٦١	٢٥٥ ق
التعليم الاول في التربية	٢٦٤ ق	٢٥٩ ق
التعليم الثاني في التدبير المشترك للبالغين	٢٧٤ ق	٢٦٨
الفصل الثامن في تدبير الماء والشراب	٢٩٢	٢٨٨
التعليم الثالث في تدبير المشايخ		٢٩٨ ق
التعليم الرابع في تدبير من مزاجه غير فاضل		٣٠٠ ق
التعليم الخامس (٨ فصول)		٣٠٤
الفن الرابع في تصنيف وجوه المعالجات بحسب الامراض الكلية وهو ٣٠ فصلاً آخرها في تسكين الأوجاع		٣٠٩ ق

4. *The Author and His Patron*

Despite persistent and continued search for the identity of the author, he remains unknown. However he mentions in his book Quṭb al-Dīn Maḥmūd b. Masᶜūd al-Shīrāzī (ca. 674 H.). The book is dedicated to Sulṭān Muᶜizz al-Dīn ibn al-Sulṭān Ghiyāth al-Mulk Muḥammad al-Kart.

The name of this ruler was easily located in the references at our disposal.[5] He belonged to the Kart dynasty, which ruled Herat from the time the city recovered from the devastation of Genghis Khan until the approach of Timur, i.e. from 643 H. to 792 H.

Sulṭān Muᶜizz succeeded his brother Ḥāfiẓ in 732 H., and ruled for forty years until his death in 772 H.

The author must therefore have written his work sometime between 732 and 772 H.

The author also mentions that he was twenty years old when he started studying medicine, and that he was seventy when he wrote this book.

5. *Encyclopedia of Islam*, 2nd ed. (Leiden: E. J. Brill, 1960 to present), vol. 2, p. 775; Stanley Lane-Poole, *The Mohamedan Dynasties* (New York: Ungar Reprint, 1965), p. 252; E. de Zambaur, *Manuel de Généalogie et de Chronologie pour l'Histoire de l'Islam* (Hanover: H. Lafaire, 1955), pp. 156–7.

الدين والدنيا اعلم ايدك الله بالديار وهناك النومة تنتظر المثلاء والمعاد انك اذا حصلت ما تيسر لك من الطب النظري والعملي فلا تظنن ان رعايته مرفقة لخلاص الابدان من الاسقام وشفاء الأمراض والآلام فانه من بعض الظن فان السلامة تحصل من دون استعماله ويقع الضرر مع رعاية احواله فلانه من المعدات الاكيدة لحفظ الصحة وردها وهو واقع في المرتبة الوسطى بين الاستار السماوية والمسببات الارضية من الاغذية و (كلمة) والادوية وكان رعاية ذلك العلم بالنسبة الى الطبيب كالزراعة بالاضافة الى الزارع للأديب وكما ان صناعة الزرع غير كافية في تحصيل الزرع كذلك رعاية الطب غير مستقلة في حفظ الصحة وردع السلامة يجب ان لا تعول على صنعتك ولا توكل على معرفتك فان كنت سارعاً في صناعتك فلا تعمد على بضاعتك مزجاه وعن درجة الاعتبار ملقاة فان جمع الاشياء داخل في قدر الله وقدرته وواقع بقضائه وحكمته وعليك ان تسقط نفسك من الوجود وتفوض امرك الى المعبود لتفوز بكل مطلوب ومقصود .

وقع اتمام انتساخ هذا الكتاب الشريف الذي لا يقـــدر
على وضعه الماجد العريف على يدي العبد الضعيف
خضر بن حيدر موسى الواثق بلطف ربه اللطيف
في (كلمة) المحرم لسنة ثمانماية

اثبت فيما يلي محتويات النسختين :	نسختنا	نسخة ولكم*
الفن الأول التعليم الأول	٦	٤ ق
التعليم الثاني في الاركان	١٥	١٣
التعليم الثالث في الامزجة	١٦ ق	١٥
التعليم الرابع في الاخلاط		٣٣
التعليم الخامس في التشريح	٦١ ق	٥٧ ق
التعليم السادس في القوى والافعال		١١٠ ق
الفن الثاني التعليم الاول في الأمراض	١٢٧ ق	١٢١
التعليم الثاني في الأسباب		١٣٢ ق
التعليم الثالث في الأعراض والدلائل		١٨٦

هذه أول صفحتان من مخطوطنا واليك الآن أول صفحة من مخطوط ولْكَم :

... واختلج في صدري ودب اذ ليس العلم وقفاً على قوم ليغلق بعدهم باب الملكوت ويمنع رشح خاص الجبروت بل واجب العلم الذي هو بالافق المبين ما هو على الغيث بضنين فشرحت شرحاً مختصراً يذلل من اللفظ صعابه ويكشف عن وجه المعاني نقابه مقتصراً على حل الفاظه وتوضيح معانيه والتصريح بتحليل مركباته وتفتح مبانيه وسميته بابراز المكنونات في اظهار الكليات وخدمت به خوان كتب ... سلطان ... معز الحق والدنيا والدين ... ابي الحسن[1] ابن السلطان ... غياث الحق والدنيا والدين محمد الكرت ...

نسختنا ناقصة الاخر وتنتهي عند الفصل الثامن من التعليم الثاني من الفن الثالث أي في الورقة ٢٨٨ من مخطوط ولْكم (الصفحة ١٧٠ من قانون ابن سينا طبعة بولاق) ، وهكذا ينتهي مخطوطنا :

... والبلد البارد يحتمل الشراب والحار لا يحتمله ومن اراد امتلأ من الشراب لم يمتلأ من الطعام لئلا يوقعه في الهيضة والتخمة ولم يأكل الحلو لأن الحلاوة (كلمة) الطبيعة قبل الهضم بل يخشى من الاستنداح الدسم ليدفع ضرر الشراب ويتناول ثريدة ودسمة ولحماً دسماً محرقاً ان نصفه لحم ونصفه سدس واعتدل الطعام ولم يتعب لئلا ينفذ الطعام قبل الهضم وينقل بالارز والعدس المملحين وكامج الكبر ليدفع رطوبته ويمنع السكر وان اكل (كلمة)[2] وزيتون الماء ونحوه مما فيه يبوسة نفع واعانة على كثرة الشرب وكذلك اعان على الشرب جميع ما يخفف البخار مثل بزر الكرنب النبطي والكمون والسداب اليابس والمعوسج والملح النفطي و (كلمة) والاغذية التي فيها لزوجة وتغرية دعا[3] غلظت البخار لان الابخرة المرتفعة من الأغذية الغليظة تكون غليظة وحينئذ منع السكر وذلك اي الأغذية التي فيها لزوجة وتغرية مثل الدسومات الحلوة اللزجة .

ختم بحمد الله وعونه وحسن توفيقه .

اما آخر مخطوط ولْكم فهذا هو :

... فليكن هذا القدر من كلامنا المختصر في الاصول الكلية لصناعة الطب كافياً ولنأخذ في تصنيف كتابنا في الادوية المفردة وصية ونصيحة ان سمعتها بعين الرضا تنفعك في

١ — في نسختنا ابي الحسين . ٢ — الكرنب في نسخة ولكم . ٣ — ربما في نسخة ولكم .

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي كرم الانسان بفضله على خلقه بفضيلة العلم والعرفان وزينه من قوة التمييز والتعليم والبيان وفطرة (كلمة) لجميع العوالم والاعيان فجاز (كلمتين) فصار عالماً اديباً وزاد على الاكبر بمعان وركب (كلمة) من جوهرين متباينين وهما (كلمة) وربط صحته على اعتداد المزاج واستواء الاركان وكشف ما به من الاسقام و (كلمة) المعضلة والازمان بما الهمه من صناعة الطب والتداوي بقدر (كلمة) بدنه على أرض العناصر تنبت بثمرة الروح ثم استصفى منها علمي الابدان و (كلمة) والصلوة على ترجمان الرحمن معان حقيقة التوحيد ومظهر الاسلام والا (كلمة) مكمل علوم الانبياء ومتمم مكارم الاخلاق والتقوى والايمان منقذ الامم (كلمة) الطريق للامم من العثار والطغيان محمد صاحب خير الشرايع والملك (كلمة) الازمان وعلى آله واصحابه الهادين لأهل الغواية والعصيان ما ترنم (كلمة) على الاغصان واخضر الربيع وتعطر الورد والريحان وبعد فلما وفقني الله تعالى للتوجه نحو العلم ومجالسة اصحابه وملازمة خدمة باب اربابه والتشبه بهم (كلمة) الامكان ومساعدة الزمان وقل شمرت في تحصيله وما بلغت العشرين وها انا قد (كلمة) على السبعين ولم آل جهداً في أعمال الطب وابتغاء الادب الا لهم الا لعوائق (كلمة) والامراض وطوارق الحدثان والاعراض الى ان الهمني الله ان العلم هو (كلمة) وان المعرفة هي الدليل وان وراء عبادان قرية وقد تشمرت بعده لترك ما (كلمة) وقطع ما وصلت فوهب لي ابي كثيراً لا يمكن تحصيله بالتجارة والاسفار ولا بطالعة الكتب والاسفار والغرض من ايراد هذا المقال تحريض الاخوان على حسن المعاملة وتخليص الاعلاء وكبراء النفس عن الاستغلال بما لا يعني في المآل اني كنت من المتممين الى الطب والمعالجة ومن الموسومين بمذاكرة اسناده والمطالعة ومن الموفقين لقراءة كتاب الكليات ومن المطاعين على شرحه المشحون بالفنون لاستاذ البشر اعلم البدو والحضر قطب الملة والدين محمود بن مسعود الشيرازي قدس الله نفسه (كلمة) (كلمة) مبسوطاً كثيراً السؤال والجواب طويل الذيول و (كلمة) حتى انه قد كتب ست مجلدات وما بلغ الى مرامه ولا وصل الى اتمامه وذلك (كلمتان) شرح التشريح مع انه ما قصر في التوضيح وكذلك شرح اجزاء آخر ولو ساعده القدر كتب مجلدات آخر وميل ابناء الزمان الى الايجاز والاقتصاد من قصور الهمم وضعف الافكار فشرحت تمام الكتاب وانتقدت تحقيق ما يتعلق بهذا الباب وضممت ما التمي الى الرب واختلج في صدري ودب ...

A Hitherto Unknown Eighth-Century Commentary on Avicenna's Kulliyyāt

FARID SAMI HADDAD*

1. *Introduction*

The Haddad Collection[1] contains an old Arabic medical manuscript bearing the title *Ibrāz al-maknūnāt fi iẓhār al-kulliyyāt*.[2] The manuscript was originally thought to be a unique specimen. It is a commentary on *al-Kulliyyāt*, the first book of Avicenna's Canon. The author, who remains unknown, dedicated his work to a sultan of the Kart dynasty. A plea to identify the author's name is herewith put forth to readers.

2. *The Manuscript*

The number of the manuscript in the Haddad Collection is 510/772 ib/ .../125; in the catalogue the number is 74. The manuscript has 293 folios measuring 225×145 mm. It has 25 lines to the page. It is undated.

3. *The Book*

The text of Ibn Sīnā is in red ink, the author's commentary in black.

The book is not mentioned in any of the known standard references (Ḥājji Khalīfa, Brockelmann, Ullmann, etc...). It was thought to be unique until the publication of the Wellcome Historical Medical Library (here after *WHML*) catalogue.[3] It was indeed a very pleasant surprise to find that there is a second copy of the book, in the *WHML*: N° WMS Or.175.[4] The *WHML* copy has the same title, 357 folios with 29 lines to the page, measures 220×155 mm., and is dated 800 H. It is missing one folio at the beginning.

With these two copies available, it became important to search for the author's name.

Given hereunder is the first page of each of the two manuscripts, the last page of each (our copy stops at the eighth *faṣl* of the second *taᶜlīm* of the third *fann*), and a composite table of contents:

* 72 Dana St., Cambridge, MA 02138 U.S.A.

1. حداد ، فريد ، و هـ . بيسترفيلد ، فهرست المخطوطات الطبية في مكتبة حداد (معد للطبع)

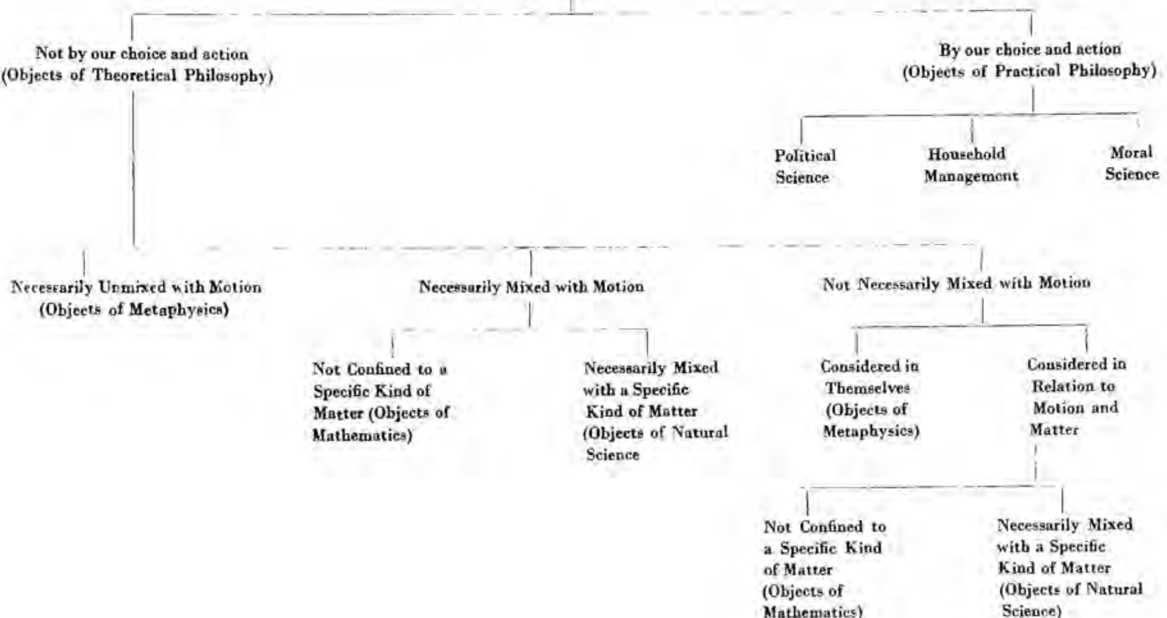
2. ابراز المكنونات في اظهار الكليات ، مخطوط في مكتبة حداد ونسخة ولكم

3. A. Z. Iskandar, *A Catalogue of Arabic Manuscripts on Medicine and Science in the Wellcome Historical Medical Library* (London: Wellcome Historical Medical Library, 1967), p. 217.

4. Farid S. Haddad, *Annual Report of the Orient Hospital*, 20 (1967), 106-107.

APPENDIX

Scheme Summarizing Avicenna's Divisions of Philosophy (excluding logic)



directly involved. This is not to say that logic is concerned with quiddities as quiddities. Rather, as we are told elsewhere, it is concerned with quiddities "inasmuch as they are predicates, subjects, universals, particulars and other things that occur to these meanings."[26]

That logic *qua* logic is not directly concerned with existence, whether mental or extramental, is explicitly stated in the concluding section of the chapter. It is in terms of this "independence" of logic from ontology that Avicenna gives his ruling on the question of whether it is part of philosophy or only its tool. Thus referring to logic, he concludes:

Because this examination is not an examination of things inasmuch as they exist in either one of the two modes of existence mentioned [above], but only inasmusmuch as it is useful in apprehending the states of these two [modes] of existence, then, for him who holds that philosophy treats the investigation of things inasmuch as they exist, divided into the aforementioned two [modes] of existence, this science would not be for him part of philosophy. But inasmuch as it is useful for the examination [of the existence of things], it would be for him a tool of philosophy.

For him, however, who holds that philopby treats of every theoretical investigation, and from every aspect, this would be for him also a part of philosophy, and a tool for the rest of the parts of philosophy. We will explain this further later on.[27]

The quarrels that take place regarding the likes of this problem belong to what is false and redundant. They are false because there is no contradiction between the two statements. For each of them mean something different by philosophy. Regarding their being redundant, this is becauce preoccupation with matters like these is useless.

This kind of reflection is called the science of logic. It examines the aformentioned matters inasmuch as they lead to making the unknown known, and what occurs to them inasmuch as they are such, no more (p. 15, l. 17 – p. 16, l. 12).

26. *Madkhal*, p. 22, ll. 10-11.

27. See Ibn Sīnā, *Al-Shifā'*: *al-Manṭiq* (*Logic*) *IV*, *al-Qiyās* (*Syllogism*), ed. S. Zāyid, revised and introduced by I. Madkūr (Cairo, 1964), Bk. I, Ch. 2, pp. 10-11.

ject and predicate are not *al-mawḍūʿ wa al-maḥmūl*, the terms used in logic with their strong substance-accident association, but *al-mubtada' wa al-khabar*, the terms used in Arabic grammar.

> If we want to think about things and know them, we need necessarily to include them in conception, whereupon the states [peculiar] to conception will occur to them.
>
> We will thus necessarily need to consider the states that belong to them in conception, particularly when through cogitation we seek the apprehension of unknown things, this taking place by means of things that are known. [Now], it is necessarily the case that things are unknown in relation to the mind; similarly they are only known in relation to it. The state and accident occurring to them that enable us to pass from the known among them to the unknown is a state and an accident occurring to them in conception, even though what they have in themselves also exists with [the state and accident] (p. 15, 11. 9-15).

Knowledge and ignorance are matters related to mind. Knowledge involves conception and ultimate inferences from the known to the unknown. All these are events that take place in conception and in this sense logic belongs to the class of existents that are mental. But, it should be emphasized that this is only one sense (and not the most important sense) in which logic can be so viewed.

The last sentence in the above passage is quite important. For in it Avicenna tells us that although the states and accidents that help us infer the unknown from the known occur in conception, this does not mean that things outside conception do not have objective qualities, things "they have in themselves," that are correlates to what occurs in the mind. Without this, knowledge becomes purely subjective.

> It is hence necessary that we should have knowledge of these states – how many they are, the manner thereof, and how they are considered in this accidental occurrence (p. 15, 11. 16-17).

When Avicenna in the above passage speaks of our having "knowledge of these states", he is not referring to their status as concepts in the mind, but to what they are as logical entities in themselves. His concern, in other words, is with logic *qua* logic, with definitions, the classification of terms, predication, the organization of premises, inferences and so on. This view of logic is perhaps best illustrated in a comment he makes in the *Categories* of the *Shifā'* about relations: "It is not for the logician to prove the existence of the relative and to show its state in existence and in conception."[25] The logician is concerned with the definition of relations, their classification, the different ways they relate things.

Thus just as quiddities can be considered in themselves simply as quiddities, logic is considered *qua* logic, where the question of existence is not

25. Ibn Sīnā, *Al-Shifā': al-Manṭiq (Logic) II, al-Maqūlāt (Categories)*, ed. G. Qanawātī, A.F. Ahwānī, M. Khuḍayrī and S. Zāyid, revised and introduced by I. Madkūr (Cairo, 1959), p. 143, l. 15.

this is a special sense – in fact, Avicenna refers to it as *al-wujūd al-khāṣṣ*, "special existence", the *esse proprium* of the medieval Latin translation of Avicenna. But the latter, simply refers back, so to speak, to the quiddity as such.[23]

The significance of this passage is that it represents one way of stating the distinction between the existence of a quiddity (whether mental or extramental) and what it is in itself. In other words, this is a statement of the Avicennian essence-existence distinction. A nature or a quiddity considered in itself tells us nothing about its affirmative existence. Existence is not a constitutive part of the quiddity. To put it in another way, from the definition of what it is to be a horse, for example, we can infer neither the existence nor the non-existence of horses.

Avicenna speaks of a quiddity considered in itself and of "what attaches to it inasmuch as it is such". In this chapter he does not explain this nor give examples. An idea of the sort of thing he has in mind, however, is suggested elsewhere in the *Isagoge* where using mathematical quiddities as examples, he writes: ". . . the triangle has as a necessary concomitant that the sum of its three angles should equal two right angles, not, [however,] by reason of the two [kinds] of existence [i.e. mental and extramental], but [simply] because it is a triangle".[24] He also speaks about quiddities in both external and mental existence as having accidents proper to each of these modes of existence that attach to it. In the case of extramental existence he again does not elaborate. But from other discussions, we know that he is speaking about the material circumstances that individuate a quiddity in external reality. It is, however, in his treatment of quiddities in their mental existence that leads him to the discussion of logic.

The first thing Avicenna points out in discussing quiddities that exist in conception is that the accidents proper to them attach to them only in conception. The wording of this discussion deserves special attention. We note that "being a subject, predication. . . universality and particularity in predication, essentiality and accidentality in predication" are accidents that attach to quiddities in conception. Avicenna here is not denying that there are such things as essential and accidental qualities that attach to things objectively, in external reality. He is specifically speaking about accidentality and essentiality "in predication". For, as he goes on to explain, being subject and predicate, a premise or a syllogism, does not belong to things as they exist extramentally. To bring home his point, the terms he now uses for sub-

23. *Ibid.*, 11. 5–8: "To everything there is a reality by virtue of which it is what it is. Thus the triangle has a reality in being a triangle and whiteness a reality in that it is whiteness. It is this that we should perhaps call special existence, not intending by this the meaning given affiirmative existence". It is difficult to see how this "special existence" and the nature of a thing considered in itself are not one and the same.

24. *Madkhal*, p. 34, 11. 13–14.

[*Practical Philosophy*]

Regarding practical philosophy, it is either connected with the teaching of those opinions through whose use common human association is organized and is known as the "management of the city" and called, "political science"; or that connection may pertain to that by means of which the particular human association is organized and is known as "household management"; or else, that connection pertains to that through which the state of the single individual by means of the soul's purification is ordered and is called "moral science". The general truth of all this is established by theoretical demonstration and the testimony of the revealed law, its details and measure [of application] being ascertained by the divine law.

The end in theoretical philosophy is knowledge of the truth and the end in practical philosophy is knowledge of the good (p. 14, ll. 11–18).

In this very brief statement on practical philosophy, Avicenna sums up its divisions. Of particular interest is the reference to the relation of philosophy to the revealed law. Here we have an allusion to his political and ethical philosophy discussed at greater length elsewhere – in *Metaphysics*, X, 2-5, of the *Shifā'*, for example. This philosophy is essentially Fārābian, its basic tenet being that revelation expresses the same truth as that of demonstrative philosophy, but in the language of image and symbol which the non-philosopher can understand. Moreover, revealed scripture gives particular legislative details which conform with universal principles arrived at philosophically.

[*Logic*]

The quiddities of things may exist in the real instances of things or in conception. They will thus have three aspects: [(a)] a consideration of the quiddity inasmuch as it is that quiddity, without being related to either of the two [kinds] of existents, and what attaches to it inasmuch as it is such; [(b)] a consideration thereof inasmuch as it is in external reality, where there will then attach to it accidents proper to this existence it has; [(c)] a consideration thereof inasmuch as it is in conception, where there will then attach to it accidents proper to this existence, for example, being a subject, predication, and like universality and particularity in predication, essentiality and accidentality in predication, and other things that you will learn [in this book]. For in external things there is no essentiality or accidentality by way of predication, no [such thing as] a thing's being a subject nor its being a predicate (*lā kawn al-shay' mubtada'an wa lā kawnuhu khabaran*), no [such thing as] premise or syllogism, or anything of the sort (p. 15, ll. 1-8).

This opening statement introducing logic is a key passage for our understanding of Avicenna's thought. It is here that he makes it explicit that quiddities or natures can exist either in extramental reality or in the mind, but that they also can be considered in themselves, simply in terms of what they are, where the question of existence is totally irrelevant. It should be noted that when Avicenna speaks about existence in this context, he is referring to what he calls elsewhere "affirmative existence" (*al-wujūd al-ithbātī*).[22] There is a sense in which a quiddity considered in itself has existence, but

22. *Ilāhiyyāt*, Bk. I, Ch. 5, p. 31, l. 8.

ality can either be considered in themselves or regarded "inasmuch as an accidental thing that has no existence except in matter has occurred to them". Now this accidental thing is either such that the estimative faculty can only apprehend it when confined to a special kind of matter, or it is not. Thus, with the first alternative, we are not, for example, considering unity in ultimate or partial abstraction, but as it is embodied, so to speak, in a single element, fire; plurality in terms of the four elements and causality as either heat or coldness. As such, these existents (unity, plurality, causality, and so on) are the objects of natural science. We also notice that Avicenna includes with this group "intellectual substance inasmuch as it is in the soul". In other words, he is considering the human intellect as it exists in the soul, as distinct from the celestial intelligences. He is not considering it in terms of the hereafter when it separates from the body, but as the principle of motion of the body. This way of viewing the human intellect is in conformity with Avicenna's Aristotelian classification of the sciences where psychology is part of natural science.

If, on the other hand, the existents such as unity, plurality and causality, attach to matter, but not to a specific kind of matter, then they are the objects of mathematical knowledge. The estimative faculty abstracts them partially, to the point where a specific kind of matter is not needed for their apprehension.

> The various kinds of the sciences therefore either [(a)] treat the consideration of the existents inasmuch as they are in motion, both in cognitive apprehension (*taṣawwuran*)[21] and in subsistence, and are related to materials of particular species; [(b)] treat the consideration of the existents inasmuch as they separate from materials of a particular species in cognitive apprehension, but not in subsistence; or [(c)] treat the consideration of existents inasmuch as they are separated from motion and matter in subsistence and cognitive apprehension.
>
> The first part of the sciences is natural science. The second is the pure mathematical science, to which belongs the well-known science of number, although knowing the nature of number inasmuch as it is number does not belong to this science. The third part is divine science [i.e. metaphysics]. Since the existents are naturally divided into these three divisions, the theoretical philosophical sciences are these (p. 14, 11. 3–10).

This concluding section on the division of the theoretical sciences is clear. The reference to number, however, deserves special notice. The distinction is drawn between the science of number, that is, arithmetic, and knowledge of "the nature of number inasmuch as it is number". The latter is not arithmetic, but we are not told to what division of theoretical philosophy it belongs. It is clear, however, that it is on a par with such existents as unity, plurality, individual identity and the like when considered in themselves. When considered in themselves these belong to metaphysics.

21. Again, we have avoided translating this term as "conception", since the faculty involved here is *wahm*, estimation.

impossible for them – for example, the state of unity, individual identity, causality and number which is plurality.

These [latter] are either: [(a)] regarded inasmuch as they are [the things] they are (*min ḥaythu hiya hiya*), in which case viewing them in this way does not differ from looking at them inasmuch as they are abstracted – for they would then be among [the things examined through] the kind of examination that pertains to things not inasmuch as they are in matter, since these, inasmuch as they are themselves (*min ḥaythu hiya hiya*) are not in matter; or, [(b)] regarded inasmuch as an accidental thing that has no existence except in matter has occurred to them (p. 13, 11. 4-12).

In this passage, Avicenna makes the modal aspect of the division of theoretical philosophy quite explicit. Existents separable from motion are of two sorts–those whose separation from motion is necessary and those whose separation is not. To the first group, God and mind, mentioned earlier, bolong; to the second, such things as individual identity, unity, plurality and causality. (In *Fī Aqsām al-ᶜUlūm*, the first category is referred to as *dhawāt*, entities, essences, and the second *ṣifāt*, attributes.)[19] It should be emphasized that in the case of the second group, it is when such existents are considered in themsleves, "inasmuch as they are the things they are" or "inasmuch as they are themselves", that they are being regarded in abstraction, separately from matter, and hence share with the first group the status of being the object of metaphysical knowledge. But, while existents of this second group can exist separated from motion, they can also exist with motion and matter, and when they mix with matter, they subdivide again into those that mix with a specific kind of matter, thereby becoming the objects of natural science, and those that are not confined to mixing with a specific kind of matter, thereby becoming the objects of mathematical knowledge:

This [latter][20] is of two divisions. It is either the case [(a)] that that accident cannot be apprehended by the estimative faculty as existing except in conjunction with being related to specific matter and motion – for example, considering the one inasmuch as it is fire or air, plurality inasmuch as it is the [four] elements, causality inasmuch as it is either warmth or coldness, and intellectual substance inasmuch as it is soul, that is, a principle of motion even though it in itself is separable – or [(b)] that that accident, even though it cannot occur except in relation to matter and mixed with motion, is such that its states can be apprehended by the estimation and discerned without looking at the specific matter and motion in the aforementioned way of looking. The example of this would be addition and subtraction, multiplication and division, determining the square root and cubing, and the rest of the things that append to number. For all this attaches to number either in men's faculties of estimation, or in the existents that move, divide, separate and combine. Apprehending this as a form (*taṣawwuru dhalika*), however, involves a degree of abstraction that does not require the specifying of matters of certain species (p. 13, 11. 12 – p. 14, 1. 2).

As we have been told earlier, such things as unity, plurality and caus-

19. *Aqsām*, p. 106.

20. The reference is to the last sentence in the previous paragraph, namely, to the things "regarded inasmuch as an accidental thing that has no existence except in matter has occurred to them".

in terms of such particular forms.[16] Thus, what Avicenna seems to be saying is that in the case of the particular form of humanity, for example, acquired through the senses (and now present in the soul) one cannot separate "humanity" from its specific kind of matter, its being "flesh and blood". But Avicenna also uses the term *al-taṣawwur*, which we have translated as "acquisition as a form" to leave open the question of whether this is a particular form or a purely abstract concept. The likelihood is that Avicenna is speaking of the particular form, since the faculty he has mentioned is the estimative. Still, *al-taṣawwur* can be translated as "conception" or "conceptualization", which would convey the sense of abstraction by the theoretical faculty. Such a translation, though unlikely in this context, does not contradict what has been said about the estimative faculty. For, if *taṣawwur* is translated as "conceptualization", then the entire passage would suggest the following: since the separation of the special kind of matter from such a nature as animality is logically impossible, it can be affected neither on the level of thinking in terms of particulars by the estimative faculty nor on the purely abstract level by the theoretical faculty.[17]

There is, however, a further ambiguity in the text. This is the expression, "to be separated from specific matter". The term translated as "to be separated" here is *tujarrad*, literally "to be stripped off", and a term often used for the cognitive act of abstraction. Here it is important to differentiate between the form as it exists extramentally in association with its special, particular kind of matter, that is, as it exists in the concrete, and as an object of cognition in the soul, whether as a particular form or ultimately as an abstract concept. There is the sense in which when it becomes an object of cognition, as something in the soul, it is separated from its extramental existence. But this is not the separation Avicenna is talking about. In fact he is talking about two separations. The first pertains to an extramental existent, a particular man, for example, who cannot be separated from his particular body. The second is the humanity of this man when present in the soul as an object of cognition, which again cannot be separated in the estimation or abstractly by the intellect from its specific matter, not the matter existing extranemtally, but its specific matter now as an object of cognition in the soul.

> Regarding those things that can mix with motion, but have an existence other than this, these [include] such things as individual identity (*al-huwwiyya*), unity, plurality and causality. Thus the things that it would be true for them to be separated from motion are either such that this truth is necessary,[18] or not, being, rather, such that this is not

16. *Avicenna's De Anima*, ed. F. Rahman (London, 1959), particularly pp. 60-61 and 166-167; see also, Ibn Sīnā, *Fī Ithbāt al-Nubuwwāt*, ed. M. Marmura (Beirut, 1968), p. 56ff.

17. That the separation of a nature like animality from its specific kind of matter is logically impossible is also brought home in *Aqsām* (p. 106) where we are told that the connection of such a nature with its matter is "in definition" as well as existence.

18. More literally, "the truth applicable to it is by way of necessity".

always mentioned simultaneously. This association of matter and motion is implicit in the above passage but becomes more explicit when the difference between natural science and mathematics is discussed.

It is perhaps best to indicate at the very beginning the modal aspect of the division of the existents into those that mix with motion and those that do not. The examples of existents that do not mix with motion are mind and God. As we shall shortly see, Avicenna clarifies this by affirming that these existents are *necessarily* not mixed with motion. Again, we notice that the existents that mix with motion subdivide in turn into two modes. The first are those that can exist only if mixed with motion. In other words, their being in motion is a necessary condition of their existence. The second group, on the other hand, can have an existence independently of motion, as stated further on in the text. But before turning to this latter class of existents that can exist with or without admixture with motion, Avicenna discusses those existents that must mix with motion, subdividing them again into two groups.

> The existents that have no existence unless undergoing admixture with motion are of two divisions. They are either such that, neither in subsistence nor in the estimation *(al-wahm)* would it be true for them to be separated (*tajarrad*) from some specific matter (*mādda muᶜayyana*) as for example, the form of humanity and horseness; or else, this would be true for them in the estimation but not in subsistence, as for example, squareness. For, in the case of the latter, its acquisition as a form (*tasawwuruhu*) does not require that it should be given a specific kind of matter (*nawᶜ mādda*) or that one should pay attention to some state of motion (p. 12, l. 14 – p. 13, l. 4).

Although the wording and terminology of this section raise some questions, the main thrust of the discussion is clear. Avicenna is distinguishing between the objects of natural science and mathematics. Both cannot exist without matter. But in the case of the objects of natural science their separation from the kind or species of matter that is constitutive of their being (*al-mādda al-nawᶜiyya*) is possible neither in external reality nor in the mind. In the case of mathematical objects their separation from any specific kind of matter is possible in the mind. This is because no special kind of matter is constitutive of the mathematical object. A triangle or a square in external reality can be constituted of wood, bronze or any other matter. A human being, on the other hand, must be constituted of a material body of the genus animal – or, as Avicenna expresses it in *Fī Aqsām al-ᶜUlūm*, one cannot understand "man" without understanding that man is composed of flesh and bones.[15]

Turning to the terminology, we notice that Avicenna uses the term, "estimation" (*al-wahm*), a faculty of the soul shared by animals and humans. One of its functions as a human faculty is to give partial abstraction of the particular forms conveyed to the soul by the senses, and to make judgements

15. *Ibid.*, p. 104.

logic to philosophy is yet to be ascertained, "the sciences" and "logic" are separated in the title.

The above passage has a background in Aristotle's *Metaphysics*, particularly *Metaphysics* VI, 1. Its definition of the aim of philosophy is also very reminiscent of al-Kindī's definition of philosophy in his *Fī al-Falsafa al-Ūlā* (*On First Philosophy*) as being "knowledge of things in their true natures to the extent of man's capability".[9] The criterion for dividing philosophy into theoretical and practical is ontological, the first, but not the second, being concerned with those existents that are totally independent of our choice and action. Both theoretical and practical philosophy are needed for man's perfecting of his soul, a point repeated in the *Metaphysics* of the *Shifā*[10] and in *Fī Aqsām al-ᶜUlūm*. In the latter work, Avicenna makes it explicit that this perfecting of the soul prepares it for ultimate happiness in the hereafter.[11]

In the above passage (as in parallel discussions) we encounter the term *ra'y*, normally translatable as "opinion", but which in this context seems to be the equivalent of the Greek *Theoria*. This Greek term is translated as *ra'y* in the Arabic version of Aristotle's *Metaphysics*.[12]

[*Theoretical Philosophy*]

> The things existing in external reality whose existence is not by our choice and action are first divided into two divisions: one consists of things that are mixed with motion; the second of things that do not mix with motion, for example, mind and God.
>
> The things that mix with motion are of two modes. They are either such that they have no existence unless they undergo[13] admixture with motion, as for example, humanity, squareness and the like; or they have existence without this condition (p. 12, 11. 11-15).

Avicenna's concern here is with those extramental existents whose existence is totally independent of our choice and action. He gives a primary twofold division of these existents into those that mix with motion (*al-ḥaraka*) and those that do not. In the *Isagoge*, he speaks only of motion, but in the parallel discussion in his *Fī Aqsām al-ᶜUlūm* he includes the different types of change.[14] In this latter work, being in motion and being in matter are

9. Al-Kindī, *Rasā'il al-Kindī al-Falsafiyya*, ed. M. A. Abū Rida (Cairo, 1950), Vol. I, p. 95.

10. *Ilāhiyyāt*, p. 3.

11. *Aqsām*, pp. 104–105.

12. See S. Afnan, *Philosophical Lexicon: Persian Arabic* (Beirut, 1968), p. 109.

13. *Yajūz* (p. 12, 1. 14) should not here be taken in the sense of "allow" or "permit". It should probably be read as *yajūzu ᶜalayha*, as given in one variant reading in the notes and as it appears in the same context on line 14, in the sense of "to pass by them"– hence, by extension, "undergo". For *jāza ᶜalayhi*, "he passed by him/it". see E. W. Lane, *Arabic English Lexicon*, Bk. 1, Part 2, p. 484; Lane's source is *Tāj al-ᶜArūs*.

14. *Aqsām*, p. 106.

physical. The criterion for this division is their relationship to motion. The discussion here is sometimes difficult to follow and may strike the reader as being unnecessarily complicated, particularly when compared with parallel discussions elsewhere in Avicenna's writings. This section, however, gives fuller expression to the philosophical basis of Avicenna's classification, though, admittedly, clarity is not its strongest point.

After a brief discussion of the practical sciences, including a passing but significant remark on the nature of prophethood and the revealed law, Avicenna goes on to discuss the place of logic among the sciences. Underlying the discussion is the historic question of whether logic is part of philosophy or only its tool. Avicenna begins with an important statement regarding the ways quiddities can be regarded - either as existing in external reality, as existing in the mind, or in themselves, that is, considered simply in terms of what they are, where the question of existence is totally extraneous. This is followed by the discussion of logical concepts that have as their nuclei quidditties existing in the mind. Although logical inferences take place in the mind, Avicenna argues that logic considered in itself belongs neither to mental nor extramental existence. On the basis of this, Avicenna then gives his answer to the question as to whether or not logic is part of philosophy.

In what follows, we offer a translation of *Isagoge*, I, 2 with a commentary.

II. *Translation and Commentary*

A Chapter Drawing Attention to the Sciences and to Logic[8]

[*Theoretical and Practical Philosophy*]

We say: The purpose in philosophy is to know the true nature of all things to the extent that man is capable of knowing. The things that exist are either existing things whose existence is not by our choice and action, or else things whose existence is by our choice and action. Knowledge of the things of the first division is called theoretical philosophy and knowledge of the things of the second division is called practical philosophy. The purpose in theoretical philosophy is to perfect the soul simply by knowing. The purpose of practical philosophy is to perfect the soul, not simply by knowing, but by knowing that in terms of which one acts and thereby acting [accordingly]. Hence the end of theoretical philosophy is to acquire belief in a contemplative view (*ra'y*) unconnected with practical action whereas the end of practical philosophy is to knowledge of a contemplative view pertaining to action. The theoretical hence has the greater claim to be attributed to contemplation (*ra'y*) (p. 12, ll. 2-10).

To comment first on the heading of this chapter, it is not insignificant that Avicenna speaks of "the sciences" and "logic" - the separation being quite deliberate. "The sciences" are the various branches of theoretical and practical philosophy and in this chapter Avicenna addresses himself to the question of whether or not logic is part of philosophy. Since the relation of

8. *Madkhal*, pp. 12-20.

existence (*al-māhiyya wa al-anniyya*)[3] and, what is based on it, the distinction between a quiddity considered in itself and the universal concept, the latter distinction being discussed most fully in Ch. 12 of Bk. I.[4]

One must, however, single out one discussion in the *Isagoge* as being more than any other a veritable introduction to philosophy as well as logic. This is Ch. 2 of Bk. I, devoted to the classification of the sciences – the chapter with which we are concerned here. In this chapter Avicenna defines the purpose of philosophy and gives us his ontological basis for its various divisions. Logic is then introduced within a philosophical discussion of the different ways quiddities are said to exist. Again, the criterion for ascertaining its place within the sciences is ontological.

It is this philosophical framework, in which logic is introduced, that makes this chapter quite unique when compared with other complementary Avicennian discussions of the classification of the sciences. Thus, for example, in *Metaphysics* I, 1 of the *Shifā'*,[5] an ontological basis is given for the division of theoretical knowledge into natural, mathematical and metaphysical, but nothing is said about logic. Again, the detailed treatment in his treatise *Fi Aqsām al-ᶜUlūm* (*On the Division of the Sciences*)[6] lists for us the various divisions of logic, but apart from a passing remark to the effect that the categories are discussed in themselves, that is, "without the condition of their realization in existence or subsistence in the mind,"[7] very little is said about ontology.

* * *

Turning to the organization of the chapter, it begins with an introductory paragraph that defines the purpose of philosophy and its division into theoretical and practical. Practical philosophy is concerned with knowing the things whose existence is due to our act and choice, while theoretical knowledge is concerned with the knowledge of things whose existence is independent of our acting and choosing. This is followed by a longer section devoted to the theoretical sciences and their division into natural, mathematical and meta-

3. More accurately *al-anniyya* (*or al-inniyya*) *al-shakhṣiyya*, *Madkhal*, p. 29, l. 12. The term, *anniyya* in the *Isagoge*, is used in other senses, to refer to differentia, for example.

4. *Madkhal*, pp. 65-72. See also M.E. Marmura, "Avicenna's Chapter on Universals in the *Isagoge* of the *Shifā'*", *Islam: Past Influence and Present Challenge*, ed. A. Welch and P. Cachia (Edinburgh, 1979), pp. 34-56.

5. Ibn Sīnā, *Al-Shifā'*; *Ilāhiyyāt* (*Metaphysics*), ed. G. Qanawātī, S. Dunyā and S. Zāyid, revised and introduced by I. Madkūr (Cairo, 1950), pp. 3-4. There is, however, an allusion to logic as being independent of the question of mental existence in Ch. 2, Bk. 1 of this work; *ibid.*, pp. 10-11. This work will be abbreviated *Ilāhiyyāt* in the notes.

6. Ibn Sīnā, *Fī Aqsām al-ᶜUlūm* in *Tisᶜ Rasā'il* (Cairo, 1908), pp. 104–118. This reference will be abbreviated *Aqsām*.

7. *Ibid.*, p. 116.

Avicenna on the Division of the Sciences in the *Isagoge* of His *Shifā'*

MICHAEL E. MARMURA*

I. Introduction

In Book I, Chapter 1 of the *Isagoge* (*al-Madkhal*) of the logical parts of the *Shifā'*, Avicenna (Ibn Sīnā), referring to the *Shifā'* as a whole, writes:

> There is nothing reliable in the books of the ancients but we've included in this our book. If something is not found in a place where it is customarily found, it would be found in another place I judge more fit for it to be in. I have added to this what I have apprehended [independently] with my thought and attained through my [own] reflection, particularly in physics, metaphysics and in logic.[1]

It is characteristic of Avicenna in his *Shifā'*, not only to expand on the thought of his predecessors (Greek and Islamic), but to criticize and modify, to introduce new analyses and ultimately to forge a new synthesis. Thus, while the ingredients of his philosophy derive in large measure from Greco-Arabic antecedents, they are infused with his own insights and remoulded to form a perspective that has a stamp all its own. This remoulding of concepts into a distinctly Avicennian perspective is evident in his *Isagoge* – a work that represents a very considerable expansion on its forbear, the *Isagoge* of Porphyry. As Dr. I. Madkour has commented, Avicenna's work, unlike that of Porphyry, is not merely an introduction to the Aristotelian categories, "but to the whole of logic."[2]

Dr. Madkour's accurate observation can be extended even further. To an extent – and this is particularly true of Bk. I – Avicenna's *Isagoge* is also an introduction to the philosophical parts of the *Shifā'*, particularly the metaphysical. Thus, for example, its very first chapter is devoted to brief remarks on the content, purpose and plan of the *Shifā'* as a whole. More pertinent than this, however, is that the logical analyses and the distinctions Avicenna introduces in the *Isagoge* form the foundation of his metaphysical thought. The most central of these distinctions is that between essence and existence or, to use the terminology of the *Isagoge*, between quiddity and individual

*University of Toronto, Department of Middle East and Islamic Studies, Toronto, Canada M5S 1A1.

1. Ibn Sīnā (Avicenna), *Al-Shifā' (Healing)*: *al-Manṭiq (Logic)* 1: *al-Madkhal (Isagoge)*, ed. M. Khuḍayrī, G. Qanawātī and A.F. Ahwānī, revised and introduced by I. Madkūr (Cairo, 1953), Bk. 1, Ch. 1, p. 9, l. 17 – p. 10, l. 4. This work will be abbreviated in the notes as *Madkhal*.

2. *Madkhal*, p. 51 (of Arabic introduction).

Journal for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science.*

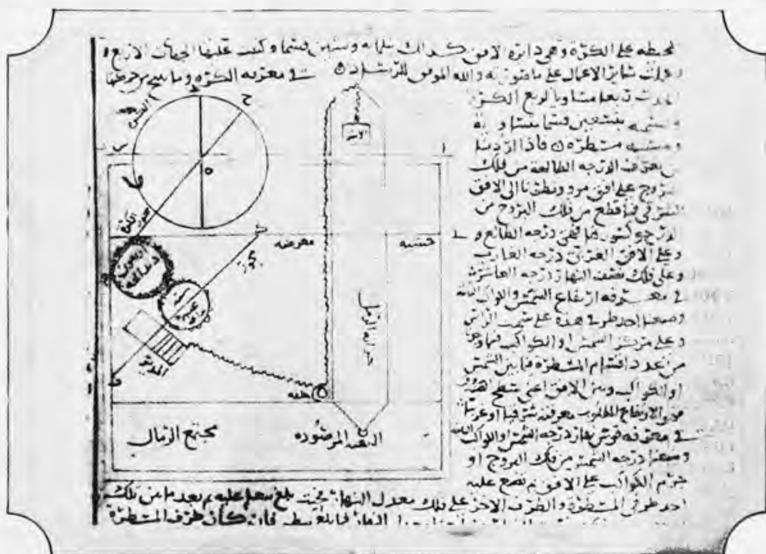
ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Volumes 1 & 2 (1977 & 1978)	
Registered surface mail	$ 6.00
Registered air mail	$10.00
Volumes 3 & 4 (1979 & 1980)	
Registered surface mail (all countries)	$10.00
Registered air mail:	
Arab World & Europe	$12.00
Asia & Africa	$15.00
USA, Canada & Australia	$17.00

Printed in Syria
Aleppo University Press

ISSN 0379-2927

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



مجلة تاريخ العلوم العربية

University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo,Syria

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد ٥
العددان
١ ، ٢
١٩٨١

جامعة حلب ـ سورية
معهد التراث العلمي العربي

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الخامس | العددان الأول والثاني | ١٩٨١

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

ابن الهيثم وحجم المجسم المكافئ

رشدي راشد

المقـــدمـــة

لم يكتف أبو علي الحسن بن الهيثم بما ابتكره من ثوري وجديد في علم الطبيعة ، وخاصة في علم المناظر ، بل خرج إلى دراسات هامة ومبتكرة في الرياضيات ، شرعنا[1] في نشرها — تباعاً — محققة . وبما أن مقالاته في مساحة الحجوم — التي لم تزل مخطوطة — هي من أهم ما صُنف في « حساب الصغائر » قبل تطوره — على أيدي ليبنتز ونيوتن — إلى حساب للتفاضل والتكامل ، رأينا تقديمها هنا محققة قبل نشرها بشكل مستقل مع ترجمتها الفرنسية كيما تعم الفائدة . وسنتبع في هذا ابن الهيثم نفسه ، فنبدأ بمقالته « في مساحة المجسّم المكافىء » ، ثم نعقب هذا — في عدد آخر من هذه المجلة — بمقالته « في مساحة الكرة » ، قبل أن ننتقل إلى أعماله في فروع الرياضيات الأخرى . فنحن نعرف من جمال الدين القفطي ومن ابن أبي أصيبعة أن مساهمة ابن الهيثم في مساحة الحجوم تقتصر على هاتين الرسالتين .

لم يكن ابن الهيثم أول من عالج المجسّم المكافىء ، أو بشكل أدق ، النوع الأول منه ، أي هذا المجسم الحادث من إدارة قطعة من القِطْع المكافىء حول قطرها : فلقد قام بهذا أرشميدس ثم ثابت بن قُرّة وأخيراً أبو سهل القوهي . أما أرشميدس فلقد استخرج هذا الحجم بتطبيقه لمنهج الاستنفاذ المشهور واستعماله لمفهوم المجاميع التكاملية . ففي كتابه « في الكونويد والسفيرويد »[2] استخرج أرشميدس حجم المجسّم المكافىء بواسطة مجسّمات أسطوانية متساوية الارتفاع وبتطبيق منهج الاستنفاذ . واتبع أرشميدس هذا المنهج ولجأ إلى مفهوم المجاميع التكاملية في رسائل أخر : « تربيع القطع المكافىء »

١ — انظر مقالتنا : ابن الهيثم وعمل المسبع . مجلة تاريخ العلوم العربية . المجلد الثالث العدد الثاني ، تشرين ١٩٧٩ ، ص ٢١٨ — ٢٩٦ . وانظر أيضاً مقالتنا .
Ibn al-Haytham et le Théorème de Wilson, *Archive for History of Exact Sciences*, 22 (1980), 305-321.

٢ — *Archimède*, tome 1 , texte établi et traduit par Ch. Mugler. Les Belles Lettres, (Paris, 1970), p. 197 Sqq.

و « في الحلزون » – ففي كل هذه الرسائل كان هذا المنهج وهذا المفهوم هما الأصول التي بُني عليها حساب الصغائر عند أرشميدس .

وإذا رجعنا إلى الرياضيات العربية قبل ابن الهيثم، بل وبعده أيضاً ، نقصنا الدليل على معرفة الرياضيين برسائل أرشميدس هذه . فلم ينقل إلى العربية في هذا المجال إلا كتاب أرشميدس « في قياس الدائرة » وكتابه في « الكرة والأسطوانة » . أما عن الرسائل التي ذكرناها والتي تتضمن مفهوم المجاميع التكاملية فليس هناك – حتى اليوم – ما يرجح معرفة العلماء العرب بها . ويختلف الوضع اختلافاً كلياً فيما يخص منهج الاستنفاذ . فلقد عرفه الرياضيون من طريقين ، الأولى هي ما ذكرناه من ترجمات أرشميدس والثانية هي « أصول » أقليدس التي كانت في متناول كل مثقف .

فليس بمستغرب إذاً أن يبدأ ثابت بن قرة حسابه لحجم المجسّم المكافىء من جديد ، فلقد اضطر ، على ما يبدو ، إلى الكشف مرة أخرى عن مفهوم المجاميع التكاملية ، مما اضطره إلى مسلك وعر . فمجاميع ثابت تختلف عن تلك الأسطوانات ذات الارتفاع الواحد التي ذهب إليها أرشميدس ، فهي مخروط واحد ومخروطات ناقصة متصلة بقواعدها متناسبة في ارتفاعاتها كتناسب الأعداد المفردة المتوالية المبتدئة من الواحد . وبمثل هذه المجاميع التكاملية يطول البحث ويثقل . فلقد لزم ثابت بن قرة ما يقرب من أربعين مقدمة – من عددية وهندسية – لاستخراج حجم المجسم المكافىء . وبحث ثابت بن قرة وحده كافٍ للدلالة على عدم معرفته بعمل أرشميدس على هذا المجسم . ولقد عاب أبو سهل القوهي على ثابت طول عمله وتعقيده وحاول تفاديهما . ولإتمام هذا اخترع أبو سهل مرة أخرى مجاميع أرشميدس وإن اختلفت البراهين في بعض التفاصيل .

هذا ما تم قبل ابن الهيثم وما كان على معرفة به ، فهو يصرح في مقدمة مقالته عن المجسم المكافىء بعلمه بمقالة ثابت بن قرة وبمقالة القوهي وبتفضيله عمل القوهي . فهو لم يتردد أن يأخذ جملةً بطريق القوهي لاستخراج حجم النوع الأول من المجسم . ولكن خلافاً لمن سبقه من الرياضيين ، قام ابن الهيثم ولأول مرة في تاريخ الرياضيات بتحديد حجم النوع الثاني من المجسم المكافىء ، وهو أصعب تصوراً ومنالاً من النوع الأول ، أعني حجم المجسم الحادث من إدارة قطعة من القِطْع المكافىء حول خط ترتيبه . وسؤال ابن الهيثم عن حجم هذا المجسم أثار عقبات جمة واضطره إلى بحث واستقصاء ، لهما جلّ الأثر في تجديد مجال حساب الصغائر نفسه . فكان على ابن الهيثم أن :

١ — يحسب مجاميع أسس الأعداد الطبيعية إلى الأس الرابع على الأقل . ولهذا استطاع البرهان على طريقة عامة يمكن بواسطتها الوصول إلى مجاميع أسس الأعداد الطبيعية ، أي أس اتفق .

٢ — يقدم مفهوم المجاميع التكاملية لا كمفهوم هام فحسب بل كالمفهوم الأساسي الفعال الذي به يقوم حساب الصغائر .

٣ — يحاول شرح ما وراء برهان الخُلْف في هذا المجال ، وأن يبيّن بشكل ما مفهوم النهايات القصوى للمجاميع التكاملية .

هذا ما قام به ابن الهيثم فعلا ، وأيسر ما يستخلص من مقالته أنه قد قارب بصورة ما مفهوم التكامل ، وأنه انتهى إلى استخراج حجم النوع الثاني بدقة . وحتى عهد قريب كان كثيراً ما ينسب هذا الاكتشاف — خطأ — لرياضيي القرن السابع عشر مثل كپلر وكڤاليري .

وإذا نظرنا إلى نص مقالته نجده يتضمن الفصول التالية :

١ — فاتحة ، يسرد فيها تاريخ المجسّم المكافىء ، يذكر فيه رسالة ثابت بن قرة ورسالة القوهي .

٢ — يعقب الفاتحة فصل يتضمن مقدمات عددية ، يبرهن فيها على مجاميع أسس الأعداد الطبيعية لـ ن = ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ؛ بل يعطي قانوناً عاماً للوصول إلى مجموع الأس ن للأعداد الطبيعية إذا ما عُرفت مجاميع الأسس من ١ إلى (ن — ١) . وينتهي هذا الفصل ببيان صحة هذه القوانين إن استبدلنا بالأعداد خطوطاً مستقيمة .

٣ — يعقب هذا فصل لاستخراج حجم المجسّم من النوع الأول .

٤ — ثم يتلوه فصل لحساب حجم المجسم من النوع الثاني .

٥ — وتنتهي الرسالة بمناقشة برهان الخلف وما يستره من مفاهيم وأفكار .

ولقد شرحنا خطوات ونتائج ابن الهيثم في المقدمة الفرنسية لهذه المقالة .

أما عن مقالة ابن الهيثم ، فهي مخطوطة المكتب الهندي رقم ١٢٧٠ ، انظر فهرس

Loth رقم 734/11 ، وهي تقع بين صفحتي ٥٦ – ظ ، ٦٩ – ظ وكل صفحة طولها ٢٧,٣ سنتمتراً وعرضها ١٢,٥ سنتمتراً ، وتحتوي على سبعة وثلاثين سطراً ، وكل سطر على أربع عشرة كلمة تقريباً . ومقالة ابن الهيثم هذه هي إحدى رسائل مجموعة من أهم المجموعات الرياضية ، ورغم هذا فلا نعرف شيئاً عن تاريخ هذه المخطوطة . وإن كانت مقالة ابن الهيثم لم تحقق من قبل ، إلا أن العالم هـ . سوتر قام بترجمة حرة لها إلى الألمانية . والمقصود بكلمة حرة التي استعملها سوتر نفسه ، هو عدم التقيد الصارم بنص ابن الهيثم . فكثيراً ما يسرد سوتر المعنى دون أن يتقيد بالترجمة فعلاً ، وكثيراً ما يهمل بعض الفقرات وخاصة تلك التي لايسهل نقلها إلى الألمانية[1] . وبالجملة فقد عبر عن المضمون بشكل دقيق إلا بعض الفقرات وإلا الجزء الأخير من المقالة . ثم قام قريباً الأستاذ جمال الدباغ بترجمة نفس المقالة إلى اللغة الروسية[2] . ولكننا غير قادرين على تقدير هذه الترجمة لجهلنا باللغة الروسية .

ولقد التزمنا عند تحقيق هذه المقالة بالقواعد المعروفة ، واستعملنا الرموز التالية :

[ ] نقترح حذف ما بينهما

< > ما بينهما كلامنا

/ انتهاء صفحة المخطوطة

ولقد قمنا بتنقيط النص عند اللزوم دون الإشارة إلا إذا تعددت الاحتمالات فاثبتنا نص المخطوطة في أسفل الصفحة .

١ – انظر حواشي المقدمة الفرنسية .
٢ – انظر كتاب يوشكفتش ص ١٧٤ المذكور في حواشي المقدمة الفرنسية .

٥٦ - ظ

بسم الله الرحمن الرحيم

العزة لله تعالى

مقالة للحسن بن الحسن بن الهيثم في مساحة المجسّم المكافىء

كلُّ قول وكلُّ تأليفٍ فإن لقائله ومؤلفه محركاً، هو الذي حرّكه لقول ما قاله وتأليفِ ما ألفه . وقد كنا نظرنا في كتابٍ لأبي الحسن ثابتِ بن قُرّة في مساحة المجسّم المكافىء ، فوجدناه قد سلك فيه مسلكاً متعسفاً ، وارتكب في تبيّنه طريقاً متكلفاً في الطول وفي الصعوبة معاً . ثم وقع إلينا من بعد ذلك مقالة لأبي سهل ويجن بن رستم الكوهي في مساحة المجسّم المكافىء ، فوجدناها خفيفة مختصرة ، ووجدناه يذكر فيها أن السبب الذي حرّكه وبعثه على تأليف هذه المقالة هو نظرُه في كتاب أبي الحسن ثابت بن قرّة — في مساحة هذا المجسّم — واستصعابُه له واستبعادُه لطريقته . إلا أنا وجدنا مقالة أبي سهل ، وإن كانت مُتَسَهَّلة مخففة ، فإنما بُيِّن فيها مساحةُ أحدِ نوعي المجسّم المكافىء . وذلك أن المجسّم المكافىءَ ينقسم إلى نوعين سنجدهما فيما بعدُ : أحدُهما قريبٌ متيسّر، والآخر صعبٌ متعسّر . ووجدنا أبا سهلٍ قد قصّرَ مقالته على مساحة النوع المتيسّر ، وأعرضَ < عن > ذكر النوع الثاني . فلما وجدنا هذين القولين على الصفة التي شرحناها حركتنا هذه الحال على تأليف هذه المقالة . فاعتمدنا فيها أن نستوعب الكلامَ في مساحة نوعي هذا المجسّم ، ونستوفي جميع المعاني التي تتعلق بمساحتهما ؛ ونتحرّى مع ذلك — في جميع ما نذكره ونبيّنه — أخْصَرَ الطرق التي بها يتم — مع الاستقصاء — بيانُه ، وأوجزَ المقاييس التي بها يتّضح — مع استيفاء المعاني — برهانُه .

وهذا حين ابتدأنا بالكلام فيه ، والله الموفق والمعين على ما يرضيه .

٤ – محركاً : محرك // ٥ – ما : قد تقرأ " وما " // ٦ – تبينه : مهملة // ١١ – أنا : اذا // ١٧ – نستوعب : يستوعب ، فضلنا صيغة جمع المتكلم بدليل قوله بعد ذلك " ونتحرّى " . استوعب الكلام أي جعله شاملاً . / نستوفي : يستوفي ، فضلناها للسبب نفسه . // ١٨ – تتعلق : يتعلق // ٢٠ – استيفاء : غير مقروءة وتبدو هكذا من السياق // ٢١ – ابتدأنا : لعل الصواب " ابتدائنا " ، ولكن الرسم في المخطوط لا يحتمل ذلك ولهذا أبقيناها على حالها . / بالكلام : الميم ناقصة . / والله : وبالله //

كلُّ شكلٍ مسطح ، نفرض في سطحه خطاً مستقيماً ، ونثبت الخط حتى لا يتغير وضعه ، ويُدار الشكل حول ذلك الخط إلى أن يعود إلى وضعه الذي كان عليه ، فإنه يحدث باستدارته جسماً مُصْمَتاً .

فكلُّ قطعة من قِطْع مكافىء إذا فُرض في سطحها خطٌّ مستقيم ، وأُثبت الخط حتى لا يتغيرّ وضعُه ، وأديرت القطعةُ حول ذلك الخط إلى أن تعود إلى وضعها الذي كانت عليه ؛ فإنها تُحدث باستدارتها جسّماً مُصْمَتاً . والجسّم الذي يحدث على هذه الصفة يسمى المجسّمَ المكافىء .

وكلُّ خط يُفرض في سطح قِطْع مكافىء ، فإنه إما أن يكون موازياً لقطر القطعة ، التي يُفرض فيها ، أو القطرِ نفسه ، وإما أن يلْقى القُطرَ ، إما في الحال وإما إذا أُخرجا على استقامة . فإن كان موازياً للقطر فهو أيضاً قطرٌ ، وإن كان يلقى القطرَ فهو يلقى القِطْعَ على نقطتين ، وإذا كان يلقى القطع على نقطتين فهو خط ترتيب لقطر من أقطار القِطْع ، كما بيّن جميع ذلك أبلونيوسُ الفاضل في كتابه في المخروطات .

فجميعُ الخطوط المستقيمة — التي تُفرض في سطح قطعة من قطع مكافىء — تنقسم إلى نوعين ، هما الأقطار وخطوطُ الترتيب . وإذا كان ذلك كذلك ، فجميع المجسّمات المكافئة — التي تحدث من حركة القِطع المكافىء حول خطٍ من الخطوط المستقيمة التي تُفرض في سطحه — تنقسم إلى نوعين : أحدهما المجسّمات التي تحدث من حركة القِطْع حول أقطاره ، والآخر المجسّمات التي تحدث من حركة القِطع حول خطوطِ ترتيبه . فلْنبحث الآن عن مساحة هذين النوعين ، ولنقدم لذلك مقدّمات .

أما أحدُ النوعين ،وهو الذي يحدث من حركة القطع حول أقطاره ، فليس يحتاج إلى شيء من المقدّمات ، وهذا النوع هو الذي ذكرنا في صدر المقالة أنه سهلٌ متيّسر . وأما النوع الآخر ، وهو الذي يحدث من حركة القطع

١ – خطا مستقيما : خط مستقيم // ٦ – تعود : يعود / تحدث : يحدث //
١٢ – بيّن : تبيّن // ١٦ – تحدث : يحدث // ١٧ – تفرض : يفرض / تنقسم : ينقسم //
١٨ – تحدث : يحدث // ١٩ – تحدث : يحدث // ٢٠ – فلنبحث : فليبحث //

حول خطوط ترتيبه ، وهو أصعبُ النوعين ، فهو يحتاج إلى مقدّمات عددية .

فمنها أن الأعداد التي أولها الواحد ، ثم تتزيّد بواحد واحد ، إذا فُرض منها أعداد كم كانت /وأُخذ نصفُ أعظمها ونصفُ الواحدِ – الذي ٥٧ - و هو أولها – وجُمعا ، وضُرب مجموعهما في العدد الأخير – الذي هو أعظمها – كان الذي يخرج هو مجموعَ جميع تلك الأعداد .

وأن الأعدادَ المتوالية ، إذا أُخذ ثلث أعظمها وثُلثُ الواحد وجُمعا ، وضُرب مجموعُهما في العدد الأخير الذي هو أعظمها ، ثم أضيفَ إلى العدد الأعظم نصفُ الواحد ، وضُرب ذلك في الذي كان خرج من الضرب الأول ؛ كان الذي يخرج من هذا الضرب هو مجموع مربعات تلك الأعداد .

وأن الأعداد المتوالية ، إذا أُخذ ربعُ أعظمها وأضيف إليه ربع الواحد ، ثم ضُرب ذلك في العدد الأعظم ، ثم زيد على العدد الأعظم واحد ، وضُرب ذلك في العدد الأعظم ، ثم ضُرب ما اجتمع من هذا الضرب فيما كان خرج من الضرب الأول ؛ فإن الذي يجتمع هو مجموعُ مكعبات الأعداد المتواليه .

وأن الأعداد المتوالية ، إذا أُخذ خُمْسُ أعظمِها وأضيف إليه خُمْسُ الواحد ،وضُرب مجموعُ ذلك في العدد الأعظم ، ثم أضيف إلى العدد الأعظم نصفُ الواحد ، وضرب ذلك فيما كان خرج من الضرب الأول ؛ فما خرج حُفظ ، ثم أضيف إلى العدد الأعظم واحد ، وضرب ذلك في العدد الأعظم ، فما خرج نقص منه ثلث واحد ، فما بقي ضُرب في الذي كان حُفظ ، فإن الذي يخرج من مجموع ذلك هو مجموع مربعات مربعات الأعداد المتوالية .

فلنبيّن أولاً جميع هذه المقدمات بالبرهان .

٢ – تتزيّد : بمعنى " زاد " و " تزايد " ويدل على الزيادة المتدرّجة حتى يبلغ منتهاه ، ورسمها في المخطوط : يتزيد // ٤ – مجموعهما : مجموعها // ١٢ – واحد : واحدا // ١٩ – واحد : واحدا //

< آ >

فليكن أعداد اب جد ه ز ح ط أعداداً متوالية ، وليكن اب واحداً والباقية متزيّدة بواحد واحد ؛ فأقول إنه إذا أُخذ نصف ح ط ، وأضيف إليه نصفُ الواحد ، وضُرب الجميع في عدد ح ط ، فإن الذي يكون من ذلك هو مجموعُ أعداد اب جد ه ز ح ط .

برهان ذلك : أنا نضم إلى هذه الأعداد أعدادا أُخَرَ متوالية مبتدئة من الواحد ، متزيّدة بواحد واحد ، ونجعل ترتيبها بالعكس من ترتيب الأعداد الأولِ ؛ وليكن كح له نج ما ، وليكن كح واحداً ، والباقية متزيدّة بواحد واحد . فلأن ح ط يزيد على ه ز بواحد ، و كح واحد ، يكونُ كط يزيد على ه ز باثنين . و له اثنين ، فـ لز مثل كط . ولأن ح ط يزيد على جد باثنين يكون كط يزيد على جد بثلاثة . و نج ثلاثة ، فـ ند مثل كط . وكذلك يتبين أن مب مثل كط . فجميع أعداد مب ند لز كط متساوية . والأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد ، المتزيّدة بواحد واحد ، يكون عددها هو عِدّةَ ما في العدد الأخير منها من الآحاد ، فعدة أعداد اب جد هز حط هو عدة ما في ح ط من الآحاد ، وعدة أعداد اب جد ه ز ح ط هو عِدّةُ أعداد مب ند لز كط . فعدّة أعداد مب ند لز كط المتساوية هو عِدّة ما في ح ط من الآحـــاد . فإذا ضُرب عـــدد كط في آحاد ح ط كان الذي يخرج من الضرب هو مجموعَ أعداد مب ند لز كط . وأعداد اب جد ه ز ح ط متوالية مبتدئة من الواحد متزيّدة بواحد واحد . وأعداد كح له نج ما أيضاً متوالية مبتدئة من الواحد متزيّدة بواحد واحد ، وعِدّةُ هذه الأعداد كعدة الأعداد الأُوَل ، فهي مساوية لها . فمجموع الجميع هو ضعف < مجموع > أعداد اب جد ه ز ح ط . فهذه الأعداد < مجموعة > إذن هي نصفُ مجموع أعداد مب ند لز كط ؛ < و كط > في آحاد ح ط هو مجموعُ هذه الأعداد ، فضَرْبُ نصفِ كط في ح ط هو مجموعُ أعداد اب جد ه ز ح ط ؛ و ط ك هو عددُ ح ط – الذي هو آخرُ الأعداد المتوالية – و كح هو الواحد ، فنصف / كط هو نصف ح ط مع نصف الواحد . ٥٧ - ظ

٦ – أعدادا : أعداد // ١٢ – لز : لن //

وكذلك يتبين في جميع الأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد كم كانت .

فالأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد المتزيّدة بواحد واحد ، إذا أخذ نصفُ أعظمها ، وأضيف إليه نصفُ الواحد، وضُرب ذلك في العدد الأعظم، كان الذي يخرج من الضرب هو مجموعَ الأعداد المتوالية من الواحد ، وذلك ما أردنا أن نبيّن .

ويستبين من هذا البيان أن مجموع الأعداد المتوالية مساوٍ لنصف مربع العدد الأعظم ولنصف العدد نفسه ؛ وذلك أن ضرب العدد الأخير في نصفه هو نصفُ مربعه ، وضَرْبَه في نصف الواحد هو نصفُ العدد نفسه .

< ب >

وأيضاً ، فليكن الأعدادُ المتوالية اب ب ج ج د د ه على الوضع الذي في هذه الصورة – أعني صورةَ الشكل الثاني – ونجعلُ أعداد ب ز ج ح د ط ه ك أيضاً أعدادا متوالية مبتدئةً من الواحد ، فيكون اب مثل ب ز و ب ج مثل ج ح و ج د مثل [مثل] د ط و د ه مثل ه ك . ونضيف إلى كل واحد من أعداد ب ز ج ح د ط ه ك واحدا ؛ وليكن آحاد ف ز ن ح م ط ل ك . فضَرْبُ اب في ب ف هو ضرب اب في ب ز وضرب اب في ز ف . وضرب اب في ب ز هو مربع ب ز ، وضرب اب في ز ف هو اب نفسُه، لأن ز ف واحد . وضرب اج في ج ن هو ضرب اج في ج ح وضرب اج في ح ن . فأما ضرب اج في ح ن فهو اج نفسه ، لأن ح ن واحد . وضرب اج في ج ح هو ضرب ب ج في ج ح وضرب اب في ج ح . وضرب ب ج في ج ح هو مربع

٦ – مساوٍ : مساوی // ١٢ – أعدادا : أعداد // ١٤ – ف ز : ف ن //

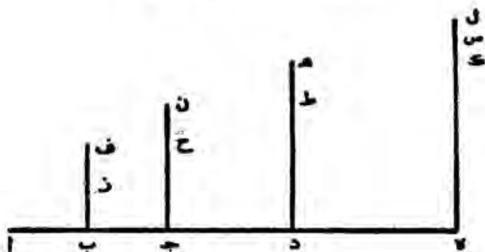
جح ، لأن ب ج مثل جح . فضرب اج في جن هو اج نفسُه ومربع جح وضرب اب في جح . وضرب اب في جح هو اب في ب ف ، لأن ب ف مثل جح . وذلك أن ب ف مساوٍ لـ ب ج لأن ب ف يزيد على ب ز المساوي لـ ب ا واحداً و ب ج يزيد على اب واحداً ، و ب ج مساوٍ لـ جح ، فـ ب ف مساوٍ لـ جح .

وقد يتبين <أن ضرب> اب في ب ف هو مربعُ ب ز و اب نفسُه . فضرب اج في جن هو مربع ب ز ومربع جح و اب نفسه و اج نفسه .

وأيضاً فإن ضرب اد في ده هو ضرب اد في دط و اد في طه . و اد في طه هو اد نفسه ، لأن طه واحد . و اد في دط هو جد في دط و اج في دط . و جد في دط هو مربع دط . و اج في دط هو اج في جن ، لأن دط مثل جن ، وذلك أن جن يزيد على جح المساوي لـ جب واحدا ، فهو مساوٍ لـ جد . و جد مساوٍ لـ دط . فـ ن ج مساوٍ لـ دط . فضرب اد في ده هو اد نفسه ومربع دط وضرب اج في جن . وقد تبين أن ضرب اج في جن هو مربع ح ج ومربع ب ز و اج نفسه و اب نفسه . فضرب اد في ده هو مربع دط ومربع جح ومربع ب ز و اد نفسه و اج نفسه و اب نفسه .

وبمثل ذلك يتبيّن أن ضرب اه في ه ل هو اه نفسُه ومربع ه ك وضرب اد في ده . وقد تبيّن أن ضرب اد في ده هو مربعُ دط ومربع جح ومربع ب ز و اد نفسه و اج نفسه و اب نفسه . فضرب اه في ه ل هو مربع ه ك ومربع دط ومربع جح ومربع ب ز و اه نفسه و اد نفسه و اج نفسه و اب نفسه . و اه نفسه هو مجموع الأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد المتزيّدة بواحد واحد التي آخرها ده المساوي لـ ه ك . فـ اه هو نصف مربع ك ه ونصف ك ه كما تبين في عقيب الشكل الأول . وكذلك اد هو نصفُ مربع دط ونصف دط . وكذلك / اج هو نصفُ مربع جح ونصف جح . ٥٨-و

٣ – مساوٍ : مساوى // ٤ – مساوٍ : مساوى // ٥ – مساوٍ : مساوى //
١٢ – مساوٍ : مساوى (الأولى والثانية والثالثة) // ١٨ – تبين : يتبين //



وكذلك اب هو نصف مربع ب ز ونصف ب ز . فضرب ا ه في ه ل هو مجموعُ مربعات ه ك د ط ج ح ب ز وأيضاً أنصافُ مربعاتها وأنصافُها أنفسها . < ومجموع > أنصاف أعداد ه ك د ط ج ح ب ز هو نصف ا ه ، لأن ا ه هو مجموع هذه الأعداد . فضرب ا ه في ه ل هو مربعات الأعداد المتوالية التي آخرها ك ه ، وأنصاف مربعاتها ، ونصف ا ه .

ونقسم ل ك بنصفين على نقطة س ، فيكون ضَرْبُ ا ه في ه ل هو ا ه في ه س و ا ه في س ل . وضَرْبُ ا ه في س ل هو نصف ا ه ، لأن س ل هو نصف واحد . وقد كان ضربُ ا ه في ه ل هـو مربعاتِ الأعداد المتوالية وأنصافَ مربعاتها ونصفَ ا ه . فيبقى ضربُ ا ه في ه س هـو مربعاتِ الأعداد المتوالية التي آخرها ك ه وأنصافَ مربعاتها . فضربُ ثلثي ا ه في ه س هو مجموعُ مربعات الأعداد المتوالية التي آخرها ك ه . وقـد تبين في الشكل الأول أن ضربَ نصفِ ل ه – الذي هو العددُ الأخيرُ مع الواحد – في ك ه ، هو جميعُ ا ه . فضربُ ثلثي نصف ل ه – الذي هو ثلث ل ه – في ك ه هو ثلثا ا ه . فإذا أُخذ ثلثُ ل ه ، الذي هو ثلث ك ه – الذي هو العدد الأعظم – وثلث الواحد، وضُرب ذلك في ك ه – الذي هو العدد الأعظم – ثم ضُرب ما اجتمع في ه س – الذي هو العدد الأعظم مع نصف الواحد – كان الذي يخرج من الضرب هو مجموع مربعاتِ ه ك د ط ج ح ب ز ، التي هي الأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد المتزيّدة بواحدٍ واحد ، وذلك ما أردنا أن نبيّن .

٢ – أنصاف مربعاتها : ف مربعاتها // ٤ – أنصاف : وأنصاف // ١٠ – وأنصاف : ونصاف // ١٤ – ثلثا : ثلثي / ل ه : ا ه // ١٥ – ثم ضرب : ثم ضربت //

ويستبين من هذا البرهان أن مجموع مربعات الأعداد المتوالية هو ثلث مكعب أعظمها ونصفُ مربعه وسدسُ العدد نفسه :

وذلك أن ضرب ثلث ل ه في ه ك هو ثُلثُ مربع ه ك وثلث ه ك . فإذا ضُرب ذلك في ه س كان ضرب ثلث مربع ه ك في ه س ثلثَ مكعبْ ه ك وسدسَ مربع ه ك ، لأن ك س نصف واحد . وثلث ه ك في ه س هو ثلث مربع ه ك وسدس ه ك نفسه . فضرب ثلث ل ه في ه ك ثم ما خرج في س ه ، هو ثلث مكعب ه ك ونصف مربعه وسدس ه ك نفسه .

ج

وأيضاً فإنا نجعل أعداد ا ب ب ج ج د د ه هي الأعدادَ المربعاتِ المتوالية ؛ فيكون ا ب هو الواحدَ – الذي هو مربعُ الواحد – و ب ج هو مربعَ الاثنين و ج د هو مربعَ الثلاثة و د ه مربعُ الأربعة . ونجعل أعداد ب ز ج ح د ط ه ك هي الأعدادَ المتوالية أنفسَها . فيكون ب ز واحداً و ج ح اثنين و د ط ثلاثة و ه ك أربعة . فيكون ضربُ د ه في ه ك هو مكعبَ ه ك ، وضرب ج د في د ط هو مكعب د ط ، وكذلك الباقية . ونضيف إلى كل واحد من الأعداد المتوالية الآحاد كما في الصورة . فيكون ضرب ا ه في ه ل هو ضرب ا ه في ه ك و ا ه في ك ل . و ا ه في ك ل هو ا ه نفسه ، لأن ك ل واحد . وضرب ا ه في ه ك هو ضرب د ه في ه ك و ا د في ه ك . وضرب د ه في ه ك هو مكعب ه ك ، لأن د ه هو مربع ه ك . وضرب ا د في < ه ك هو ضرب ا د في > د م ، لأن د م مثل ه ك كما تبين من قبل . فضرب ا ه في ه ل هو ا ه نفسه ومكعب ه ك وضرب ا د في د م . وبمثل هذا البيان يتبين أن ضرب ا د في د م هو ا د نفسُه ومكعب د ط وضرب ا ج في ج ن ؛ وضرب ا ج في ج ن هو ا ج نفسه ومكعب ج ح وضرب ا ب في ب ف . < وضرب ا ب في ب ف > هو ا ب نفسه ومكعب ب ز . فضرب ا ه في ه ل هو مكعب ه ك ومكعب د ط ومكعب ج ح ومكعب ب ز و ا ه نفسه و ا د نفسه و ا ج نفسه و ا ب نفسه . لكن ا ه هو هو مجموع المربعات المتوالية ،

٢١ – ا د : د م // ٢٥ – ج ح : الجيم مطموسة / هو (الثانية) : فوق السطر . //

فهو ثلثُ مكعب ه ك ونصفُ مربعه وسدسُ ه ك نفسه ، كما تبيّن فيما مضى . وكذلك د ه هو ثلثُ مكعب د ط ونصفُ مربعه وسدسُ د ط نفسه . وكذلك ا ج هو ثلثُ مكعب ج ح ونصفُ مربعه وسدسُ ج ح / نفسه . ٥٨-ظ وكذلك ا ب هو ثلث مكعب ب ز ونصفُ مربعه وسدسُ ب ز نفسه ، لأن الواحد بهذه الصفة . فضربُ ا ه في ه ل هو مجموع مكعبات الأعداد المتوالية – التي آخرها ه ك – وأثلاث مكعباتها وأنصاف مربعاتها وأسداس الأعداد أنفسها .

وضرب ا ه في ه ل هو ضرب ا ه في ه س ، و ا ه في س ل . لكن ا ه في س ل هو نصف ا ه ، لأن س ل نصف واحد . ونصف ا ه هو أنصاف مربعات جميع الأعداد المتوالية التي آخرها ه ك . ويبقى ضرب ا ه في ه س هو مكعبات جميع هذه الأعداد وأثلاثُ مكعباتها وأسداسُ الأعداد أنفسها . ولكن ا ه هو الذي يجتمع من ضرب ثلث ل ه في ه ك ثم ما اجتمع في ه س . فضرب ثلاثة أرباع ثلث ل ه – الذي هو ربع ل ه – في ه ك ثم ما اجتمع في ه س هو ثلاثة أرباع ا ه . وثلاثة أرباع ا ه إذا ضرب في ه س ، كان مجموع مكعبات الأعداد المتوالية وأثمان الأعداد أنفسها ؛ لأن جميع ا ه إذا ضُرب في ه س كان منه مجموعُ مكعبات هذه الأعداد وأثلاث مكعباتها وأسداس الأعداد أنفسها . فإذا أخذ ربع ل ه – الذي هو ربعُ ه ك وربع الواحد – وضُرب ذلك في ه ك ، ثم ضُرب ما خرج في ه س ، ثم ضُرب ما اجتمع في ه س أيضاً ؛ كان الذي يجتمع هو مجموعَ مكعبات أعداد ه ك د ط ج ح ب ز < و > ثمن مجموع هذه الأعداد . ولكنّ ضَرْبَ ربع ل ه في ه ك ، ثم ما اجتمع في ه س ، ثم ما اجتمع في ه س ، هو ضربُ ربع ل ه في ه ك ، ثم ما اجتمع في مربع ه س ؛ لأنه إذا كانت ثلاثةُ أعداد فإن ضرب الأول في الثاني ثم ما اجتمع في الثالث هو مثل ضرب الثالث في الثاني ثم ما اجتمع في الأول . والذي يخرج من ضرب ربع ل ه في ه ك هو عدد ما ، و ه س عدد ثان ، و ه س أيضاً عدد ثالث . فإذا ضُرب ربع ل ه في ه ك ، ثم ما خرج في مربع ه س ، كان الذي يخرج

١ – مضى : أي الشكل الثاني // ٢٠ – ب ز : ب د // ٢٥ – ثان : ثاني

هو مجموعَ مكعبات أعداد ه ك د ط ج ح ب ز مـع ثُمن مجموع هذه الأعداد . وقد تبيّن أن ضرب نصف ل ه في ه ك هو مجموعُ هذه الأعداد . فضربُ ربع ل ه في ه ك هو نصفُ مجموع هـذه الأعداد . وضرب هـذا النصف في ربع واحد هو ثُمُن مجموع الأعداد . وإذا كان ضرب ربع ل ه في ه ك ، الذي هو نصفُ مجموع الأعداد ، إذا ضُرِب في مربع ه س ، كان الذي يخرج هو مجموع مكعبات الأعداد المتوالية مع ثمن مجموعها . فإنه إذا نُقِص من مربع ه س ربع واحد وضُرِب الباقي في الذي يخرج من ضرب ربع ل ه في ه ك ، الذي هو نصف مجموع الأعـداد ؛ كان الذي يجتمع من ذلك هو مجموعَ مكعبات الأعداد المتوالية فقط . ولكن مربع ه س هـو ضربُ ل ه في ه ك مع مربع ك س ؛ لأن ذلك يتبيّن من تضعيف هـذه الأعداد بعضها ببعضٍ . ومربع ك س هـو ربع واحد ، لأن ك س هو نصف واحد . فإذا نقص من مربع ه س ربع واحد ، كان الذي يبقى هو ضرب ل ه في ه ك . فإذا ضرب ربع ل ه في ه ك ثم ضرب ما خرج في مضروب ل ه في ه ك ، كان الذي يجتمع من ذلك هو مجموع مكعبات ه ك د ط ج ح ب ز .

فالأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد المتزيدة بواحد واحـد – كم كانت – إذا أُخذ ربعُ أعظمِها ، وأضيف إليه ربُع واحد ، وضرب ذلك في العدد الأعظم ، ثم ضرب ما خرج في مضروب العدد الأعظم في العدد الذي يزيد عليه بواحد ، كان الذي يجتمع من جميع ذلك هو مجموعَ مكعبات الأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد ، وذلك ما أردنا أن نبيّن .

ويستبين من هذا البيان أن مجموع مكعبات الأعـداد المتوالية هو ربعُ مربعِ مربعِ أعظمِها ونصفُ مكعبه وربعُ مربعه .

وذلك أن ضرب ربع ل ه في ه ك هو ربع مربع ه ك وربع ه ك نفسه ؛ لأن ربع ل ه هو ربعُ ه ك وربعُ الواحد . وضرب ربع ه ك في ه ك هو ربع مربع ه ك ؛ وربع الواحـد في ه ك هو ربع ه ك نفسه . وضـرب ل ه / في ٥٩ ـ و

٥ – ه س : ه ز // ١١ – ببعض : المقصود ه س = ه ك + ك س ، ومنه ه س٢ = ه ك (ه ك + ٢ ك س) + ك س٢ ، ومنه ه س٢ = ه ل . ه ك + ك س٢ // ١٨ – يزيد: تزيد //

ه ك هو ربع ه ك و ه ك نفسه . وضرب مربع ه ك في ربع مربع ه ك هو ربع مربع < مربع > ه ك . وضرب ه ك نفسه في ربع مربع ه ك هو ربع مكعب ه ك . وضرب مربع ه ك أيضاً في ربع ه ك نفسه هو ربع مكعب ه ك . وضرب ه ك نفسه في ربع ه ك هو ربع مربع ه ك . فالذي يجتمع من ضرب ربع مربع ه ك وربع ه ك نفسه في مضروب ل ه في ه ك هو ربع مربع مربع ه ك ونصف مكعب ه ك وربع مربع ه ك . فمجموع مكعبات الأعداد المتوالية هو ربعُ مربعِ مربعِ أعظمِها ونصفُ مكعبِه وربعُ مربعِه .

< د >

وأيضاً فإنا نجعل أعداد اب ب ج جد ده هي الأعداد المكعباتِ المتواليةَ ، ونجعل أعداد ب ز جح د ط ه ك هي الأعدادَ المتوالية أنفسَها ، فيكون ضرب ده في ه ك هو مربعَ مربع ه ك ، ويكون ضرب جد في د ط هو مربعَ مربع د ط ، ويكون ضرب ب ج في جح هو مربع مربع جح ، ويكون ضرب اب – الذي هو الواحدُ – في ب ز – الذي هو الواحدُ أيضاً – هو مربعُ مربع الواحد . ونضيف إلى كل واحد من هذه الأعداد المبتدئة < من الواحد > واحداً ، كما في الصورة . فيكون ضرب اه في ه ل هو ضربَ اه في ه ك و اه في ك ل . و اه في ك ل هو اه نفُسه . و اه في ه ك هو ضربُ ده في ه ك و اد في ه ك . وضرب ده في ه ك هو مربعُ مربع ه ك – لأن ده هو مكعبُ ه ك . و اد في ه ك هو اد في دم ، < لأن دم > مثل ه ك . فضرب اه في ه ل هو اه نفسه ومربعُ مربع ه ك وضربُ اد في دم . وضرب اد في دم هو اد نفسه ومربع مربع د ط و اج في جن . وكذلك الباقيةُ ، لأنه يتبين كما تبين . فضرب اه في ه ل هو مربعاتُ مربعاتِ أعدادِ ه ك د ط جح ب ز وأعداد اه اد اج اب أنفسها . وقد تبين أن اه هو ربعُ ربع < مربعِ > ه ك ونصف مكعب ه ك وربع مربع ه ك ، لأن اه هو مجموعُ مكعبات الأعداد المتوالية التي أعظمُها ه ك . وكذلك اد هو ربعُ مربع مربع د ط ونصفُ مكعبه وربعُ مربعه . وكذلك اج هو ربعُ مربع مربع جح ونصفُ مكعبه وربعُ مربعه .

٦ – وربع : ربع // ٢٠ – اد : د ط //

وكذلك ا ب – الذي هو الواحد – هــو ربعُ مربع مربع ب ز ونصف مكعبه وربع مربعه . فضرب ا ه في ه ل هو مربعاتُ مربعات جميع الأعداد المتوالية – التي أعظمها ه ك – وأرباع مربعات مربعاتها وأنصاف مكعباتها وأرباع مربعاتها . فإذا ضُرب أربعة أخماس ا ه في ه ل ، كان الذي يخرجُ هو مربعاتِ مربعاتِ الأعدادِ المتوالية وخمسي مكعباتها وخمسَ مربعاتها . وضرب أربعة أخماس ا ه في س ل – الذي هو نصف واحد – هو خمسا ا ه – الذي هو مجموع مكعبات هذه الأعداد المتوالية . فيبقى مضروب أربعة أخماس ا ه في ه س هو مربعات مربعات الأعداد المتوالية وخمس مربعاتها . و ا ه هو الذي يجتمع من ضرب ربع ل ه في ه ك ، ثم ما خرج في مضروب ل ه في ه ك . فإذا ضرب أربعة أخماس ربع ل ه – الذي هو خمس ل ه – في ه ك ، ثم ضرب ما خرج في مضروب ل ه في ه ك ، كان الذي يخرج هو أربعةَ أخماسِ ا ه . فإذا ضرب ذلك في ه س ، كان الذي يخرج هــو مجموعَ مربعاتِ مربعات الأعداد المتوالية وخُمسَ مربعاتها . فإذا ضرب خُمُس ل ه في ه ك ، ثم ما خرج في مضروب ل ه في ه ك ، ثم ما خرج في ه س ، كان الذي يجتمع هو مربعاتِ مربعاتِ الأعداد المتوالية وخُمس مربعاتها . وضَرْبُ الأعداد بالتقديم والتأخير واحدٌ . فإذا ضرب خمس ل ه في ه ك ، ثم ما اجتمع في ه س ، ثم ما اجتمع في مضروب ل ه في ه ك ، كان الذي يخرج هو مربعاتِ مربعات الأعداد المتوالية وخُمسَ مُربعاتها . لكنَّ ضَرْبَ ثُلثِ ل ه في ه ك ، ثم ما خرج في ه س هــو مجموعُ مربعاتِ
٥٩ - ظ الأعــداد المتــوالية التي أعظمُهـــا / ه ك . فضرب خمس ل ه في ه ك ، ثم ما خرج في ه س هو ثلاثة أخماس مربعات هــذه الأعداد المتوالية ، لأن الخُمسَ هو ثلاثة أخماس الثلث . فضرب ثلاثة أخماس مربعات الأعداد المتوالية – التي آخرها ه ك – في مضروب ل ه في ه ك هــو مربعاتُ مربعاتِ الأعداد المتوالية مع خُمسِ مربعاتها . لكن ضرب ثلثِ واحدٍ في ثلاثة أخماس مربعاتها هو خُمُس مربعاتها . فإذا نقص من مضروب ل ه في ه ك ثلث واحد ، ثم ضرب الباقي في ثلاثة أخماس مربعات هذه الأعداد المتوالية ، كان الذي يخرج هــو مربعات مربعات هذه الأعداد فقط .

٣ – وأنصاف : واصاف // ٨ – وخمس : وخمسى // ٢٠ – خمس : خمسى //

فضربُ خمس ل ه في ه ك ، ثم ما خرج في ه س ، ثم ما خرج في مضروب ل ه في ه ك منقوصاً منه ثلثُ واحد ؛ هو مجموع مربعات < مربعات > هذه الأعداد .

فالأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد المتزيّدة بواحد واحد ، إذا أخذ خمس أعظمها وخمس الواحد [وضرب ذلك في العـــدد الأعظم وخمس الواحد] وضرب ذلك في العـــدد الأعظم ، ثم ضرب ما خرج في العـــدد الأعظم مزيداً عليه نصفُ واحد ، وحُفظ ذلك ، ثم زيد على العدد الأعظم واحدٌ ، وضُرب ذلك في العدد الأعظم ، ونُقص مما خرج ثلثُ واحد فقط ، وضرب الباقي فيما كان حُفظ ، فإن الذي يجتمع من ذلك هـــو مجموعُ مربعاتِ مربعاتِ الأعداد المتوالية ، وذلك ما أردنا أن نبيّن .

< ه >

وأيضاً ، فليكن أعدادُ ا ب ج د ه ز ح ط ك ل مربعات الأعـــداد المتوالية ، على توالیها . ونجعل كلّ واحـــد من م ب ن د ف ز ع ط مساوياً لـ ك ل . فأقول : إن مجموع مربعات ا م ج ن ه ف ح ع أقلُّ من ثلثِ وخُمُسِ مجموع مربعاتِ م ب ن د ف ز ع ط < ك ل ، وأكثرُ من ثُلثِ وخمس مجموع مربعات م ب ن د ف ز ع ط > ، وإن < مجموع > مربعات ا م ج ن ه ف ح ع ك ل أكثرُ من ثُلثِ وخُمُسِ مربعات م ب ن د ف ز ع ط ك ل .

برهان ذلك : أنّا نجعل س ب ضعف م ب و س د ضعفَ ن د و س ز ضعفَ ف ز و س ط ضعفَ ع ط ؛ فيكون ضرب س ح في ح ط مع مربع ح ع مساوياً لمربع ع ط ، وضربُ س ه في ه ز مع مربع ه ف مساوياً لمربع ف ز ، وكذلك الباقيةُ . فإذا نُقص من مربع ع ط ضَرْبُ س ح في ح ط كان الباقي هو مربعَ ح ع ، وكذلك الباقيةُ . لكنه إذا نقص من ضرب س ط في ط ح مربعُ ح ط ، كان الباقي هـــو ضربَ س ح في ح ط . وكذلك إذا نقص من ضرب س ز في ز ه مربعُ ز ه ، كان الباقي هو ضربَ س ه في ه ز . وإذا نقص

٢ – منقوصا : منقوص // ٨ – واحد : واحدا // ١٨ – س د : س ه //
٢٠ – مساوياً : مساوى // ٢٢ – ح ع : ح ط //

من ضرب س د في د ج مربعُ د ج ، كان الباقي هو ضرب س ج في ج د . وإذا نقصَ من ضرب س ب في ا ب المربع ب ا ، كان الباقي هو ضربَ س ا في ا ب . لكنّ ضربَ س ط في ط ح و س ز في ز ه و س د في د ج و س ب في ب ا هو ضربُ س ط في مجموع ط ح ز ه د ج ب ا ، الذي هو مجموعُ مربعات الأعداد المتوالية . ومربع ط ح ومربع ز ه ومربعُ د ج ومربعُ ب ا هي مربعاتُ مربعاتِ الأعداد المتوالية . فإذا ضُرب ضعف ع ط ، أعني ضعفَ ك ل ، في مجموع مربعات الأعداد المتوالية التي آخرُها عددُ ح ط المربعُ ، ثم نقصَ مما يجتمع مربعاتُ مربعات الأعداد المتوالية التي آخرُها ح ط ، كان الباقي هو مجموعَ ضرب س ح في ح ط و س ه في ه ز و س ج في ج د وس ا في ا ب . فإذا نقص هذا الباقي من مجموع مربعات ع ط ف ز ن د م ب المتساوية ، كان الذي يبقى هو مربعاتِ ح ع ه ف ج ن ا م مجموعةً .

ونجعل ص ق هو ضلعَ مربع ك ل ، ونجعل ص ي واحداً ؛ فيكون ي ق هو ضلعَ مربع ح ط . ونقسم ص ي بنصفين على نقطة ش ؛ فلأن ي ق هو ضلعُ مربع ح ط ، يكون ي ق هو آخرَ الأعداد المتوالية التي مربعاتُها ا ب ج د ه ز ح ط . و ي ص واحد . فضربُ ثلثِ ص ق في ق ي ، ثم ما خرج في ق ش ، هو مجموع ا ب ج د ه ز ح ط ، التي هي المربعات المتوالية . فإذا ضُرب ثلثُ ص ق في ق ي ، ثم ما خرج في ق ش ، ثم ما خرج في ضعف ك ل ، كان الذي / يجتمع هـــو مضروبَ ضعفِ ك ل في مجموع ا ب ج د ه ز ح ط . ٦٠-و
وضربُ ثلثِ ص ق في ق ي ثم ما خرج في ق ش ثم ما خرج في ضعف ك ل مساوٍ لضرب ص ق في ق ي ثم ما خرج في ق ش ثم ما خرج في ثلث ضعف ك ل – الذي هو ثلثا ك ل . فضرب ص ق < في ق ي > ثم ما خرج في ق ش ثم ماخرج في ثلثي ك ل ، هو ضربُ ضعفِ ك ل في مجموع ا ب ج د ه ز ح ط – التي هي المربعاتُ المتوالية . وقد تبيّن فيما تقـــدم أن ضربَ خُمسِ ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في مضروب ص ق في ق ي منقوصاً منه ثلثُ واحدٍ ، هو مربعاتُ مربعات الأعداد المتوالية . فهو < مجموع >

٢ – ا ب : ت / ب ا : ت ا // ١٠ – ع ط : ع ز / ف ز : ف ط //
٢٠ – مساوٍ : مساوی // ٢١ – ثلثا : ثلثی / ق ش : ق ی //

مربعات اب جد هز ح ط التي هي مربعات الأعداد المتوالية . ونجعل ل خ هو مضروبَ ص ق في ق ي . ونجعل خ ذ ثلثَ واحد . فيكون ضرب خُمسِ ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في ل ذ هو مجموعَ مربعاتِ اب جد هز ح ط . وضرب الأعداد بعضِها في بعضٍ بالتقديم والتأخير واحدٌ . فضرب ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في خمس ل ذ ، هو مجموعُ مربعات اب جد هز ح ط . فإذا نقص مضروبُ ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في خمس ل ذ من مضروب ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في ثلثي ك ل ، كان الباقي هو ضربَ س ح في ح ط و س ه في ه ز و س ج في جد و س ا في اب . لكنه إذا نقص مضروبُ ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في خمس ل ذ من مضروب ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في ثلثي ك ل ، كان الذي يبقى هو مضروبَ ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في خُمسِ وسُدسِ وعُشرِ ل ذ وفي ثلثي ك ذ .

ونجعل ل ت هو مضروبَ ص ق في ق ش . فيبقى ت ك مساوياً لنصف ص ق ، لأن ك ل هو مربعُ ص ق ، فهو مضروبُ ص ق في ق ش و ص ق في ص ش . و ص ق في ص ش هو نصفُ ص ق ،لأن ص ش هو نصفُ واحد . فيكون ت خ هو أيضاً مساوياً لـ ت ك ، لأن خ ك هو مثل ص ق ، لأن ت ك هو مضروبُ ص ق في ص ي الذي هو واحدٌ . فمضروبُ ص ق في ق ش ثم ما خرج في ق ي ثم ما خرج في خُمس وسُدس وعُشر ل ذ وفي ثلثي ك ذ ، هو مضروب ل ت في خُمس وسُدس وعُشر ل ذ وفي ثلثي ك ذ ثم ما خرج في ق ي . لأن ل ت هو مضروب ص ق في ق ش ،وثلثا ك ذ هو خمس وسدس وعشر ك ذ وخُمسه أيضاً ،فمضروبُ ل ت فيخمس وسدس وعشر ل ذ وخمس وسدس وعشر ك ذ ، اللذين هما خمس وسدس وعشر ل ك - وفي خمس ك ذ ، ثم ما اجتمع في ق ي ، هو مضروبُ س ح في ح ط و س ه في ه ز و س ج في جد و س ا في اب . وضرب ل ت في خمس وسدس وعشر ل ك

٥ - ق ش : ق س // ٧ - ق ش : ق س // ١٠ - ق ش : ق س //
٢١ - وثلثا : وثلثي // ٢٣ - اللذين : اللذان // ٢٤ - س ح : السين ممحوة //

هو ضرب ل ك في خمس وسدس وعشر ل ت . وضرب ل ت في خمس ك ذ هو ضربُ ل ت في خمسي ك ت وفي خمسي سُدسٍ واحدٍ ، لأن ك ت نصفُ ك خ والسدسَ نصفُ خ ذ . فمضروب ك ل في خمس وسدس وعشر ل ت مع مضروب ل ت في خمسي ك ت وفي خُمسي سدس واحد – الذي هو ثلثا عُشرِ واحدٍ – ثم ما اجتمع في ق ي ، هو مجموعُ ضرب س ح في ح ط و س ه في ه ز و س ج في ج د و س ا في ا ب ، ولأن أعداد ا ب ج د ه ز ح ط ك ل هي مربعاتُ الأعداد المتوالية ، و ص ق ضلع ك ل ، يكون ص ق آخرَ الأعداد المتوالية التي هذه مربعاتُها . فيكون في ص ق من الآحاد مثل عدد تلك الأعداد . وعدد تلك الأعداد المتوالية هو عدد مربعاتها . فعدة ا ب ج د ه ز ح ط ك ل هي عدةُ ما في ص ق من الآحاد . و ص ي واحد . ففي ق ي من الآحاد مثل عدة ا ب ج د ه ز ح ط . وعدة هذه الأعداد هي عدة م ب ن د ف ز ع ط المتساوية والمساوية لـ ك ل . / فإذا ضُرب مربــع ك ل في آحاد ٦٠-ظ ق ي كان الذي يخرج هو مجموعَ مربعات أعداد ع ط ف ز ن د م ب . وقد تبيّن أنه إذا ضرب ك ل في خمس وسدس وعُشر ل ت ، وأضيف إليــه مضروب ل ت في خُمسي ك ت وثُلُثي عُشر الواحد ، ثم ضرب ما يجتمع من ذلك في ق ي ، كان الذي يخرج هو مجموعَ ضرب س ح في ح ط و س ه في ه ز و س ج في ج د و س ا في ا ب . فإذا نُقص ضرب ك ل في خمس وسدس وعشر ل ت و ل ت في خمسي ك ت وفي ثلثي عُشر واحـــد من مربع ك ل وضرب الباقي في ق ي ، كان الذي يخرج هو بقية مربعات ع ط ف ز ن د م ب التي هي مربعات م ا ن ج ف ه ع ح . لكن مربع ك ل إذا نُقص منه مضروب ك ل في خمس وسدس وعشر ل ت ومضروبُ ل ت في خمسي ك ت وثلثي عشر واحـــد ، كان الذي يبقى هـــو مضروب ك ل في ثلث وخمس ل ت ومضروب ك ل في جميع ك ت ، منقوصـــاً من الجميع مضروبُ ل ت في خمسي ك ت وثلثي عشر واحد . وجميع ك ت هو ثلثُ وخمسُ ك ت وخمس

٢ – ك ت (الثانية) : ك ب // ٥ – ثلثا : ثلثى // ١٠ – هي : هو //
١١ – هي : هو // ١٢ – والمساوية : والمتساوية // ١٣ – ف ز : ك ز //
١٧ – ه ز : ص ز / ج د : ج ز // ١٨ – ل ت : ل ب / مربع : ربع //
٢٠ – ن ج : ن ح // ٢١ – ل ت (الأولى والثانية) : ل ب //
٢٣ – ك ت : ك ب / منقوصا : منقوص // ٢٤ – ك ت : ك ب //

وسدسُ وعشرُ كت ، فالذي يبقى من مربع كل هو مضروبُ كل في ثلث وخمس كل وخمسُ وسدسُ وعشر كت ، منقوصاً من الجميع مضروبُ ل ت في خمسي كت وفي ثلثي عشر واحد . فإذا ضُرب كل في ثلث وخمس كل وفي خمس وسدس وعشر كت ، ونقص منه مضروبُ ل ت في خمسي كت وفي ثلثي عشر واحد ، وضرب الباقي في ق ي ، كان الذي يخرج هو مجموعَ مربعاتِ م ا ن ج ف ه ع ح .

ونجعل نسبة ل ك إلى ك ت كنسبة ت ك إلى ك غ ، فيكون نسبة ك ل إلى ل ت كنسبة ك ت إلى ت غ . فضرب ل ت في ت ك هو ضرب ك ل في ت غ . وضرب ل ت في خمسي ك ت هو ضرب ك ل في خمسي غ ت . ولأن نسبة ل ك إلى ك ت كنسبة ت ك إلى ك غ ، يكون ضرب ل ك في ك غ مثل مربع ك ت . و ك ت هو نصف ص ق كما تبيّن من قبل ، فمربعه هو ربع مربع ص ق . و ك ل هو مربع ص ق . فمربع ك ت هو ربع ك ل . فضرب ك ل في ك غ هو ربع ك ل . فـ ك غ هو ربع واحد .

فنجعل غ ذ سدس واحد ، فيكون ضربُ ل ت في ثلثي عُشر واحد هو ضربَ ل ت في خمسي غ ذ . ونجعل نسبة غ ذ إلى ذ ض كنسبة ت ك إلى ك غ ، التي هي نسبةُ ل ك إلى ك ت . فيكون نسبة ك ل إلى ل ت كنسبة ذ غ إلى غ ض . فضرب ل ت في [خمس] غ ذ هو ضربُ ك ل في ض غ ؛ وضرب ل ت في خمسي غ ذ هو ضربُ ك ل في خمسي ض غ . فيكون ضرب ل ت في خمسي ك ت وفي ثلثي عُشر واحد هو ضربَ ك ل في خمسي ض ت .

ونجعل ت ظ ستة أسباع ت ض ، فيكون نسبة ض ت إلى ت ظ كنسبة خمسٍ وسدسٍ وعشرٍ التي هي ١٤ من ٣٠ – إلى خُمسَيْن ، التي هي

٢ – منقوصا : منقوص // ٥ – ثلثي : ثلثا // ٦ – ع ح : ع ه //
٧ – ك غ : ك ع // ٨ – ت غ : ك ع // ٩ – غ ت : مطموسة //
١٠ – ك ت : ك ب // ١٣ – هو : هي // ١٥ – ت ك : التاء مهملة //
١٦ – ك غ : ك ع // ١٧ – ل ت : التاء مهملة // ١٨ – ل ت : ل ب //
٢١ – ت ظ : ث ظ / ض ت : إلى ت ظ الحروف مهملة // ٢٢ – خمسين : خمسى //

١٢ من ٣٠ . فيكون ضرب كل في خمسي ضت هو ضربَ كل في خُمس وسدس وعشر ت ظ . فيكون ضرب ل ت في خمسي ك ت وفي ثلثيْ عشرٍ واحدٍ هو ضربَ كل في خُمس وسدس وعشر ت ظ . وإذا نُقِص من ضرب كل في خمس وسدس وعشر ك ت ضربُ كل في خمس وسدس وعشر ت ظ ، كان الذي يبقى هوضربَ كل في خمس وسدس وعشر ك ظ . فالذي يبقى من مربع كل – بعد أن ينقص منه مضروب كل في خمس وسدس وعشر ل ت ومضروب ل ت في خمسي ك ت وفي ثلثي عُشر واحد – هو مضروب كل في ثلث وخمس كل وفي خمس وسدس وعشر ك ظ . فإذا ضرب هذا في ق ي ، كان الذي يخرج هو مجموعَ مربعات م ا ن ج ف ه ع ح . ومضروبُ كل في ثلث وخمس كل هو ثلثُ وخمسُ مربع كل . فإذا ضرب ذلك في ق ي ، كان الذي يخرج هو ثلثَ وخمسَ مجموعِ مربعات ع ط ف ز ن د م ب ، لأن عدة آحاد ق ي هي عدة هذه الأعداد . فمربعات م ا ن ج ف ه ع ح هو ثلثُ / وخمسُ ٦١-و مربعات م ب ن د ف ز ع ط ، مع مضروب كل في خمس وسدس وعشر ك ظ ثم ما خرج في ق ي . ومضروبُ كل في خُمس وسدس وعشر ك ظ ثم ما خرج في ق ي هو مضروب خُمسِ وسُدسِ وعُشرِ ك ظ في ق ي ثم ما خرج في كل . وخمس وسدس وعشر ك ظ هو خمس وسدس وعشر ظ ض وخمسُ وسدس وعشر ض ذ وخمسُ وسدس وعشر ذ ك . ف ظ ض هو سُبعِ ض ت ، لأن ت ظ ستةُ أسباع ض ت ، وخمس وسدس وعشر السبع هو سبع الخمس والسدس والعشر، الذي هو أربعةَ عشرَ جزءاً من ٣٠ جزءاً ؛ فسُبعه اثنان < من ثلاثين > ، وهو ثلثا عُشرٍ . فخمس وسدس وعشر ظ ض هو ثلثا عُشر ت ض . ونأخذ من ك ض ثلثي عُشرِه ، فنضيفه إلى هذا ؛ فيبقى من خمس وسدس وعشر ك ض

٣ – ت ظ : ت ط // ٥ – ت ظ : ب ط // ٦ – ك ظ : ك ط / مربع : ربع // ٩ – ك ظ : ك ط // ١٢ – هي : هو // ١٣ – هو : أي المجموع // ١٥ – ك ظ : ك ط // ١٦ – ك ظ : ك ط // ١٧ – ك ظ : ك ط (الأولى والثانية) / ق ي : القاف ممحوة // ١٨ – ظ ض : ط ص / ض ذ : ص د // ١٩ – ذ ك : د ك / ظ ض : ط ض / ت ظ : مهملة / ض ت : ص ت // ٢٢ – ظ ض : مهملة / ت ض : ب ص / ك ض : ك ص // ٢٣ – ثلثي عشره : ثلثا عشرة / ك ض : ك ص //

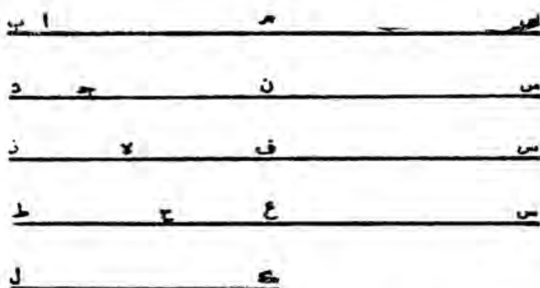
خمساه . ويصير ثلثا عُشر ت ض وثلثا عشر ك ض هــو ثلثي ُعشر ك ت . فيكون خمس وسدس وعشر ك ظ هــو ثلثي عشر ك ت وخمسيْ ك ض . وثلثا عشر ك ت هــو ثلث عشر ص ق ، لأن ك ت نصف ص ق . وإذا ضُرب ثلث عُشرِ ص ق في ق ي ، كان الذي يخرج هوثُلثَ عُشرِ ل خ ، لأن ضرب ص ق في ق ي هو ل خ . فضرب خمس وسدس وعشر ك ظ في ق ي هو ثلث عشر ل خ مــع مضروب خمسي ك ض في ق ي . و ك ذ هو نصف سدس واحد ؛ لأن ك غ ربع واحد و غ ذ سدس واحد . فخمسا ك ذ هو ثلث عشر واحد . فإذا ضُرب في ق ي ؛ كان الذي يخرج هــو ثُلثَ عُشرِ ق ي ، الــذي ينقص عن ك خ بواحــد ، لأن ك خ مثل ص ق . فإذا أُضيف ثلثُ عُشرِ ق ي إلى ثلث عشر ل خ ، كان الذي يجتمع هو ثلثَ عشر ك ل إلا ثلثَ عشر واحــد . فمضروب خمس وسدس وعشر ك ظ في ق ي هو ثُلثُ عُشرِ ك ل ، إلا ثُلثَ عُشر واحد ، مع مضروب خمسي ذ ض في ق ي . وإذا ضرب ثُلثُ عُشر ك ل إلا ثلث عشر واحد في ك ل ، كان الذي يخرج هو ثلثُ عشر مربع ك ل إلا ثلثَ عشر ك ل ، لأن ضرب ثلث عشر واحد في ك ل هو ثلث عُشر ك ل . فيكون مضروب ك ل في خمس وسدس وعشر ك ظ ، ثم ما خرج في ق ي ، هو ثلثُ عُشر مربع ك ل ، إلا ثلثَ عشر ك ل ، مع مضروب ك ل في خمسي ذ ض ، ثم ما خرج في ق ي . وقــد كان فُرض نســبة غ ذ إلى ذ ض كنسبة ت ك إلى ك غ ، التي هي نسبة ل ك إلى ك ت . فنســبة ك ل إلى ك ت كنســبة غ ذ إلى ذ ض . فضرب ل ك في ذ ض هو ضربُ ك ت في غ ذ . وضرب ك ت في غ ذ هو سدسُ ك ت ، لأن غ ذ سدس واحد . فضربُ ك ل في ذ ض هو سدسُ ك ت . فضرب ك ل في خمسي ذ ض هو خمسا سدس ك ت ، الذي هو ثُلثا عُشر ك ت ، الذي هو ثُلثُ عُشر ص ق ، لأن ك ت نصف ص ق . وإذا ضرب ثُلثُ عُشر ص ق

١ – ك ض : ك ص / ثلثي عشر : ثلثا عشر ، وهو جائز ولكن النصب أفصح // ٢ – ك ظ : ك ط / ثلثي عشر : ثلثا عشر / وخمسي : وخمسا // ٥ – ك ظ : ك ط // ٦ – خمسي : خمس / ك ض : ك ص // ٧ – ك غ : ك ع / غ ذ : ع د // ٨ – ك ذ : ك د // ١٠ – ل خ : ل ح // ١١ – ك ظ : ك ط // ١٦ – ك ظ : ك ط // ١٧ – ذ ض : د ص // ١٨ – ذ ض : د ص / ت ك : ب ك // ١٩ – غ ذ : ع ذ / ذ ض : د ض // ٢٠ – ذ ض : د ص / غ ذ : (الثانية) : ع د // ٢١ – ذ ض : د ص // ٢٢ – ذ ض : د ص //

في ق ي ، كان الذي يخرج هــو ثُلث عُشرِ ل خ ، لأن ضَرْبَ ص ق في ق ي هــو ل خ . فمضروب ك ل في خمسي ذ ض ، ثم ما خرج في ق ي ، هو ثلث عُشر ل خ . فمضروب ك ل في خمس وسدس وعشر ك ظ ، ثم ما خرج في ق ي هو ثُلثُ عُشر مربع ك ل ، وثُلث عُشر ل خ ، إلا ثلث عُشر ك ل . وثلث عشر ك ل هو ثلثُ عُشرِ ل خ وثلثُ عُشر ك خ . فيسقط الزائدُ من الناقص ، فيبقى من ثُلثِ عُشرِ ك ل ثلثُ عُشرِ ك خ ، الذي هو مساوٍ لـ ص ق . فمضروب ك ل في خمس وسدس وعشر ك ظ ثم ما خرج في ق ي ، هو ثُلثُ عُشر مربع ك ل إلا ثلث عشر ص ق ، الذي هو ضلعه . و ص ق هو آحادُ صحاحٍ ، لأنه آخر الأعداد المتوالية . و ك ل هو مربع ص ق ؛ فـ ك ل أعظمُ من ص ق ، فثلث عُشر ص ق أقل من ثلث عشر مربع ك ل ، وأقل أيضاً من ثلث عشر ك ل نفسه ، لأن ك ل أيضاً آحادُ صحاحٍ فهو أضعاف ص ق .

وقد كان تبيّن أن مجموع مربعات م ا ن ج ف ه ع ح هو ثلث وخمس مجموع مربعات م ب ن د ف ز ع ط ، مع مضروب ك ل في خمس وسدس وعشر ك ظ ثم / ما خرج في ق ي . فمجمــوع مربعــات م ا ن ج ف ه ع ح ٦١-ظ
هو ثلثُ وخمسُ مجموعِ مربعات م ب ن د ف ز ع ط مــع ثلث عشر مربع ك ل إلا ثلثَ عُشر ضلع ك ل . وثلث عشر مربع ك ل إلا ثلث عشر ضلعه ينقص عن ثلث وخمس مربعه بنصف مربعه وثلث عشر ضلعه ، لأن الثلث والخمس إذا نقص منــه ثلث عشر كان الباقي نصفاً . فمربعات م ا ن ج ف ه ع ح أقل من ثلث وخمس مجموع مربعات م ب ن د ف ز ع ط ك ل بنصف مربع ك ل وثلثِ عشر ضلعــه . فإذا زيد على مربعات م ا ن ج ف ه ع ح نصفُ مربع ك ل وثلثُ عشر ضلع ك ل ، كان الذي يجتمع هو ثلثَ وخُمسَ مربعات ب م ن د ف ز ع ط ك ل . وإذا زيد على مربعات م ا ن ج ف ه ع ح

١ – ل خ : ل ح // ٢ – ل خ : ل ح / ذ ض : د ص // ٣ – ل خ : ل ح / ك ظ : ك ط // ٤ – ل خ : ل ح // ٥ – ك خ : ك ح // ٦ – ك خ : ك ح // ٧ – مساو : مساوى / ص ق : ض ق / ك ظ : ك ط // ٨ – ضلعه : أي ص ق ضلع ك ل // ٩ – آخر : اخذ // ١٠ – ص ق : ض ق // ١٣ – وخمس : وعشر // ١٥ – ك ظ : ك ط // ١٩ – نصفاً : نصف // ٢٠ – ف ز : ف ر // ٢١ – زيد : أزيد //



جميعُ مربع كل ، كان الذي يجتمع يزيـــد على ثلث وخمس مربعات م ب ن د ف ز ع ط كل إلا ثلث عشر ضلعه .

< ولكنَّ نصف مربع كل أكثرُ من ثلث عُشر ص ق فمجموع مربعات م ا ن ج ف ه ع ح كل أكثر من ثلث وخمس مربعات م ب ن د ف ز ه ع كل >

فقد تبيّن من جميع ما ذكرنا أن مجموع مربعات م ا ن ج ف ه ع ح أقـــلُّ من ثلث وخمس مربعات م ب ن د ف ز ع ط كل وأكثرُ من ثلث وخمس مربعات م ب ن د < ف ز > ع ط ؛ وأن مربعات م ا ن ج ف ه ع ح كل أكثرُ من ثلث وخمس مربعات م ب ن د ف ز ع ط كل ، وذلك ما أردنا أن نبيّن .

ويستبين من هذا البيان أنه إذا كانت خطوط مستقيمة متساوية – كم كانت – ثم فُرضت أعداد مربعة متوالية مبتدئة من الواحد ، وجُعل عِدّة الأعداد المربعة كعدة الخطوط ، وقُسم من الخط الأول مقدارٌ يكون نسبةُ جميع الخط إليه كنسبة أعظم المربعات إلى الواحد ، التي هي بمنزلة نسبة م ب إلى ب ا ؛ وقُسم من الخط الذي يليه مقـــدارٌ يكون نسبةُ الخط إليه كنسبة المربع الأعظم إلى المربع الذي يلي الواحدَ ، التي هي بمنزلة نسبة ن د إلى د ج وقُسم من الخط الذي يليه مقدارٌ يكون نسبةُ الخط إليه كنسبة المربع

١٣ – التي هي : الذي هو //

الأعظم إلى المربع الثالث ، التي هي بمنزلة نسبة ف ز إلى ز ه ؛ وفُعل مثل ذلك بجميع الخطوط المتساوية ، إلى أن يبقى الخط الواحد النظير للمربع الأعظم غير منقسم ؛ فإن مجموع مربعات الخطوط التي تبقى من الخطوط المقسومة بعد انقسام < الخطوط > النظائر للمربعات ، يكون أصغرَ من ثلث وخمس مجموع مربعات الخطوط المقسومة مع مربع الخط الغير مقسوم . ويكون مجموع مربعات الخطوط التي تبقى من الخطوط المقسومة مع مربع الخط الغير مقسوم أعظمَ من ثلث وخمس مربعات الخطوط المقسومة مع مربع الخط الغير مقسوم .

وذلك لأن الخطوط المستقيمة المقسومة إذا كانت نسبتُها إلى أقسامها كنسبة أعداد م ب ن د ف ز ع ط إلى أعداد ب ا د ج ز ه ح ط ، كانت نسبة الخطوط المستقيمة المقسومة إلى ما يبقى منها كنسبة أعداد ب م د ن ز ف ط ع إلى أعداد م ا ن ج ف ه ع ح . فيكون نسبة مربعات الأقسام الباقية من الخطوط إلى مربعات الخطوط أنفسها كنسبة مربعات الأعداد النظائر لأعداد م ا ن ج ف ه ع ح إلى مربعات الأعداد النظائر لأعداد م ب ن د ف ز ع ط ك ل. فالخطوط المستقيمة المتساوية إذا قسم منها أقسامٌ متوالية ، وبقي منها خطٌ غير مقسوم ، وكان الخط الغيرُ مقسوم مع الأقسام التي قسمت من الخطوط المقسومة على نسبة الأعداد المربعة المتوالية المبتدئة من الواحد ، فإن < مجموع > مربعات الفضلات الباقية من الخطوط المقسومة هو أصغرُ من / ثلث وخمس ٦٢ - و
مجموع مربعات الخطوط المتساوية المقسومة مع مربع الخط الذي لم يُقسم . وإن مجموع مربعات الفضلات الباقية ، مع مربع الخط الذي لم يُقسم ، أعظمُ من ثلث وخمس مجموع مربعات الخطوط المستقيمة المقسومة مع مربع الخط الذي لم يقسم . وذلك ما أردنا أن نبيّن .

وإذْ قد تبينت هذه المقدمات ، فلنشرع الآن في مساحة المجسم المكافىء .

وليكن قطعة من قِطَعِ مكافىء عليها ا ب ، وليكن قطرها ا ج ورأسها ا

١ – ف ز : و ز // ٤ – انقسام : الانقسام // ٦ – تبقى : يبقى //
١٥ – أقسام : أقساما

وخط الترتيب – الذي يخرج من طرفيها – خطُّ ب ج . وليكن زاوية ا ج ب – من الصورة الأولى – قائمةً ، ومن الصورة الثانية حادّةً ، ومن الصورة الثالثة منفرجةً . ولنثبت قطر ا ج على وضعه حتّى لايتغير . ولنُدِرْ قِطعَ ا ب ج حول قطر ا ج حتّى يعود إلى وضعه ، وليحدُث من استدارته مجسّمُ ا ب د . فأقول : إن مجسّمَ ا ب د مساوٍ لنصف الأسطوانة القائمة التي نصفُ قطر قاعدتِها العمودُ الواقعُ من نقطة ب على قطر ا ج ، وارتفاعُها قطر ا ج .

ونخرج من نقطة ب عموداً على قطر ا ج . أما في الصورة الأولى فهو خط ب ج الذي هو خط الترتيب ، لأن زاوية ا ج ب قائمة بالفرض . وأما في الصورتين الباقيتين : فليكن العمود ب ك ، ونخرج من نقطة ب خطاً في سطح قطعة ا ب ج موازياً لقطر ا ج عليه ب ح . ونجعل ب ح مثلَ ج ا ، ونصل ا ح ، فيكون موازياً لخط ب ج . ونخرج من نقطة ح – في الصورتين الثانية والثالثة – عمودَ ح ل . ونتوهم سطح ا ج ب ح – من الصورة الأولى – دائراً حول خط ا ج إلى أن يعود إلى وضعه ، فيحدث من حركته أسطوانةٌ قائمة ، ويحدث من خطي ب ج ح ا دائرتان متوازيتان ، هما قاعدتا الأسطوانة . ويكون خط ا ج سهم الأسطوانة . ونتوهم – من الصورة الثانية – سطح ح ل ج ب دائراً حول خط ل ج ، فيحدث من سطح ح ل ك ب أسطوانة قائمة ، ومن مثلثي ب ك ج ح ا ل مخروطان قائمان . ونتوهم – من الصورة الثالثة – سطح ح ا ك ب دائراً حول خط ا ك ، فيحدث من سطح ح ل ك ب أسطوانة قائمة ، ومن مثلثي ب ك ج ح ا ل مخروطان قائمان . وليكن الأسطوانة القائمة من الصور الثلاث هي التي عليها ب ح ط د .

فأقول : إن مجسم ا ب د – من كل واحد من الصور الثلاث – نصفُ أسطوانةِ ب ح ط د .

برهان ذلك : أنه إن لم يكن هذا المجسمُ نصفَ الأسطوانة فهو إما أعظمُ من نصفها أو أصغرُ من النصف .

فلنفرض أولاً أن المجسم المكافىء أعظمُ من نصف أسطوانة ب ح ط د .

٥ – مساوٍ : مساوى // ١٧ – مخروطان قائمان : مخروطين قائمين // ١٨ – ب ك ج : ب ك // ١٨ ، ١٩ – مخروطان قائمان : مخروطين قائمين / الصور : الصورة //

وليكنْ يزيدُ على نصفها بمجسّم ز . ويُقسم قطر ا ج – من الصورة الأولى – بنصفين على نقطة م . ونخرج م ه على الترتيب ونُنفذه على استقامة حتى يلقى خط ح ب . وليلْقه على نقطة ص . ونجيز على نقطة ه خطاً موازياً لخط ا ج عليه س ه ع . فلأن ا م مثل م ج ، يكون س ه مثل ه غ ، ويكون سطح ح ه مثل سطح ه ب ، ويكون سطح ا ه مثل سطح ه ج . فإذا دار سطح ا ح ب ج حول خط ا ج ، وحدثت أسطوانةُ ح ب د ط ، فإنه يحدث من سطح س ج أسطوانة ، ويحدث من سطح ح غ جسمٌ مستديرٌ محيطٌ بالأسطوانة التي تحدث من سطح س ج ، ويحدث من خط م ص دائرة تقطع الأسطوانة – التي تحدث من سطح س ج – بنصفين وتقطع الجسم المستدير – الذي يحدث من سطح ح غ – أيضا بنصفين ؛ فيكون الجسم الذي يحدث من استدارة سطح ح ه والأسطوانة التي تحدث من استدارة سطح ه ج ، بمجموعهما ، مساويين لنصف الأسطوانة العظمى التي حدثت من استدارة سطح ح ج .

وأيضاً فإنا نقسم خط ا م بنصفين على نقطة ل ، ونخرج من نقطة ل خطاً على الترتيب ، عليه ل ه ، ونُنفذه حتى / يلقى خط ح ب ، ونجيز على نقطة ه ٦٢-ظ
من خط ه ل أيضاً خطاً موازياً لقطر ا م ، وليكن ت خ . فيكون الجسمان اللذان يحدثان من استدارة سطحي س ه م ه ، نصفَ الأسطوانة التي تحدث من استدارة سطح س م .

وأيضاً فإنا نقسم خط م ج بنصفين على نقطة ك ، ونخرج من نقطة ك خطاً على الترتيب ، عليه ك ه ، وننفذه حتى يلقى خط ب ح ، ونجيز على نقطة ه من خط ه ك خطاً موازياً لخط م ج ، عليه و ه ش ، فيكون الجسم الذي يحدث من استدارة سطحي ص ه ه غ نصفَ الجسم المستدير الذي يحدث من استدارة سطح ص غ ، لأن سطح ص ه نصفُ سطح و ب وسطحَ ه غ نصفُ سطح و غ ؛ فيكون المجسمات الأربعة – التي تحدث من استدارة سطوح ص ه ه غ س ه ه م ، بمجموعها –

٢ – وننفذه : وينفذه // ٤ – ه غ : ه ع // ٧ – ح غ : ح ع / جسم مستدير محيط : جسما مستديرا محيطا / تحدث : يحدث // ٨ – تقطع : يقطع / تحدث : يحدث //
٩ – وتقطع : ويقطع / ح غ : ح ع // ١٠ – تحدث : يحدث // ١١ – مساويين : مساويان //
١٣ – ونخرج : ويخرج // ١٤ – وننفذه : وينفذه // ١٥ – ت خ : ت ه ح // ١٦ – تحدث : يحدث //
٢٠ – و ه ش : و ه س // ٢١ – ه غ : ه ع // ٢٢ – ه غ : ه ع // ٢٣ – بمجموعها : بمجموعهما //

نصفَ المجسمين اللذين يحدثان من استدارة سطحي ب ه ه ا . وهذان الجسمان هما اللذان بقيا من الأسطوانة بعد نقصان الجسمين اللذين حدثا من استدارة سطحي ح ه ه ج .

وأيضاً فإنا نقسم كلّ واحد من خطوط ا ل ل ه ه ك ك ج بنصفين على نقط ع ف ن ي ونخرج منها خطوطاً على الترتيب ، عليها ع ه ف ه ن ه ي ه ، وننفذها حتى تلقى خط ح ب ، ونجيز على نقطة ه خطوطاً موازية للقطر . فنقسم ما يبقى من السطوح بنصفين نصفين ، ويكون المجسمات التي تحدث باستدارتها نصف ما يبقى من الأسطوانة بعد القسمين الأوّلَين . وإذا فُعل ذلك يكون قد قُسم من الأسطوانة العظمى نصفُها ، ومما يبقى نصفُه ، ومما يبقى نصفُه . وإذا فُعل ذلك فإنه يبقى من الأسطوانة العظمى مقدارٌ هو أصغرُ من مقدار زَ ؛ وذلك أن كل مقدار يُقسم منه نصفُه ، ومما يبقى نصفُه ، ونفعل ذلك مرتين ، يكون قد قسم من المقدار أعظمُ من نصفه . فإذا قسم مما يبقى أيضاً نصفُه ؛ ومما يبقى نصفُه ، مرتين أيضاً ، يكون قد قسم من الباقي أعظمُ من نصفه . وإذا قسم من مقدار نصفه ، ومما يبقى نصفه ، وفُعل ذلك دائماً ، فإنه يكون قد قسم من ذلك المقدار أعظمُ من نصفه ، ومما يبقى أعظمُ من نصفه ، لأن كل دفعتين من القَسْم يكون المقسومان < فيهما > أعظمَ من النصف . والأسطوانة أعظم من مقدار زَ . فإذا قسم من الأسطوانة نصفها ، ومما يبقى نصفه — على الصفة التي في الصورة — وفعل ذلك دائماً ، فإنه لا بدّ أن يبقى مقدار هو أصغر من مقدار زَ . فلينته القسمةُ إلى ذلك الحد ، والذي يبقى من هذه الأسطوانة — إذا قسمت على الوجه الذي بيناه — هو المدوّرات التي يمرّ سطح المجسّم المكافىء بأوساطها ، ويكون نُقَطُ ه على زواياها . فيكون المدوّرات التي على زواياها ه ، بمجموعها ، أصغرَ من مقدار زَ ، فيكون ما يقع في داخل المجسم المكافىء من هذه المدوّرات أصغرَ بكثير من مقدار زَ .

وإذا كان ذلك كذلك ، كان الذي يبقى من المجسم المكافىء بعد < إلقاء >

٢ — حدثا : حدثان // ٦ — تلقى : يلقى // ٧ — المجسمات : المجسمان / باستدارتها : الضمير يعود على أنصاف السطوح // ٨ — الأولين : الأولتين // ٩ — العظمى : العظم/نصفه(الثانية) : نقطه// ١٠ — زَ : حرف بين النون والزاي // ١٦ — المقسومان : أضفنا « فيهما » ليعود الضمير إلى كلمة « دفعتين » ويترابط الكلام // ٢٠ — يمر : تمر //

الذي في داخله من أجزاء المدوّرات أعظمَ من نصف أسطوانةَ ب ح ط د، لأن هذا المجسم المكافىء كان يزيد على نصف هذه الأسطوانة بمقدار ز. والذي يبقى من المجسم المكافىء بعد < إلقاء > الذي في داخله من أجزاء المدوّرات هو المنشورُ الذي يقسم الدوائر التي تحدث من استدارة خطوط الترتيب، وهو الذي قاعدتُه الدائرةُ التي نصف قطرها ض ج ورأسه الدائرة التي نصف قطرها ع ه وزواياه المستديرة تحدّها الدوائرُ التي تحدث عند الاستدارة من نقطة ه. فهذا المنشورُ أعظمُ من نصف أسطوانة ب ح ط د.

لكن قِطْع ا ب قِطعٌ مكافىء. فنسبة ج ا إلى ا م كنسبة مربع ب ج إلى مربع ه م، و ج ا ضعف ا م، فمربع ب ج ضعف مربع ه م، و ب ج مثل ص م، فمربع ص م ضعف مربع ه ه. وأيضاً فإن نسبة مربع ب ج إلى مربع ه ي كنسبة ج ا إلى ا ي، وبالتفضيل يكون نسبة فضل مربع ب ج على مربع ه ي إلى مربع ه ي هي نسبةَ ج ي إلى ي ا، ونسبةُ مربع ه ع إلى مربع ه ي هي نسبة ع ا إلى ا ي و ع ا مثل ج ي، فنسبة مربع / ه ع إلى مربع ه ي هي نسبة فضل مربع ب ج على ٦٣-و
مربع ه ي إلى مربع ه ي. ففضل مربع ب ج على مربع ه ي مساوٍ لمربع ه ع؛ فمربع ه ي مع مربع ه ع مساويان لمربع ب ج؛ فهما بمجموعهما ضعفُ مربع ه م. وأيضاً فإن نسبة مربع ب ج إلى مربع ه ك هي نسبة ج ا إلى ا ك؛ وبالتفضيل: نسبة فضل مربع ب ج على مربع ه ك إلى مربع ه ك هي نسبة ج ك إلى ك ا. ونسبة مربع ه ل إلى مربع ه ك هي نسبة ا ل المساوي لـ ج ك إلى ا ك؛ ففضل مربع ب ج على مربع ه ك هو مربع ه ل؛ فمربع ه ك مع مربع ه ل هما ضعف مربع ه م. وكذلك يتبيّن في مربعي ه ن ه ف.

فمجموع مربعات خطوط ه ي ه ك ه ن ه ف ه ل ه ع هي أضعافٌ لمربع ه م، عِدّتها كعِدّة هذه الخطوط، لأن كل اثنين منها هما ضعفُ مربع ه م. ومربع ه م هو نصف مربع ب ج؛ فمجموع مربعات هذه الخطوط مساوية لنصف مجموع مربعات الخطوط المـــارة بنقط ع ل ف ن ك ي القاطعة لسطح ح ج،

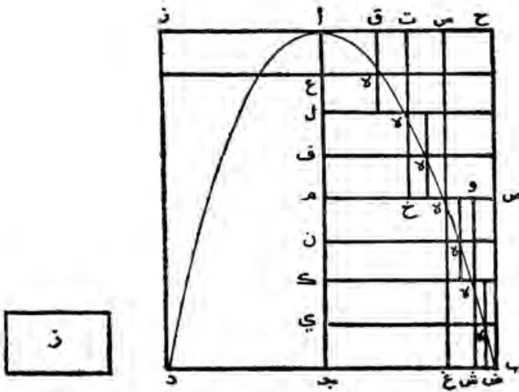
٤ – تحدث: يحدث // ٥ – ض ج: ص ج / وزواياه: وزاواياه // ٦ – تحدث: يحدث //
٩ – و ب ج: ز ج // ١١ – ا ي: ا ث // ١٢ – هي: هو //
١٤ – مساوٍ: مساوى // ١٧ – هي: هو // ١٨ – هي: هو //

المساوي كل واحد منها لخط ب ج ؛ ومربع ه م أيضاً نصف مربع ص م ، فمربعات خطوط ه ع ه ل ه ف ه م ه ن ه ك ه ي مجموعةً مساويةٌ لنصف مربعات الخطوط المساوية لخط ب ج المارة بنقط ع ل ف م ن ك ي . وكذلك أضعافها القاطعة لسطح ب ط ، أعني أن الخطوط القاطعة للقِطْع – التي هي أضعاف خطوط ه ع ه ل ه ف ه م ه ن ه ك ه ي – مجموعُ مربعاتها مساوٍ لنصف مجموع مربعات الخطوط القاطعة / لسطح ب ط – المتوازي الأضلاع – المارّة بنقط ع ل ف م ن ك ي ٦٣ - ظ
المساوي كلٌّ واحدٍ منها لخط ب ج . وكذلك الدوائر التي أقطارُها مارّة بهذه النقط . وإذا جعلنا أحد أقسام قطر ا ج المتساوية ارتفاعاً مشتركاً – أعني خطَّ ا ع – كانت الأساطينُ ، التي قواعدُها الدوائر – القاطعة للمجسم المكافىء التي أقطارُها خطوطُ الترتيب – وارتفاعُها خط ا ع ، بمجموعها ، نصفَ الأساطين التي قواعدُها الدوائر القاطعة للأسطوانة العظمى وارتفاعها خط ا ع . والأساطين التي ارتفاعها خط ا ع هي بعينها الأساطين التي ارتفاعاتها خطوط ع ل ل ف ف م م ن ن ك ك ي ي ج، لأن هذه الخطوط متساوية . والأساطين التي ارتفاعاتها هذه الخطوط وقواعدها الدوائر القاطعة للمجسم المكافىء، بمجموعها ، هي المنشور الذي قاعدته الدائرة – التي نصف قطرها خط ض ج – ورأسه الدائرة التي نصف قطرها ه ع . والأساطين التي ارتفاعاتها خطوط ع ل ل ف ف م م ن ن ك ك ي ي ج وقواعدها الدوائر القاطعة للأسطوانة العظمى ، هي الأسطوانةُ التي قاعدتها الدائرة – التي نصفُ قطرهـا ب ج – وارتفاعُها خط ع ج . فالمنشور الذي في داخل المجسم المكافىء هو نصفُ الأسطوانة التي ارتفاعها خط ع ج وقاعدتها قاعدة الأسطوانة العظمى ، فهو أصغر من نصف أسطوانة ب ح ط د العظمى . وقد كان تبين أن هذا المنشورَ أعظمُ من نصف هذه الأسطوانة ، وهذا مُحال .

وهذا المُحال إنما عَرَض من فَرْضنا المجسّمَ المكافىءَ أعظمَ من نصف الأسطوانة ، فليس المجسّمُ المكافىءُ أعظمَ من نصف الأسطوانة .

وأقول : إنه ليس بأصغرَ من نصف الأسطوانة أيضاً .

٥ – مساوٍ : مساوية // ٨ – المتساوية : المساوية // ١٥ – ض ج : ص ج //
٢١ – هذا : هذ //



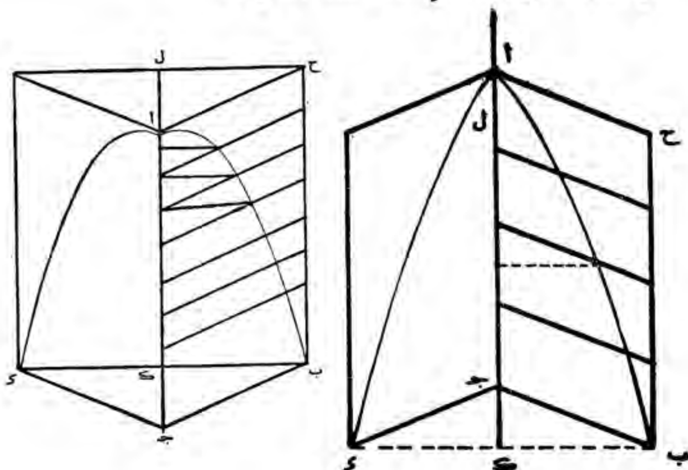
فإن أمكن ، فليكن أصغرَ من نصف الأسطوانة ، وليكن نقصانُه عن نصف الأسطوانة بمقدار مجسّم زَ . ونقسم من الأسطوانة نصفها ، ومما يبقى نصفَه ، بالوجه الذي تقدم ، حتى يبقى من المدورات – التي يمرُّ سطحُ المجسم المكافىء بأوساطها – أصغرُ من مجسم زَ ؛ فيكون ما يقع خارجَ المجسم المكافىء من هذه المدورات أصغرَ بكثير من مقدار زَ . والمجسّم المكافىء مع مقدار زَ هو نصفُ أسطوانة ب ح ط د . فالمجسّم المكافىء مـــع ما يقع خارجاً منه من أجزاء المدورات أصغر من نصف الأسطوانة . لكن المجسّم المكافىء مع ما يقع خارجاً منه من المدورات هو المنشورُ الذي قاعدته قاعدة الأسطوانة ورأسُه الدائرةُ التي نصف قطرها ق ا ، فالمنشور الذي قاعدته قاعدة الأسطوانة ورأسه الدائرة التي نصف قطرها ق ا أصغرُ من نصف الأسطوانة .

وقـــد تبّين أن المنشور الذي في داخل المجسم المكافىء هـــو نصفُ الأسطوانة التي ارتفاعها ج ع وقاعدتُها الدائرةُ التي نصفُ قطرها ب ج . لكن المنشور ، الذي في داخل المجسم المكافىء ، مساوٍ للمنشور المحيط بالمجسم المكافىء الذي قاعدته الدائرة – التي نصف قطرها خط ه ي – ورأسه الدائرةُ التي نصف قطرها ق ا ، لأن ه ي مثل ض ج و ق ا مثل م ع وارتفاع ا ي مثل ارتفاع ج ع . والأسطوانة التي ارتفاعها ج ع مساويةٌ للأسطوانة التي ارتفاعها ا ي؛ فيكون

٣ – يمر : تمر // ٦ – مع ما : معما // ٧ – مع ما : معما // ١٠ – ق ا : ق //
١٢ – ج ع : ج ح // ١٣ – مساوٍ : مساوى // ١٥ – ض ج : ص ج //

المنشور المحيط بالمجسم المكافىء — الذي قاعدته الدائرة التي نصف قطرها هي — نصفَ الأسطوانة التي ارتفاعها اي. فإذا أضيف إلى هذا المنشور نصفُ الأسطوانة التي قاعدتها الدائرة — التي نصف قطرها ب ج — وارتفاعها ي ج ، فإن الجميع يكون نصفَ أسطوانة ب ح ط د . فإذا أضيف إلى المنشور المحيط بالمجسم المكافىء الذي قاعدتُه الدائرة التي نصفُ قطرها هي — جميعُ الأسطوانة التي ارتفاعها ي ج وقاعدتُها الدائرة التي نصف قطرها ب ج ، كان الجميع أعظمَ من نصف أسطوانة ب ح ط د . لكن المنشور / المحيط بالمجسم المكافىء — الذي قاعدته ٦٤-و الدائرة التي نصف قطرها هي وارتفاعه اي — إذا أضيف إليه الأسطوانة التي قاعدتها الدائرة التي نصف قطرها ب ج وارتفاعها خط ج ي ، كان ذلك هــو المنشور المحيطَ بالمجسم المكافىء الذي قاعدته قاعدة الأسطوانة العظمى — أعني أسطوانة ب ح ط د — ورأسُه الدائرة التي نصفُ قطرها ق ا . فهذا المنشور هو إذاً أعظم من نصف أسطوانة ب ح ط د . وقد كان تبيّن أن هذا المنشور أصغرُ من نصف هذه الأسطوانة ، وهذا مُحال .

فليس المجسّمُ المكافىءُ أصغرَ من نصف أسطوانة ب ح ط د ولا أعظمَ من نصفها ، فهو إذن مساوٍ لنصف هذه الأسطوانة .



١٤ — مساوٍ : مساوى //

فأما الصورةُ الثانية ، فإن المجسم المكافىء الذي فيها ، يكون قاعدتُه منخرطةً ، ويكون الأسطوانة المحيطة به منخرطة ، إلا أن المخروط الذي يحدث من مثلث ب ج د هو مساوٍ للمخروط الذي يحدث من مثلث ح ل ا . فإذا نقص المخروطُ الذي رأسه نقطةُ ج من الأسطوانة المنخرطة ، وزيد المخروطُ الذي رأسُه نقطةُ ا ، صارت الأسطوانة القائمة مساوية الأسطوانة المنخرطة . فإذا فرض المجسمُ المكافىء أعظمَ من نصف الأسطوانة ، ثم قُسمت الأسطوانة المنخرطة على الوجه الذي يتبين في الصورة الأولى ، كان الذي يُقسم منها نصفَها ، ومما يبقى نصفه ، ومما يبقى نصفه ؛ فيبقى المنشور الذي في داخل المجسم المكافىء أعظمَ من نصف الأسطوانة كما تبين في الصورة الأولى ، ويكون هذا المنشور منخرطاً . ويتبين كما تبين في الصورة الأولى أن هذا المنشور أصغرُ من نصف الأسطوانة المنخرطة ؛ وذلك أنه إذا أخرجت من رؤوس خطوط الترتيب أعمدةٌ على القطر ، كانت نسبة هذه الأعمدة بعضها إلى بعض كنسبة خطوط الترتيب بعضها إلى بعض . ونسبة خطوط الترتيب التي في هذه الصورة بعضها إلى بعض هي نسبُ خطوط الترتيب التي في الصورة الأولى بعضها إلى بعض . فيكون نسب الأعمدة – التي تخرج في هذه الصورة من رؤوس خطوط الترتيب إلى القطر – بعضها إلى بعض ، هي نسبَ خطوط الترتيب التي في الصورة الأولى بعضها إلى بعض . وإذا أُخرجت هذه الأعمدة < حتى > تلقى خطَّ ب ح ، كانت نسبة الأعمدة – التي في داخل القطْع – إلى ما ينتهي منها إلى خط ب ح كنسب خطوط الترتيب إلى ما ينتهي منها إلى خط ب ح . ونسب خطوط الترتيب التي في انصورة الثانية إلى ما ينتهي منها إلى خط ب ح ، هي نسبُ خطوط الترتيب التي في الصـــورة الأولى إلى ما ينتهي منها إلى خط ب ح من الصورة الأولى . فنسب الأعمدة التي في داخل القطْع في الصورة الثانية إلى ما ينتهي منها إلى خط ب ح ، هي نسب خطوط الترتيب التي في الصورة الأولى إلى ما ينتهي منها إلى خط ب ح . فيكون نسب الدوائر – التي أنصافُ أقطارها الأعمدةُ التي في داخـــل القطْع من الصورة الثانية – بعضها إلى بعض ، هي نسبَ الدوائر – التي أنصافُ أقطارها خطوطُ الترتيب من الصورة الأولى – بعضها إلى بعض . فيكون نسب المدورات القائمة – التي في الصورة الثانية – إلى الأسطوانة القائمة – التي في هذه الصورة – هي نسبَ

٣ – مساوٍ : مساوى // ١٥ – تخرج : يخرج // ١٧ – تلقى : يلقى //

المدورات التي في الصورة الأولى إلى أسطوانتها . فيكون نسبةُ المنشور القائم – الذي في داخل الصورة الثانية – إلى الأسطوانة القائمة ، هي نسبة المنشور – الذي في الصورة الأولى – إلى أسطوانتها . والمنشور الذي في الصورة الأولى أصغرُ من نصف الأسطوانة . فالمنشور القائم الذي في الصورة الثانية أصغرُ من نصف الأسطوانة القائمة . والأسطوانة القائمة مساوية الأسطوانة المنخرطة . والمنشور القائم مساوٍ للمنشور المنخرط ، لأن كل واحدة / من المدوّرات القائمة مساوية لنظيرتها ٦٤ - ظ من المدورات المنخرطة لأن ذلك يتبين كما تبين في الأسطوانة القائمة والأسطوانة المنخرطة . فيلزم من ذلك أن يكون المنشور المنخرط أصغر من نصف الأسطوانة المنخرطة .

وكذلك إذا فُرض المجسّم المكافىء أصغرَ من نصف الأسـطوانة ، يكون المنشور المحيط به أصغرَ من نصف الأسطوانة المنخرطة . ويتبين ، مثلَ ما تبين من قبل ، أن المنشور المحيط بالمجسم المكافىء أعظمُ من نصف الأسطوانة المنخرطة . فيلزم بمثل هذا البرهان ، الذي تبين في الصورة الأولى ، أن المجسم المكافىء الذي في الصورة الثانية نصف الأسطوانة المنخرطة . والأسطوانة المنخرطة مساويةَ الأسطوانة القائمة ، فيكون المجسم المكافىء الذي في الصورة الثانية نصفَ الأسطوانة القائمة .

وبمثل هذا البيان بعينه يتبين في الصورة الثالثة ، لأن المخروطين والأعمدة – التي تقع في الصورة الثالثة – حالُها مساويةٌ لحال المخروطين والأعمدة التي في الصورة الثانية .

فالمجسم المكافىء الذي يحدث من استدارة قِطْع ا ب ج حول قطر ا ج من الصور الثلاث ، هو نصفُ الأسطوانة التي قاعدتها الدائرةُ التي نصفُ قطرها العمودُ الواقع من نقطة ب على قطر ا ج وارتفاعها مساوٍ لقطر ا ج ، وذلك ما أردنا أن نبين .

وكل قِطع مكافىء يكون قطره يحيط ، مع خطوط ترتيبه ، بزاويتين

١ – الذي : التي // ٣ – أسطوانتها : الضمير يعود على الصورة الأولى ، والمقصود الأسطوانة في هذه الحال // ٥ – مساوٍ : مساوى // ١٨ – تقع : يقع // ٢٢ – مساوٍ : مساوى //

مختلفتين ، فإن المجسم المكافىء – الذي يحدث من القسم الحادّ الزاوية – مساوٍ للمجسم الذي يحدث من القسم المنفرج الزاوية .

وذلك أن أسطوانتيهما القائمتين تكونان متساويتين ؛ لأن كل واحدة من الأسطوانتين يكون سهمها مساوياً لقطر القِطْع ، ونصفُ قطر قاعدة كل واحدة منهما مساوٍ للعمود الواقع من طرف خط الترتيب على القطر . والعمودان الخارجان من طرفي خط الترتيب على القطر متساويان ، لأن خط الترتيب ينقسم بالقطر بنصفين . فالأسطوانتان القائمتان متساويتان ، وكل واحد من المجسمين نصف أسطوانته . فيكون المجسمان المكافئان اللذان من قسمي القطع متساويين.

وكذلك القِطْع المكافىء الذي يكون قطره سهماً ؛ ويكون هذا السهم مساوياً لقطر قطع آخرَ مختلفِ الزاويتين ، ويكون خط ترتيب السهم – الذي هو قاعدة القطع – مساويا لكل [لكل] واحد من العمودين الخارجين من طرفي خطي الترتيب < في القطع > المختلف الزاويتين ؛ فإن المجسم المكافىء – الذي يكون من إدارة هذا القطع حول سهمه – مساوٍ لكل واحد من المجسمين اللذين يحدثان من إدارة كل واحد من قطعي القطع المختلف الزاويتين حول قطره .

ويتبين من جميع ما ذكرناه أن نسبة كل مجسم مكافىء إلى كل مجسم مكافىء ، إذا كانت قواعد أسطوانتيهما متساويتين ، كنسبة ارتفاعه إلى ارتفاعه ، لأن نسبة المجسم إلى المجسم كنسبة أسطوانته إلى أسطوانته .

وإن كانت قواعد أسطوانتيهما مختلفتين وارتفاعاهما متساويين ، فإن نسبة أحدهما إلى الآخر كنسبة القاعدة إلى القاعدة .

وإن اختلفت ارتفاعاتها وقواعدها معاً ، فإن نسبة أحدهما إلى الآخر مؤلفةٌ من نسبة الارتفاع إلى الارتفاع ومن نسبة القاعدة إلى القاعدة . وارتفاعات جميع المجسمات المكافئة – التي من هذا النوع – هي أقطارُ القطوع التي منها حدثت هذه المجسمات .

١ – مساوٍ : مساوى // ٣ – تكونان : يكونان // ٤ – سهمها : سهمهما //
٥ – مساوٍ : مساوى // ٧ – فالأسطوانتان القائمتان متساويتان : فالأسطوانتين القائمتين متساويتين //
١٣ – مساوٍ : مساوى // ١٨ – مختلفتين وارتفاعاهما : مختلفين وارتفاعهما //

ويستبيّن مما تقدم من البرهان أن المدوَّرات التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها ، مساويةٌ للأسطوانة التي قاعدتها قاعدة الأسطوانة العظمى وارتفاعها خط جي .

وذلك أنه قد تبيّن أن المدوَّرتين / اللتين تحدثان من استدارة سطحي ٦٥-و س ه م ب ص ه هما نصفُ الأسطوانة العظمى . والأسطوانة التي تحدث من استدارة سطح ب م هي نصف الأسطوانة العظمى . فالمدورتان إذن مساويتان بمجموعهما الأسطوانةَ التي تحدث من استدارة سطح ب م . والمدورتان اللتان تحدثان من استدارة سطحي ت ه ل ه خ ه هما نصفُ المدوَّرة التي تحدث من استدارة سطح س ه م . والمدورتان اللتان تحدثان من استدارة سطحي ه و ه ب ش ه هما نصف المدورة التي تحدث من استدارة سطح ص غ . فالمدورات الأربع التي تحدث من استدارة سطوح ت ه ل ه خ ه ه و ه ب ش ه هي <نصف> نصف الأسطوانة العظمى. والأسطوانة التي تحدث من استدارة سطح ب ک هي نصف <نصف> الأسطوانة العظمى . فالمدوَّراتُ الأربعُ التي حددناها هي مساوية للأسطوانة التي تحدث من استدارة سطح ب ک .

وكذلك أيضاً يتبين أن المدوَّرات الأربعَ التي حددناها ينقسم كلٌّ واحدة منها بالمدورتين اللتين في داخلها ، اللتين يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها ، بنصفين نصفين . فيكون جميعُ المدورات الصغار – التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها – نصفَ المدورات الأربع التي حددناها . والأسطوانة التي تحدث من استدارة سطح ب ي هي نصفُ الأسطوانة التي تحدث من استدارة سطح ب ک ، التي قد تبيّن أنها مساويةٌ للمدورات الأربع . فالمدورات الصغائر الأخيرة – التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها – مساويةٌ للأسطوانة التي قاعدتها قاعدة الأسطوانة العظمى ، وارتفاعها خط جي .

١ – تقدم : يقدم / يمر : تمر // ٤ – تحدثان : يحدثان // ٦ – فالمدورتان : فالمدويان / مساويتان : متساويتان // ٨ – تحدثان : يحدثان / تحدث : يحدث // ٩ – تحدثان : يحدثان / سطحي : سطى // ١٠ – تحدث : يحدث // ١٢ – تحدث : يحدث // ١٦ – يمر : تمر // ١٧ – يمر : تمر // ١٨ – تحدث : يحدث // ١٩ – تحدث : يحدث // ٢١ – يمر : تمر //

وكذلك يتبين < أنه > إنْ قُسمت الأسطوانة إلى مدوَّرات أصغرَ من هذه المدورات إلى غير نهاية ، فإنّ مجموعها مساوٍ للأسطوانة الصغرى ، التي قاعدتها قاعدةُ الأسطوانة العظمى ، وارتفاعُها قسم واحـــد من أقسام القطر ، وذلك ما أردنا أن نبيّن .

وأيضاً فإنه قد تبيّن أن المنشور الذي في داخل المجسم المكافىء — الذي قاعدته الدائرة التي نصف قطرها ض ج ، ورأسه الدائرة التي نصف قطرها ه ع — هو نصف الأسطوانة التي قاعدتها قاعدة الأسطوانة العظمى وارتفاعُها خط ج ع المساوي لخط ي ا . وقد تبيّن أن المجسم المكافىء هو نصفُ الأسطوانة العظمى ، فزيادة المجسم المكافىء على المنشور الذي في داخله ، هو نصفُ الأسطوانة التي قاعدتها قاعدة الأسطوانة العظمى وارتفاعُها خط ج ي . وزيادة المجسم المكافىء على المنشور الذي في داخله هو ما يقع في داخـــل المجسم المكافىء من أجزاء المدورات الصغار التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها . والذي يقع من هذه المدورات في داخل المجسم المكافىء هو مساوٍ لنصف الأسطوانة التي قاعدتها قاعدةُ الأسطوانة العظمى وارتفاعُها خط ج ي . وقد تبيّن أن هذه المدورات بمجموعها مساويةٌ للأسطوانة التي قاعدتها قاعدة الأسطوانة العظمى ؛ وارتفاعها خط ج ي . فسطح المجسّم المكافىء يقسمُ جميعَ المدوَّرات الصغار التي يمرّ في أوساطها بنصفين ، وذلك ما أردنا أن نبيّن .

ويلزم هذا المعنى بعينه في المجسم الذي قاعدته الدائرة التي نصف قطرها خط ه ي ، وفي المجسم الذي نصف قطره ه ك ، وفي جميع المجسمات الباقية .

فيتبيّن من ذلك أن سطح المجسّم المكافىء يقسمُ كلَّ واحدة من المدورات الصغار بنصفين نصفين .

وهذا الذي بيّناه ، هو مساحة أحد نوعي المجسّم المكافىء ، وهو الذي يحدث من استدارة القِطْع حول قطره .

٢ – مساوٍ : مساوى // ١٢ – يمر : تمر // ١٣ – مساوٍ : مساوى //
١٦ – يمر : تمر //

فأما النوع الثاني ، وهو الذي يحدث من حركة القِطْع حول خطّ ترتيبه فإنا نبيّنه الآن :

فليكن قِطعٌ مكافىء عليه ا ب ج / وليكن قطره ب ج وخط ترتيبه ا ج ، ٦٥ - ظ وليكن زاوية ا ج ب قائمةً ، ولنخرج من نقطة ب خطاً موازياً لخط ا ج وهو ب ه ، ونخرج خط ا ه موازيا لخط ج ب ، ونثبت خط ا ج حتّى لا يتغير وضعه ؛ ونُدير سطح ا ج ب ه المتوازي الأضلاع حول خط ا ج ، فيحدث من استدارة سطح ا ب أسطوانة مستديرة نصفُ قطرِ قاعدتها خط ب ج وهي التي عليها ب ز ؛ ويحدث من قطع ب ا ج مجسّم مكافىء قاعدته الدائرة التي نصف قطرها خط ب ج ، وهو الذي عليه ب ا د ، فأقول : إن مجسّم ب ا د ثلثُ وخُمسُ أسطوانة ه د .

برهان ذلك : أنه إن لم يكن ثلثَ وخُمسَ الأسطوانة فهو أعظم من ثلث وخمس الأسطوانة أو أصغرُ من ثلثها وخمسها .

فليكن أولاً أعظمَ من ثلثها وخمسها ، وليكن زيادتُه على ثلث وخمس الأسطوانة مجسّمَ ي . ونقسم ا ج بنصفين على نقطة ح ، ونُخرج خطّ ح م س موازيا لخط ب ج ؛ ونُجيز على نقطة م خط ق م ع موازياً لخطي ب ه ا ج . فلأن خط ق م مساوٍ لخط م ع – من أجل أن ا ح مساوٍ لـ ح ج – يكون سطح ه م مساوياً لسطح م ب ويكون سطح ا م مساويا لسطح م ج . فإذا أدير سطح ب ا حول خط ا ج حتى يعود إلى وضعه ، فإن المدوّرتين اللتين تحدثان من استدارة سطحي ا م م ج تكونان متساريتين والمدوّرتين اللتين تحدثان من استدارة سطحي ه م م ب تكونان أيضاً متساويتين . فيكون المدورتان اللتان تحدثان من استدارة سطحي م ه م ج بمجموعهما نصفَ أسطوانة ب ز .

ونقسم أيضاً خط ا ح بنصفين على نقطة ك ، ونُخرج من نقطة ك خطاً موازياً لخطي ح س ا ه ، وهو خط ك ل ر ؛ ونُجيز على نقطة ل خطاً موازياً لخطي ا ج ه ب ، وهو خط ص ل ت ش . ونقسم أيضاً خطّ ح ج بنصفين على نقطة ط ،

٤ – ولنخرج : وليخرج // ٥ – يتغير : يتعين // ١١ – الأسطوانة: والأسطوانة // ١٥ – مساوٍ (الأولى والثانية) : مساوى // ١٨ – تكونان: يكونان / تحدثان: يحدثان // ١٩ – تكونان : يكونان // ٢٠ – بمجموعهما : لمجموعهما //

ونخرج من نقطة ط خطاً موازياً لخطي جب ح س ، وهو خط ط ن ض ؛ ونجيز على نقطة ن خط ث ن ف موازيا لخطي ت ش ر س . فيتبيّن – كما تبيّن من قبلُ – أن المدورتين ، اللتين تحدثان من استدارة سطحي ق ل ل ح ، هما نصفُ المدوّرة التي تحدث من استدارة سطح ا م . وكذلك يتبيّن أن المدورتين اللتين تحدثان من استدارة سطحي س ن ن ع هما نصفُ المدورة التي تحدث من استدارة سطح س ع . فيكون المدوّرات الأربعُ التي تحدث من استدارة سطوح س ن ن ع ق ل ل ح مجموعةً نصفَ المدورتين اللتين تحدثان من استدارة سطحي ب م م ا . ولكنه إذا نُقص من جميع أسطوانة ب ز المدورتان اللتان تحدثان من استدارة سطحي ه م م ج – اللتان هما نصف الأسطوانة – كان الذي يبقى هما المدورتان اللتان تحدثان من استدارة سطحي ب م م ا . وإذا نُقصت المدورات الأربع التي تحدث من استدارة سطوح ق ل ل ح س ن ن ع – من المدورتين اللتين تحدثان من استدارة سطحي ب م م ا – اللواتي هي نصفُ هاتين المدورتين ، كان الذي يبقى هي المدورات ، التي تحدث من استدارة سطوح ب ن ن م م ل ل ا . وإذا قسم كلُ قسم من أقسام خط ا ج بنصفين ، وأخرج من مواضع القسمة خطوطٌ موازية لخط ب ج وأجيز على مواضع التقاطع – التي تقع بينها وبين قطع ا ب – خطوطٌ موازية لخط ا ج ، كانت المدوّرات التي تكون من استدارة السطوح ، والتي يحدث كلُ مدورتين منها نصفَ المدورة التي فيها ، كما تبين من قبل .

وإذا كان مقداران مختلفان ، وفُصل من أحدهما نصفُه ، ومما يبقى نصفُه ، وفُعل ذلك دائما ، فلا بدّ أن يبقى مقدارٌ أصغرُ من المقدار الأصغر ، كما تبين في / الشكل الذي قبل هذا . فإذا قُسمت أسطوانة ب ز ، على الصفة ٦٦-و التي بيّناها ، فلا بدّ أن يبقى مقدار هو أصغر من مقدار ي . فلينته القسمةُ إلى ذلك ؛ وليكن الذي يبقى من أسطوانة ب ز هي المدورات التي تحدث من استدارة

١ – ط ن ض : ط ن ص // ٢ – ت ش : ث ش // ٣ – تحدثان : يحدثان // ٤ – تحدث : يحدث // ٥ – تحدثان : يحدثان / تحدث : يحدث // ٦ – تحدث : يحدث // ٧ – تحدثان : يحدثان // ٨ – المدورتان اللتان : المدورتين اللتين/تحدثان : يحدثان // ١٠ – تحدثان : يحدثان/تحدث : يحدث // ١١ – تحدثان : يحدثان // ١٣ – تحدث : يحدث // ١٤ – خطوط : خطوطا // ١٥ – تقع : يقع / خطوط : خطوطا // ١٦ – تكون : يكون / والتي : التي // ١٨ – أحدهما : لعلها " أعظمهما " أو " أكبرهما " ثم نقلها الناسخ " أحدهما " وهذا هو المقصود هنا . // ٢١ – فلينته : فلنثيته ، نسخت هكذا // ٢٢ – الذي : الذين (هكذا) / تحدث : يحدث //

سطوح ب ن ن م م ل ل ا . فهذه المدوّرات أصغر من مقدار ي . والذي يقع في داخل المجسم المكافىء من هذه المدورات هو أقلّ من هذه المدورات . فالذي يقع في داخل المجسم المكافىء من هذه المدورات هو أصغرُ بكثير من مجسم ي . وإذا كان مجسّم ب ا د المكافىء أعظم من ثُلث وخمس أسـطوانة ب ز بمجسم ي ، وكان الذي في داخل المجسم المكافىء من أقسام المدورات الصغار هو أقلّ من مجسم ي ، فالذي يبقى من المجسم المكافىء بعد هذه الأقسام التي هي في داخله هو أعظم من ثلث وخمس الأسطوانة . والذي يبقى من المجسم المكافىء بعد الذي في داخله من أقسام المدورات الصغار ، هو المنشور الذي قاعدتُه الدائرة – التي نصفُ قطرها ف ج – ورأسُه الدائرة التي نصف قطرها ل ك . فهذا المنشور إذن أعظمُ من ثلث وخمس أسطوانة ب ز .

ولأن قِطع ا ب ج قِطعٌ مكافىء وقطره ب ج وخط ا ج على الترتيب ، يكون مربع خط ا ج مساوياً لضرب ب ج في الضلع القـائم . ولأن خطوط ل ش م ع ن ف موازيةٌ لخط ا ج ، يكون هذه الخطوط على الترتيب . فيكون مربع ل ش مثلَ ضرب ب ش في الضلع القائم ، ويكون مربع م ع مثل ضرب ب ع في الضلع القائم ، ويكون مربع ن ف مثل ضرب ب ف في الضلع القائم . فنسبة مربع ا ج إلى مربع ل ش كنسبة ج ب إلى ب ش ، ونسبة مربع ل ش إلى مربع م ع كنسبة ش ب إلى ب ع ، ونسبة مربع م ع إلى مربع ن ف كنسبة ع ب إلى ب ف . فخطوط ب ج ب ش ب ع ب ف نسبةُ بعضها إلى بعض كنسبة مربعات خطوط ا ج ل ش م ع ن ف بعضها إلى بعض . ولأن خط ن ف مثلُ خط ج ط وخطَّ م ع مثلُ خط ج ح وخطَّ ح ج ضعفُ خط ج ط ، يكون م ع ضعفَ خط ن ف . ولأن أقسام ا ك ك ح ح ط ط ج متساوية ، يكون ك ج ثلاثةَ أمثال ج ط . فخط ل ش ثلاثةُ أمثال ن ف . وكذلك ا ج أربعة أمثال ج ط ، فا ج أربعة أمثال ن ف . فبالمقدار الذي به خط ن ف واحد ، يكون م ع اثنين ويكون ل ش ثلاثة ويكون ا ج أربعة . فنسب خطوط ن ف م ع ل ش ا ج بعضها إلى بعض كنسب الأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد ، المتزيّدة بواحدٍ واحدٍ ، بعضها إلى بعض . وكذلك لو كانت الخطوط

٢ – فالذي : والذي // ١٤ – ويكون : فيكون // ٢١ – ل ش : ل ن //
٢٣ – ل ش : ل س // ٢٤ – ل ش : ل س //

أكثر عدداً من هذه لكانت [يكون] كلُّها على نسب الأعداد المتوالية . فيكون من أجل هذه الحال نِسَبُ مربعات خطوط ن ف م ع ل ش ا ج بعضها إلى بعض كنسب مربعات الأعداد المتوالية بعضها إلى بعض . ونسب مربعات خطوط ن ف م ع ل ش ا ج بعضها إلى بعض كنسب خطوط ب ف ب ع ب ش ب ج بعضها إلى بعض . فنسب خطوط ب ف ب ع ب ش ب ج بعضها إلى بعض كنسب ‹ مربعات › الأعداد المتوالية المبتدئة من الواحد المتزيِّدة بواحدٍ واحدٍ ، بعضها إلى بعض . وخطُّ ب ف مثل ض ن ، و ب ع مثلُ س م ، و ب ش مثلُ ر ل ، و ب ج مثل ه ا . فخطوط ض ن س م ر ل ه ا على نسبة الأعداد المربعات المتوالية المبتدئة من الواحد ، بعضها إلى بعضٍ . وخطوط ض ط س ح ر ك ه ا متساوية .

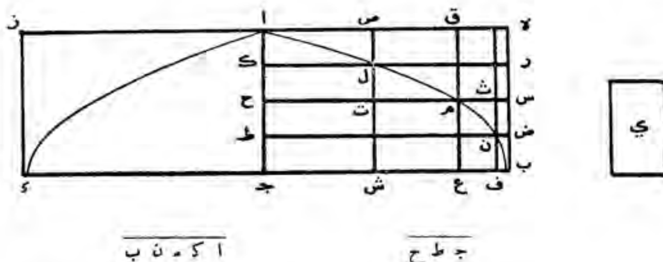
وقد تبين في المقدمات التي قدمناها أنه إذا كانت خطوط مستقيمة متساوية وفُصل منها خطوط ، وبقي منها خط لم يُقسم ، وكانت نسب الخطوط التي قُسمت مع الخط الذي لم يقسم متواليةً على نسب الأعداد المربعات المتوالية المبتدئة من الواحد ، فإن مربعات الفضلات التي بقيت من الخطوط مجموعةً أقلُّ من ثلث وخمس مجموع مربعات جميع الخطوط المتساوية المساوية لأعظم الخطوط ؛ وإن مربعات الفضلات مجموعةً مع مربع الخط الذي لم يقسم ؛ أعظمُ من ثلث وخمس مجموع مربعات / جميع الخطوط المتساوية . فمربعات خطوط ن ط م ح ل ك أقلُّ من ثلث وخمس مربعات خطوط ض ط س ح ر ك ا ه ؛ ومربعات خطوط ن ط م ح ل ك ا ه أعظمُ من ثلث وخمس مربعات ‹ خطوط › ض ط س ح ر ك ا ه . ٦٦ - ظ

ونسبة مربعات الخطوط بعضها إلى بعضٍ كنسبة الدوائر التي أنصافُ أقطارها تلك الخطوطُ ، بعضها إلى بعض . فالدوائر التي أنصافُ أقطارها خطوطُ ن ط م ح ل ك أقلُّ من ثلث وخمس الدوائر التي أنصافُ أقطارها ض ط س ح ر ك ا ه . والدوائر التي أنصاف أقطارها ن ط م ح ل ك ه ا أعظم من ثلث وخمس

٢ - ل ش : ل س // ٤ - ل ش : ل س / ب ش : ب ن // ٥ - ب ش : ب س // ٧ - ب ش : ب س / ر ل : ز ل // ٨ - ر ل : ز ل // ٩ - خطوط : صححها عليها / ض ط : ص ط / ر ك : ز ك // ١١ - نسب : نسبة // ١٣ - الفضلات : الفصلات // ١٥ - الفضلات : الفصلات // ١٧ - ر ك : ز ك // ١٩ - ر ك : ز ك // ٢٢ - ر ك : ز ك //

الدوائر التي أنصاف أقطارها خطوط ض ط س ح ر ك ه ا . ونجعل خط ا ك ارتفاعاً مشتركاً ، فيكون الأساطين الصغار التي قواعدها الدوائر – التي أنصافُ أقطارها خطوطُ ن ط م ح ل ك – وارتفاعها مساوٍ لخط ا ك أقلَّ من ثلث وخمس الأساطين التي قواعدُها الدوائر ، التي أنصاف أقطارها خطوط ض ط س ح ر ك ه ا وارتفاعها مساوٍ لخط ا ك . والأساطين التي قواعدها الدوائر – التي أنصاف أقطارها خطوط ن ط م ح ل ك – وارتفاعها مساوٍ لخط ا ك هو المنشور الذي قاعدته الدائرة – التي نصف قطرها خط ج ف المساوي لخط ن ط – ورأسُه الدائرة التي نصف قطرها خط ل ك ، لأن ارتفاعات ك ح ح ط ط ج كلٌّ واحد منها مساوٍ لخط ا ك . والأساطين التي قواعدها الدوائرُ – التي أنصاف أقطارها خطوط ض ط س ح ر ك ه ا – وارتفاعُها مساوٍ لخط ا ك ، هي الأسطوانة التي قاعدتها الدائرة – التي نصف قطرها خطُّ ه ا – وارتفاعها خط ا ج ، وهي أسطوانة ب ز . فالمنشور الذي قاعدته الدائرة – التي نصف قطرها خط ف ج – ورأسه الدائرة التي نصف قطرها ل ك ، أقل من ثلث وخمس أسطوانة ب ز .

وهذا المنشور هو المنشورُ الذي في داخل المجسم المكافىء ، الذي تبين أنه أعظمُ من ثلث وخمس أسطوانة ب ز ؛ وهذا خُلْفٌ . فليس المجسم المكافىء بأعظمَ من ثلثِ وخمسِ الأسطوانة . وأقول : إنه ليس بأصغرَ من ثُلثها وخُمسها أيضاً .



١ – ر ك : ز ك // ٣ – مساوٍ : مساوى // ٤ – ر ك : ز ك // ٥ – مساوٍ : مساوى / أنصاف أقطارها : انصافها قطارها // ٦ – مساوٍ : مساوى // ٨ – مساوٍ : مساوى // ١٠ – ر ك : ز ك / مساوٍ : مساوى //

فإن أمكن ، فليكن هذا المجسّم أصغرَ من ثلث وخمس الأسطوانة ، وليكن أصغرَ من ثلثها وخمسها بمقدار مجسم ي . ونقسم الأسطوانةَ بالمدوّرات كما عملنا من قبل ، فيبقى المدورات التي تحدث من استدارة سطوح ب ن ن م م ل ل ا أصغرَ من مجسم ي . فيكون أقسام هذه المدوّرات الخارجة عن المجسم المكافىء المحيطة به أصغر بكثيرٍ من مجسم ي .

فالمجسّم المكافىء مع هذه الأقسام أصغرُ من ثلث وخمس الأسطوانة . والمجسّم المكافىء مع هذه الأقسام هو المنشور الذي قاعدته الدائرة — التي نصف قطرها خط ب ج — ورأسه الدائرة التي نصف قطرها خط ا ص . فهذا المنشور أقلُّ من ثلث وخمس أسطوانة ب ز .

وقد تبين أن الدوائر التي أنصافُ أقطارها خطوطُ ن ط م ح ل ك ه ا أعظمُ من ثلث وخمس الدوائر التي أنصافُ أقطارها / خطوط ض ط س ح ر ك ه ا . ٦٧-و
ونجعل ا ك ارتفاعاً مشتركاً ، ونأخذ ب ج بدل ه ا لأنه مساوٍ له . فالأساطينُ الصغار التي قواعدُها الدوائر — التي أنصافُ أقطارها خطوطُ ب ج ن ط م ح ل ك — وارتفاعاتها مساويةٌ لخط ا ك أعظمُ من ثلث وخمس الأساطين التي قواعدها الدوائر — التي أنصاف أقطارها خطوط ب ج ض ط س ح ر ك — وارتفاعاتها مساوية لخط ا ك . والأساطين التي قواعدها الدوائر — التي أنصاف أقطارها خطوط ب ج ن ط م ح ل ك — وارتفاعاتها مساوية لخط ا ك ، هي الأساطين التي تحدث من استدارة سطوح ب ط ن ح م ك ل ا . والأساطين التي تحدث من استدارة هذه السطوح مجموعُها هو المنشورُ الذي قاعدتُه الدائرة — التي نصف قطرها ب ج — ورأسُه الدائرة التي نصف قطرها ص ا . والأساطين التي قواعدها الدوائر — التي أنصاف أقطارها خطوطُ ب ج ض ط س ح ر ك — وارتفاعاتها مساويةٌ لخط ا ك ، هي الأساطين التي تحدث من استدارة سطوح ب ط ض ح س ك ر ا . وهذه الأساطين بمجموعها هي الأسطوانةُ التي تحدث من استدارة سطح ب ا ، لأن مجموع السطوح التي ذكرناها هو سطحُ ب ا ، التي هي أسطوانة ب ز . فالمنشور الذي قاعدته

٣ – تحدث : يحدث // ١١ – ض ط : ص ط / ر ك : د ك // ١٢ – مساوٍ : مساوى //
١٥ – ض ط : ص ط / ر ك : ز ك // ٢١ – ض ط : ص ط / ر ك : ز ك //
٢٢ – تحدث : يحدث / ض ح : ص ح / ر ا : ز ا // ٢٣ – تحدث : يحدث //

الدائرة – التي نصف قطرها خط ب ج – ورأسه الدائرة – التي نصف قطرها ص ا – أعظمُ من ثلث وخمس أسطوانة ب ز .

وقد كان تبين أن هذا المنشور أقلُّ من ثلث وخمس أسطوانة ب ز ، وهذا خُلْفٌ لا يمكن . فليس مجسّم ب ا د المكافىء بأصغرَ من ثلثِ وخمسِ أسطوانة ب ز .

وقد تبين أنه ليس بأعظمَ من ثلثها وخمسها . فمجسم ب ا د المكافىءُ ثلثُ وخمسُ أسطوانةِ ب ز ، وذلك ما أردنا أن نبين .

وإذا كانت زاوية ا ج ب حادةً أو منفرجةً ، عملنا في القِطْع كما عملنا في الصورة الثانية والثالثة من الشكل الذي قبل هذا . فيتبين – كما تبين من ذلك الشكل – أن المجسّم المكافىءَ ثلثُ وخمسُ الأسطوانة القائمـــة التي قاعدتُها الدائرة – التي نصفُ قطرها العمودُ الواقعُ من طرف القطر على خط الترتيب – وارتفاعُها مساوٍ لخط الترتيب ، وذلك ما أردنا أن نبين .

ويتبين – كما تبيّن في الشكل الذي قبلَ هذا – أن المدوَّراتِ الصغارَ التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها مساويةٌ بمجموعها للمدوّرة التي تحدث من استدارة سطح ب ط .

لأن المدورات الصغارَ نسبتُها إلى الأسطوانة نسبةُ النصف ونصفِ النصف ؛ وكذلك المدوّرةُ التي تحدث من استدارة سطح ب ط . وكلما قُسمت المدورات التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها ، انقسمت المدورةُ – التي تكون من استدارة سطح ب ط – بنصفين . فالمدورات التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها مساويةٌ للمدورة التي تكون من استدارة سطح ب ط .

ونجعل ا ب هو العددَ المربع النظير لخط ه ا ، لأن خطوط ض ن س م ر ل ه ا على نسبة الأعداد المربعات المتوالية المبتدئة من الواحد . ونقسم ا ب بنصفين

٨ – عملنا (الثانية) : طمست فكتبها الناسخ فوقها // ١٢ – مساوٍ : مساوى // ١٤ – يمر : تمر / تحدث : يحدث // ١٧ – تحدث : يحدث // ١٨ – يمر : تمر / تكون : يكون // ١٩ – يمر : تمر // ٢٠ – تكون : يكون // ٢١ – ض ن : ص ن // ٢٢ – ر ل : ذ ل //

على نقطة ن ، ونجعل ن ك ثُلث عُشر ا ب ؛ فيكون ب ك ثُلثَ وخُمسَ ا ب . وليكن ج ح ضلعَ عدد ا ب المربع ؛ ونجعل ح ط ثُلثَ عُشر واحد، ونجعل نسبة ح ط إلى ن م كنسبة ا ب إلى ج ح ؛ فيكون ضرب ا ب في ن م مثلَ ضرب ج ح في ح ط ، وضربُ ج ح في ح ط هو ثُلثُ عُشر ج ح ، لأن ح ط ثلثُ عشرِ واحد . فضربُ ا ب في م ن ثلثُ عشر ج ح ، وضربُ ا ب في ك ن ثلثُ عشر مربع ا ب . فضربُ ا ب في ك م هو ثلثُ عشر مربع ا ب إلا ثلثَ عشر ضلع ا ب . وقد تبين في المقدّمات العددية التي قدمناها أن مربعات الأعداد النظيرة لخطوط ل ك م ح ن ط مجموعةً تزيد على ثلث وخمس مربعات الأعداد النظائر لخطوط ر ك / س ح ض ط بثُلث عُشر مربع العدد النظير لخط ا ه إلا ثُلث عُشر ضلع هذا ٦٧ - ظ
العدد . فمربعات الأعداد النظائر لخطوط ل ك م ح ن ط تزيد على ثلث وخمس مربعات الأعداد النظائر لخطوط ر ك س ح ض ط بضرب ا ب في ك م . وضرب ا ب في ب ك هو ثلث وخمس مربع ا ب . فمربعات الأعداد النظائر لخطوط ل ك م ح ن ط مع ضرب ا ب في ب م هو ثلثُ وخمس مربعات الأعداد النظائر لخطوط ر ك س ح ض ط ب ج .

ونجعل نسبة مربع ب ج <إلى مربع ج ي> كنسبة ا ب إلى ب م . ونسبةُ ا ب إلى ب م كنسبة مربع ا ب إلى ضرب ا ب في ب م . فنسبة مربع ب ج إلى مربع ج ي كنسبة مربع ا ب إلى ضرب ا ب في ب م . فمربع ج ي مساوٍ لضرب ا ب في ب م . ونخرج خط ي لا موازياً لخط ط ج . فلأنّ ضربَ ا ب في ب م مع مربعات الأعداد النظائر لخطوط ل ك م ح ن ط هو ثلثُ وخمسُ مربعات الأعداد النظائر لخطوط ر ك س ح ض ط ب ج ، يكون مربعات خطوط ل ك م ح ن ط ي ج هي ثلث وخمسَ مربعات خطوط ر ك س ح ض ط ب ج . والدوائر أيضاً ، التي أنصاف أقطارها هذه الخطوط ، هي أيضاً في هذه النسبة . والمدورات أيضاً ، التي قواعدها هذه الدوائر وارتفاعاتُها خطوط ا ك ك ح ح ط ط ج ، هي أيضاً في هذه النسبة . فالمنشور الذي في داخل المجسم المكافىء — وهو الذي رأسُه الدائرة ، التي نصفُ قطرها ل ك ، وقاعدته الدائرة التي نصف قطرها ف ج —

٤ – ثلث عشر واحد : ثلث وعشر واحد // ٥ – ثلث عشر : (الأولى) ثلث وعشر //
٨ – تزيد : زيد / ر ك : ز ك // ٩ – ض ط : ص ط // ١٠ – تزيد : يزيد //
١١ – ر ك : ن ك / ض ط : ص ط // ١٤ – ض ط : ص ط // ١٧ – مساوٍ : مساوى //
٢٠ – ر ك : ز ك / ض ط : ص ط // ٢١ – ر ك : ز ك / ض ط : ص ط //

مع المدوّرة التي تحدث من استدارة سطح ي ط ، هو ثلثُ وخمس المدوّرات التي قواعدَها الدوائر — التي أنصاف أقطارها خطوط ر ک س ح ض ط ب ج — وارتفاعاتُها خطوط ا ک ک ح ح ط ط ج . وهذه المدورات هي أسطوانة ب ز . فالمنشور الذي في داخل المجسم المكافىء مع المدوّرة التي تحدث من استدارة سطح ي ط هو ثلث وخمس أسطوانة ب ز . لكن المجسّم المكافىء هو ثلث وخمس أسطوانة ب ز . فالمنشور الذي في داخل المجسم المكافىء مع المدورة التي تحدث من استدارة سطح ي ط مساوٍ للمجسّم المكافىء . فالمدوّرة التي تحدث من استدارة سطح ي ط مساويةٌ لأجزاء المدوّرات الصغار التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها التي هي في داخل المجسم المكافىء .

وقد كان تبين أن جميع المدوّرات الصغار مساويةٌ [مساوية] لجميع المدوّرة التي تحدث من استدارة سطح ب ط . فأجزاءُ المدوّرات الصغار التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها — التي هي خارجةٌ عن المجسم المكافىء ومحيطةٌ به — مساويةٌ للمدّورة التي تحدث من استدارة سطح ب لا . ونسبة الأجزاء الخارجة من هذه المدورات إلى الأجزاء الداخلة منها كنسبة المدوّرة التي تحدث من استدارة سطح ب لا إلى المدوّرة التي تحدث من استدارة سطح ي ط . ونسبة هاتين المدوّرتين — إحداهما إلى الأخرى — كنسبة قاعدتيْهما ، إحداهما إلى الأخرى . ونسبة قاعدتيهما — إحداهما إلى الأخرى — كنسبة فضْل مربع ب ج على مربع ج ي إلى مربع ج ي . ونسبة فضْل مربع ب ج على مربع ج ي إلى مربع ج ي كنسبة ا م إلى م ب ، لأن نسبة مربع ب ج إلى مربع ج ي كنسبة ا ب إلى ب م . فنسبة أجزاء المدورات الصغار ، الخارجة عن المجسم المكافىء ، إلى أجزائها الداخلة في المجسم المكافىء كنسبة عدد ا م إلى عدد م ب .

ويلزم هذه النسبةُ في كلّ واحدة من الـمدَوّرات كما تبيّن في الشكل الذي قبل هذا . ويلزم من هذه النسبة أن يكونَ الـمدَوّرات الصغار ، كلما صغُرت ،

١ — تحدث : يحدث / هو : هي // ٢ — ر ک : ز ک // ٣ — وارتفاعاتها : وارتفاعها // ٤ — تحدث : يحدث // ٦ — تحدث : يحدث // ٧ — مساوٍ : مساوية / فالمدورة : فالمدور / تحدث : يحدث // ٨ — يمر : تمر // ١١ — يمر : تمر // ١٣، ١٤ — الأجزاء الخارجة : اجزا الخارجة //

كانت نسبة الأجزاء الخارجة منها إلى الأجزاء الداخلة أعظمَ من نسبة الأجزاء الخارجة من المدورات ، التي هي أعظمُ منها ، إلى أجزائها الداخلة . وذلك أن المدوَّرات الصغارَ / ، كلما صغُرت ، كثُرت الخطوطُ النظائر لخطوط ل ک ٦٨ - و م ح ن ط ج ب ؛ فيكثر الخطوطُ النظائر لخطوط ض ن س م ر ل ه ا ؛ فيكون العدد المربعُ النظيرُ لخط ا ه أعظمَ من عدد ا ب ؛ فيكون نسبته إلى ضلعه أعظمَ من نسبة ا ب إلى ج ح ؛ لأن الأعداد المربعة المتوالية ، كلُّ ما كان منها أبعدَ عن الواحد ، كانت نسبتُه إلى ضلعه أعظمَ . فيكون ثُلث عشر الواحد – الذي هو مثلُ ح ط – إلى العدد النظير لعدد ن م أعظمَ من نسبة ح ط إلى ن م . فيكون العدد النظير لعدد ن م أصغرَ من ن م ، ويكون نصف العدد المربع النظير لعدد ن ب أعظمَ من ن ب ؛ فيكون نسبة م ن إلى ن ب أعظم من نسبة العدد النظير لـ ن م إلى العدد النظير لـ ن ب من المربع الأعظم النظير لعدد ا ب . وبالتركيب يكون نسبة م ب إلى ب ا أعظمَ من نسبة العدد النظير لـ ن م إلى العدد النظير لـ ن ب [إلى العدد النظير لـ ن ب] . ونسبة ن ب إلى ب ا كنسبة نصف ذلك العدد إلى جميع ذلك العدد . فيكون نسبة م ب إلى ب ا أعظمَ من نسبة العدد النظير لعدد م ب من المربع الأعظم إلى ذلك المربع الأعظم . وبالعكس يكون نسبة ذلك العدد المربع الأعظم إلى الجزء منه النظير لعدد ب م أعظمَ من نسبة ا ب إلى ب م . وبالتفضيل يكون نسبة العدد النظير لعدد ا م إلى العدد النظير لعدد م ب أعظمَ من نسبة ا م إلى م ب ؛ فيكون نسبة الأجزاء الخارجة من المدوَّرات التي هي أصغرُ إلى أجزائها الداخلة أعظمَ من نسبة الأجزاء الخارجة من المدورات التي هي أعظمُ منها إلى أجزائها الداخلة ؛ وذلك ما أردنا أن نبيِّن .

ويلزم في هذا النوع أيضاً أن كلَّ قطعٍ مكافيء يكون خطُّ ترتيبه يحيط مع قطره بزاويتين مختلفين ، فإن المجسم الذي يحدث من القسم الحادِّ الزاوية مساوٍ للمجسم الذي يحدث من القسم المنفرج الزاوية ، لأن أسطوانتيْهما تكونان متساويتين ، لأن ارتفاعي الأسطوانتين مساويان لخطي الترتيب ، وخطّا الترتيب متساويان ، ونصف قطر قاعدة كلٍّ واحدة من الأسطوانتين هو العمودُ الواقع

٤ – ج ب : ا ب / ض ن : ص ن / ر ل : ز ل / العدد : عدد // ٥ – نسبته : نسبة //
٦ – كل ما : كلما // ٢٣ – تكونان : يكونان // ٢٤ – مساويان : مساوين //

من طرف القطر على خط الترتيب، وهو عمود واحد. فالمجسمان اللذان يكونان من القسمين ، يكونان متساويين .

وكذلك المجسّمُ – الذي يكون من القِطْع الذي قطرُه مساوٍ للعمود الواقع من طرف القطر على خط الترتيب ، وخط ترتيبه مساوٍ لخط ترتيب القِطْع المختلف الزاويتين – يكون مساوياً لكل واحد من المجسّمين الحادثين من القطعين المختلفي الزاويتين .

ويكون نسب المجسمات المكافئة التي من هذا النوع ، بعضها إلى بعضٍ ، على مثل ما تبين في النوع الأول .

ولأنه قد يشْكُل على كثير من الناس برهانُ الخُلْفِ إذا كان على صفة برهان هذين الشكلين – وذلك أنه ربما ظن قوم ، لم يُنعموا النظر ، أنه لو فرض المجسم المكافىء جزءاً من الأسطوانة غيرَ الثلث والخمس في هذا النوع ، وغيرَ النصف في النوع الأول ، لقد كان يطرّد فيه برهانٌ مثل البرهان الذي ذُكر في هذين الشكلين – وجب من أجل هذه الحال أن نكشف العلة التي بها تم هذا البرهان ، والتي أنتجت المطلوب ، وهذا المعنى الذي من أجله صار المجسّم المكافىء – الذي يحدث من إدارة القطع حول خط ترتيبه – ثلثاً وخمساً ، وصار المجسم المكافىء الذي يحدث من إدارة القطع حول قطره – نصفاً .

فنقول : إن العلة التي بها يتبيّن أن المجسم المكافىء – الذي يحدث من إدارة القطع حول ترتيبه – ثُلُث وخمس ، هي أن كلَّ منشور يقع في داخل المجسم المكافىء – على الصفة التي شرحناها في البرهان – هو أقلُّ / من ثلث ٦٨ - ظ وخمس الأسطوانة وكلَّ منشورٍ يحيط بالمجسم المكافىء – على الصفة التي شرحناها أيضاً في البرهان – هو أعظمُ من ثلث وخمس الأسطوانة ؛ وأن كلَّ جزء يُفرض غير الثلث والخمس ، فقد يوجد في داخل المجسم المكافىء منشوراتٌ كثيرة على هذه الصفة التي تقدمت ، ومحيطاً به منشورات كثيرة ، يكون الداخلةُ

٣ – مساوٍ : مساوى // ٤ – مساوٍ : مساوى // ٩ – يشكل : تشكل //
١٤ – والتي : والذي // ١٨ – ثلث وخمس : ثلثا وخمسا //

والخارجةُ معاً إما أعظمَ من ذلك الجزء وإما أصغرَ من ذلك الجزء ؛ ولا يوجد جزءٌ يكون كلُّ منشورٍ يقع في داخل المجسم المكافىء أصغرَ منه ؛ وكلُّ منشور يحيط بالمجسم المكافىء أعظمُ منه غيرَ الثلث والخمس فقط ؛ وإن هذا المعنى هو الذي أنتج البرهان . وأعني بالجزء فيما مضى من قولي ، وفيما يأتي من بعدُ ، البعضَ فقد بقي أن نبيّن هذا الذي ذكرناه بالبرهان .

ولنفرض جزءاً ما أقلَّ من ثلثٍ وخمس الأسطوانة ، فأقول : إنه قد يوجد في داخل المجسم المكافىء منشوراتٌ كثيرة ، كلٌّ واحد منها أعظمُ من ذلك الجزء . وذلك أن الجزءُ المفروض الذي هــو أقلُّ من ثلث وخمس الأسطوانة يكون الفضل الذي بينه وبين ثلث وخمس الأسطوانة مقداراً ما . فإذا قُسمت الأسطوانة بالمدوَّرات بنصفين ، ونصفُها بنصفين ، وفُعل ذلك دائماً ؛ فلا بد أن يبقى من الأسطوانة مقدارٌ هو أصغرُ من تلك الفَضْلة . والذي يبقى من الأسطوانة إذا قُسمت < هي > المدوَّراتُ الصغار التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها ، وتلك المدوَّراتُ مساويةٌ للمدوَّرة النظيرة للمدوَّرة التي تحدث من استدارة سطح ب ط . فيكون المدوَّرة النظيرة للمدوَّرة التي تحدث من استدارة سطح ب ط أصغرَ من تلك الفَضْلة . فيكون المدوَّرة التي تحدث من استدارة السطح النظير لسطح ي ط أصغرَ بكثيرٍ من تلك الفَضْلة . فيكون الجزء الذي فُرض مع المدوَّرة التي تحدث من استدارة السطح النظير لسطح ي ط أصغرَ من الثلث والخمس . وقد تبين أن المنشور الذي يقع في داخل المجسم المكافىء مع المدوَّرة التي تحدث من استدارة السطح النظير لسطح ي ط هــو ثلثُ وخمس الأسطوانة . فيكون المنشور مع المدورة التي تحدث من استدارة السطح النظير لسطح ي ط أعظمَ من ذلك الجزء مع هذه المدوَّرة بعينها . فيكون المنشور الذي يقع في داخل المجسم المكافىء أعظمَ من ذلك الجزء . وإذا قُسمت المدوَّرات الصغار أيضاً < من بعد > هذه الحال ، بالتنصيف مرةً بعد مرة ، كانت البقايا التي تبقى من الأسطوانة ، كلُّ بقيةٍ منها أصغرُ من البقيــة التي قبلها . فيكون المنشورات التي تحدث في داخل المجسم المكافىء ، كلُّ واحدٍ منها أعظم بكثير

٢ – منه : مطموسة // ٩ – مقداراً : مقدار // ١١ – الفضلة : الفصلة //
١٢ – المدورات : بالمدورات / يمر : تمر // ١٤ – تحدث : يحدث //
٢٣ – بالتنصيف : مالتنصيف //

من ذلك الجزء . فتبين من هذا البيان أن كلَّ مقدار يفرض أقــلَّ من الثلث والخمس ؛ فإنه يوجد في داخل المجسم المكافىء منشوراتٌ كثيرةٌ ، كلُّ واحد منها أعظمُ من الجزء .

وأيضاً فإنا نفرض جزءاً ما أعظمَ من الثلث والخمس ، فيكون بينه وبين الثلث والخمس فَضْلَةٌ ، فإذا قُسمت الأسطوانة بالمدوَّرات بنصفين ، ونصفها بنصفين ، وفُعل ذلك دائما ، فيبقى منها بقيةٌ هي أقلُّ من الفضلة . والبقيةُ التي تبقى من الأسطوانة هي المدوَّرات الصغارُ التي يمرّ سطح المجسم المكافىء بأوساطها وهي مساويةٌ للمدوَّرة النظيرة للمدوَّرة التي تحدث من استدارة سطح $\overline{ب ط}$. فيكون المدوَّرة التي تحدث من استدارة السطح النظير لسطح $\overline{ب ط}$ أصغرَ من تلك الفضلة . فيكون ثلث وخمس الأسطوانة مع المدورة التي تحــدث من استدارة السطح النظير لسطح $\overline{ب ط}$ أصغر من ذلك الجزء . فيكون الثلث والخمس مع المدوَّرة التي تحدث من استدارة السطح النظير لسطح $\overline{ب لا}$ أصغرَ بكثير من ذلك الجزء . لكنَّ الثلث والخمس مع المدوَّرة التي تحدث من استدارة السطح النظير لسطح $\overline{ب لا}$ هو المنشورُ المحيط بالمجسّم المكافىء ، لأن المنشور المحيطَ بالمجسّم المكافىء يزيد على الثلث والخمس بالمدوَّرة التي تحدث من استدارة السطح النظير / ٦٩ - و لسطح $\overline{ب لا}$. فيكون المنشور المحيط بالمجسّم المكافىء أصغرَ من ذلك الجزء المفروض ، الذي هو أعظمُ من الثلث والخمس . وإن قُسمت المدوَّرات الصغار من بعد هذه الحال أيضاً بالتنصيف كانت المنشورات التي تحدث ، المحيطة بالمجسّم المكافىء ، كلُّ واحد منها أصغرُ بكثير من ذلك الجزء . وكلُّ جزء يُفرض ويكون أصغر من ثلث وخمس الأسطوانة فقد يُوجد منشورات كثيرة في داخل المجسّم المكافىء كلُّ واحد منها أعظمُ من ذلك الجزء . ويكون المنشورات المحيطة بالمجسّم المكافىء المقترنة بتلك المنشورات كلُّ واحد منها أيضاً أعظمُ من ذلك الجزء ، لأنه أعظم من المنشور الذي في داخل المجسّم . وكلُّ جزء يفرض يكون أعظمَ من ثلث وخمس الأسطوانة . فقد يُوجد منشورات كثيرة محيطة بالمجسم المكافىء كلُّ واحد منها أصغرُ من ذلك الجزء ، ويكون المنشورات التي في داخل المجسّم المكافىء ، المقترنة بتلك المنشورات ، كلُّ واحد منها أيضاً أصغرُ من

٧ – يمر : تمر // ٨ – للمدورة : المدورة / تحدث : يحدث // ٩ – تحدث: يحدث //
١٢ – تحدث : يحدث // ٢٢ – المقترنة : المعرنة // ٢٦ – المقترنة : المقرنة //

ذلك الجزء ، لأنه أصغرُ من المنشور المحيط بالمجسّم .

وكلُّ جزءٍ يُفرض غير الثلث والخمس فقد يُوجد منشورات كثيرة في داخل المجسم المكافىء ومنشوراتٌ كثيرة محيطة بالمجسم المكافىء ، يكون الداخلة والخارجة معاً إما أعظمَ من ذلك الجزء وإما أصغرَ من ذلك الجزء .

وقد تبين من قبلُ أن كلَّ منشورٍ يقع في داخل المجسّم المكافىء فهو أصغرُ من ثلث وخمس الأسطوانة ، وكلَّ منشور يحيط بالمجسّم المكافىء فهو أعظمُ من ثلث وخمس الأسطوانة . فيستبين من هــذا البيّان أنه لا جزءَ من أجزاء الأسطوانة – أعني : لا مقدارَ هو بعضُ الأسطوانة – يكون كلُّ منشور يقع في داخل المجسّم المكافىء أصغرَ منه ، وكلُّ منشور يحيط بالمجسّم المكافىء أعظم منه غيرُ الثلث والخمس . والمجسّم المكافىء هو بعض الأسطوانة ، وكلُّ منشور يقع في داخله فهو أصغرُ منه ، وكلُّ منشور يحيط به فهو أعظمُ منه . فإذا كان المجسّم المكافىء بعضَ الأسطوانة ، وكان كلُّ منشور يقع في داخله أصغرَ منه ، وكلُّ منشور يحيط به فهو أعظمُ منه ، وكان لا بعضَ من أبعاض الأسطوانة يكون كلُّ منشور يقع في داخل هذا المجسم أصغرَ منه وكلُّ منشور يحيط بهذا المجسم أعظم منه إلا الثلثَ والخمسَ ، وجب أن يكون المجسّم المكافىء هو الثلث والخمس . فقد انكشفت العلّة التي من أجلها وجب أن يكون المجسّم المكافىء الذي يحدث من استدارة القِطْع حول خط ترتيبه ثلثَ وخمسَ الأسطوانة ، ومن أجلها لا يصحّ أن يكون هذا المجسّم المكافىء غيرَ الثلث والخمس ، وهي أن كلَّ منشور يقع في داخل المجسّم المكافىء فهو أصغرُ من ثلثٍ وخمس الأسطوانة ، وكلَّ منشور يحيط بالمجسّم المكافىء فهو أعظمُ من ثلث وخمس الأسطوانة .

وعلى مثل هذه الطريقة بعينها يتبيّن في النوع الأول أن العلة – التي من أجلها لزم أن يكون المجسّمُ المكافىءُ ، الذي يحدث من استدارة القطع حول قطره ، هو نصفَ الأسطوانة – هي أن كلَّ منشورٍ يقع في داخل ذلك المجسم المكافىء هو أصغرُ من نصف الأسطوانة ، وكلَّ منشور يحيط بذلك المجسّم المكافىء فهو أعظمُ من نصف الأسطوانة ، وهي العلة التي أنتجت البرهان .

٢٦ – أنتجت : بنحت //

والطريق في تبيّن ذلك هو الطريق بعينه الذي يتبيّن في النوع الثاني . وإنما بيّناه في النوع الثاني لأن برهان النوع الثاني أصعبُ وأغمضُ ؛ فمن أجل صعوبته وغموضه وجب أن نبيّنه ونكشفَ علّته ، ونقيسٌ الأول عليه .

وكلُّ معنى يتبين ببرهان الخُلْف – بأن نَقسم من المقدار نصفَه ونصفَ نصفه أو أعظمَ من نصفه ، ومما يبقى أعظمَ من نصفه إلى أن يلزم منه المحال – ٥
فإن علّته / المنتجةَ للبرهان هي شبيهةٌ بالعلة التي بيناها في هذا الشكل . ٦٩ - ظ

فقد أتينا على تبيين مساحة نوعي المجسّم المكافىء ، وكشفنا علّةَ براهينه واستوفينا الكلامَ عليه . وهذا حين نختم القولَ فيه .

تم الكتاب والحمد لله رب العالمين والصلاة على النبي محمد وآله أجمعين وسلّم

٣ – ونكشف : ويكشف // ١٠ – والصلاة : والصلوة //

India Office SM 734, f. 56*v*.

Reproduit avec nos remerciments à The India Office Libray and Records, British Library, qui nous a envoyé une photographie de cette page et aussi de f. 66*v*, dont une partie apparaît sur la couverture de cette revue.

II- *IBN AL-HAYTHAM* : "*SUR LA MESURE DU PARABOLOÏDE*"

texte établi à partir du manuscrit India Office 1270 (Loth 734/XI).

$$I_n = \Sigma \underline{f}_i(x_{i+1} - x_i) \quad \text{et} \quad C_n = \Sigma \overline{f}_i(x_{i+1} - x_i)$$

avec $(I_n)_{n \geqslant 1}$ une suite monotone croissante, $(C_n)_{n \geqslant 1}$ une suite monotone décroissante.

2° On montre, à l'aide des propriétés arithmétiques des deux suites, qu'il existe une grandeur A telle que pour tout n, $I_n < A < C_n$.

3° On montre également que

$$(C_n - I_n) = \Sigma \, (\overline{f}_i - \underline{f}_i)(x_{i+1} - x_i)$$

tend vers zéro pour une suite donnée de subdivisions de l'intervalle en sous-intervalles de plus en plus petits; et par conséquent $\lim_{n \to \infty} C_n = \lim_{n \to \infty} I_n = L$, puisque ce sont deux suites adjacentes.

4° On montre par réduction à l'absurde que $A = L$, démonstration qui sous entend les propriétés discutées ci-dessus. Encore ne faut-il pas oublier que tout ceci est fait seulement dans le cas particulier des fonctions continues monotones; ce qui exclut toute interprétation anachronique de la méthode d'Ibn al-Haytham, et notamment des sommes intégrales utilisées.

Tels sont donc en fait les résultats et la méthode d'Ibn al-Haytham dans le *Traité sur la Mesure du Paraboloïde*. Un acte simple, mais jamais accompli auparavant, celui de faire tourner la parabole autour de l'ordonnée, a non seulement soulevé un problème jusque là impensé, mais a exigé la refonte de la structure théorique elle-même; c'est ainsi qu'il faut comprendre la réflexion d'Ibn al-Haytham sur la méthode. Les difficultés techniques qu'aucun problème d'intégration n'avait jusqu'alors rencontrées se sont avérées théoriquement fécondes. Mais, pour juger à notre tour de l'ampleur de cette fécondité, attendons un prochain article dans lequel nous examinerons l'étude d'Ibn al-Haytham sur le volume de la sphère. Nous nous demanderons alors pour quelles raisons ces modifications, aussi importantes fussent-elles, n'eurent pourtant pas une portée révolutionnaire.

et

$$W = v_n,$$

donc

$$v_n + I_n > V' + v_n,$$

d'où

$$I_n > V' ;$$

et ainsi il existe des solides inscrits dans le paraboloïde, plus grands que V'; V' n'est donc pas un majorant de $\{I_n\}$.

Il suppose ensuite $V' > \frac{8}{15} V$, et montre d'une manière analogue, mais en utilisant les propriétés de $(C_n)_{n \geqslant 1}$, qu'il existe des solides circonscrits au paraboloïde tels que

$$C_n < V' ;$$

et ainsi qu'il existe des solides circonscrits au paraboloïde, plus petits que V', et donc que V' n'est pas un minorant de $\{C_n\}$. Par conséquent aucune valeur $V' \neq \frac{8}{15} V$ ne vérifie la double propriété indiquée. D'où la caractérisation de $v(P) = \frac{8}{15} V$, et son unicité.

Selon Ibn al-Haytham, ce serait une erreur de considérer la preuve par réduction à l'absurde comme la raison qui donne un sens réel à la détermination de la mesure de ce volume. Ce sens est effectivement donné par les procédés de construction des sommes intégrales, puisque c'est grâce à celles-ci que l'on peut calculer la mesure – aire ou volume – cherchée, et démontrer son unicité. Position en quelque sorte "intuitionniste" avant la lettre, qui a infléchi la méthode en un sens beaucoup plus arithmétique qu'auparavant. Et de fait Ibn al-Haytham n'a pas seulement introduit beaucoup plus massivement que ses prédécesseurs des suites arithmétiques (jusque là ignorées pour certaines d'entre elles), dont il a exploité les propriétés arithmétiques en vue de la détermination du volume; il est également allé contre la règle de l'homogénéité des grandeurs; on peut en effet aisément vérifier qu'il n'a point hésité, au cours de son exposé, devant la représentation d'une grandeur, aussi bien que de son carré ou son cube, par un segment de droite.

Cette méthode est en fait une version infléchie de la méthode d'exhaustion, et nous en donnons un résumé selon l'ordre suivi par Ibn al-Haytham lui-même, mais en des termes bien différents:

1° On considère d'abord une subdivision;

$\underline{f}_i$ et $\overline{f}_i$ respectivement la borne inférieure et la borne supérieure de f sur (x_i, x_{i+1});

effet mené en des termes suffisamment généraux pour être transposable en des situations analogues. Ainsi, en quelques phrases d'une extrême concision, Ibn al-Haytham dégage l'idée qui justifie en ce domaine le recours au raisonnement par l'absurde. Nous pouvons, sans réduire en rien la portée générale du raisonnement, nous restreindre à la deuxième espèce de paraboloïde. L'idée est la suivante : $\frac{8}{15}$ V est le plus petit majorant de l'ensemble $\{I_n\}$ des valeurs de la suite monotone croissante $(I_n)_{n \geqslant 1,}$ et le plus grand minorant de l'ensemble $\{C_n\}$ des valeurs de la suite monotone décroissante $(C_n)_{n \geqslant 1;}$ et elle est la seule valeur qui possède cette propriété. Ibn al-Haytham n'a certes pas formulé son idée dans de tels termes, mais tout est présent pour qu'une telle traduction soit permise. Ici, il affirme explicitement que pour tout n, on a

$$I_n < \tfrac{8}{15} V \text{ et } \tfrac{8}{15} V < C_n \,;$$

mais il avait déjà montré que :

pour tout $\varepsilon > 0$, il existe N tel que pour $n > N$, on ait

$$\tfrac{8}{15} V - I_n < \varepsilon \text{ et } C_n - \tfrac{8}{15} V < \varepsilon \,.$$

Ainsi $v(P)$ apparaît comme le plus petit majorant de (I_n) et le plus grand minorant de (C_n). Il montre alors que cette double propriété caractérise $v(P)$. Pour cela, il procède de la manière suivante :

Soit $V' \neq \frac{8}{15} V$, et vérifiant la propriété donnée ; supposons d'abord que $V' < \frac{8}{15} V$. Il existe donc $\eta > 0$ tel que

$$V' + \eta = \tfrac{8}{15} V;$$

or, pour tout $\varepsilon > 0$, il existe N tel que pour $n > N$, on ait

$$V_n = \frac{V}{n} < \varepsilon,$$

mais

$$v_n < V_n,$$

d'où

$$v_n < \varepsilon,$$

donc, pour $\varepsilon = \eta$, il existe N_0 tel que pour $n > N_0$, on ait

$$V' + v_n < \tfrac{8}{15} V \,.$$

Mais on a montré précédement que pour tout n

$$W + I_n = \tfrac{8}{15} V,$$

I – 3. *Méthode apagogique et "intégration"*

Une fois achevées ses recherches sur le paraboloïde, et une fois le problème entièrement résolu, Ibn al-Haytham conclut son Traité sur l'examen d'un point de méthode. Et de fait, il arrive souvent à cet éminent mathématicien-physicien de traiter de problèmes de philosophie mathématique – ainsi par exemple dans son important mémoire sur l'analyse et la synthèse –, ou, selon sa bibliographie, de questions de philosophie de la physique, ou bien encore de thèmes de philosophie générale. Rien de tel ici cependant: ce n'est ni la philosophie du savant, ni celle du philosophe, qu'Ibn al-Haytham expose dans ce Traité, mais une réflexion interne aux mathématiques elles-mêmes. L'auteur, il est vrai, évoque des préoccupations didactiques: il craint en effet que le contenu du raisonnement échappe à un lecteur insuffisamment averti et pénétrant, qui n'en retiendrait que la forme, en privilégiant ainsi la preuve par *reductio ad absurdum* aux dépens des idées du phénomène; or seules ces dernières sont véritablement fondatrices de l'ensemble de la méthode, y compris de la dite preuve. Séparée de ces idées, la preuve risque en effet, aux yeux d'un tel lecteur, de se réduire à une pure forme, susceptible d'épouser indifféremment, et donc sans raison, plusieurs contenus différents, et par conséquent d'engendrer la pernicieuse illusion de valoir aussi bien pour d'autres solutions que celles effectivement trouvées: $\frac{1}{2}V$ dans le premier cas, $\frac{8}{15}V$ dans l'autre.

Devant un semblable risque, Ibn al-Haytham a choisi, selon ses propres dires, d'engager une clarification des moyens de la preuve, en élucidant le rapport de la forme de la démonstration aux idées du phénomène; ou, pour parler le langage de l'époque, "la cause grâce à laquelle s'est parfaitement réalisée la démonstration" والعلة التي بها تم البرهان , ou bien encore "le concept qui a produit la démonstration" المعنى الذي أنتج البرهان . Ainsi par exemple, dans le cas du paraboloïde, il s'agit de déterminer avec rigueur la principale raison qui fait que son volume est égal à $\frac{1}{2}V$ – à $\frac{8}{15}V$ si l'on considère le deuxième cas –, et égal à cette valeur seulement. C'est là le vrai motif d'Ibn al-Haytham, peut-être suscité par l'exigence d'une restructuration des concepts qui ne pouvait que déplacer le regard du mathématicien pour l'orienter non plus simplement sur la technique mathématique, mais aussi sur les rapports qu'elle entretient avec la configuration conceptuelle à laquelle elle se réfère.

Cette tâche de clarification s'exprime d'abord dans la rédaction d'un exposé, certes court, mais qui offre néanmoins l'intétêt de manifester la véritable pensée d'Ibn al-Haytham, sa version de la méthode d'exhaustion. Il nous permet en outre de connaître les raisons pour lesquelles Ibn al-Haytham a jugé, sans ambiguité aucune, que cette méthode est à la fois apodictique et heuristique. C'est également cette tentative d'élucidation conceptuelle qui confère à un exposé centré sur le paraboloïde une allure générale. Il est en

Soient D, S_1, ..., S_{n-1}, S_0 les disques horizontaux centrés sur BC dont les carrés des rayons sont respectivement $(\frac{1}{2}n^4 + \frac{1}{30}n)\, k^2\, h^4$, $(n^2 - 1^2)^2\, k^2\, h^4$, ..., $n^4\, k^2\, h^4$, et W, W_1, ..., W_{n-1}, W_0 les cylindres correspondants de hauteurs égales à h. Il vient

$$W + \sum_{i=1}^{n-1} W_i = \frac{8}{15}\, n\, W_0 = \frac{8}{15}\, V,$$

d'où

$$W = v(P) - \sum_{i=1}^{n-1} W_i = v(P) - I_n = v_n,$$

avec v_n la somme des volumes des parties intérieures des solides d'encadrement. Mais on a montré que $V_n = \dfrac{V}{n} = \pi\, k^2\, h^5\, n^4$,

d'où

$$u_n = V_n - v_n = \frac{V}{n} - W = \pi\,(\tfrac{1}{2}n^4 - \tfrac{1}{30}n)\, k^2\, h^5,$$

donc

$$\frac{u_n}{v_n} = \frac{\frac{1}{2}n^4 - \frac{1}{30}n}{\frac{1}{2}n^4 + \frac{1}{30}n}\,.$$

On montre facilement que si u_{n+1}, v_{n+1} correspondent à la $(n+1)$ième subdivision, alors on a

$$\frac{u_{n+1}}{v_{n+1}} > \frac{u_n}{v_n}\,,$$

ce que fait Ibn al-Haytham.

Il montre en effet que

$$\frac{\frac{1}{2}(n+1)^4 - \frac{1}{30}(n+1)}{\frac{1}{2}(n+1)^4 + \frac{1}{30}(n+1)} > \frac{\frac{1}{2}n^4 - \frac{1}{30}n}{\frac{1}{2}n^4 + \frac{1}{30}n} \text{ pour } n = 1, 2, \ldots\,.$$

Il n'a cependant pas démontré une expression équivalente à $\lim_{n \to \infty} \frac{u_n}{v_n} = 1$; peut-être est-ce en raison de l'étroite dépendance d'une telle notion à l'égard d'une autre langue; peut-être aussi parce qu'il s'intéresse essentiellement à l'allure de la variation du rapport: la croissance. Il serait cependant surprenant qu'il n'en ait pas eu, au moins intuitivement, l'idée.

équivalent[2] à celui de l'intégrale définie

$$v(P) = \int_0^b \pi k^2(b^2-y^2)^2\,dy = \int_0^b \pi k^2 b^4\,dy - \int_0^b 2\pi k^2 b^2 y^2\,dy + \int_0^b \pi k^2 y^4\,dy,$$

ce qui implique notamment un calcul du dernier terme au moyen d'une évaluation de la somme des puissances quatrièmes des n premiers entiers naturels. De tels résultats ont généralement été attribués aux mathématiciens de la première moitié du XVIIème siècle.[3]

Ibn al-Haytham ne s'arrête pas là. Il se tourne à nouveau vers les petits solides d'encadrement, afin d'étudier leur comportement lorsqu'on augmente indéfiniment les points de la subdivision. Nous nous trouvons cette fois en présence d'une pensée franchement infinitésimaliste, et en quelque sorte fonctionnelle, dans la mesure où l'enjeu du problème est explicitement le comportement asymptotique d'êtres mathématiques dont on cherche à déterminer la variation. Expliquons quelque peu le parcours d'Ibn al-Haytham. Il veut montrer que le rapport de la somme des parties extérieures de ces petits solides d'encadrement à la somme des parties intérieures croît lorsqu'on augmente indéfiniment le nombre des points de la subdivision.

Il montre d'abord

$$C_n - I_n = V_n = \frac{V}{n}$$

avec V_n la somme des volumes des petits solides d'encadrement, et V le volume du cylindre circonscrit. Il établit ensuite d'après les lemmes arithmétiques que

$$\sum_{i=1}^{n-1} (n^2-i^2)^2 = \tfrac{8}{15}(n-1)\,n^4 + \tfrac{1}{30}n^4 - \tfrac{1}{30}n,$$

d'où

$$(\tfrac{1}{2}n^4 + \tfrac{1}{30}n) + \sum_{i=1}^{n-1}(n^2-i^2)^2 = \tfrac{8}{15}n^5.$$

2. Cf. Suter, "Die Abhandlung über die Ausmessung des Paraboloides von el-Hasan b. el-Hasan b. el-Haitham", *Bibliotheca Mathematica*, III. Folge. XII. Bd. (Leipzig, 1912), pp. 131-132.

Voir également Jamāl al-Dabbagh, "Infinitesimal Methods of Ibn Al-Haitham", *Bulletin of the College of Science*, 11 (1970), Baghdad, 8-17.

3. Cf. Kepler: *Nova Stereometria doliorum vinariorum* (Linz, 1615). Cavalieri : *Exercitationes Geometricae Sex* (Bologna, 1647), IV, prop. 24.

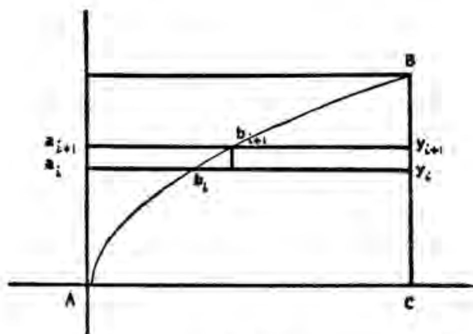


Fig. 2

mais, d'après l'inégalité (3), on obtient

$$I_n \leqslant \tfrac{8}{15}\, V \leqslant C_n.$$

Dans un langage différent de celui d'Ibn al-Haytham: comme la fonction $g(y) = ky^2$ est continue sur $[0, b]$, le calcul d'Ibn al-Haytham est équivalent à

$$v(P) = \lim_{n \to \infty} \sum_{i=1}^{n} \pi\, k^2 h^5 (n^2 - i^2)^2,$$

avec $v(P)$ le volume du paraboloïde de la deuxième espèce; d'où

$$v(P) = \lim_{n \to \infty} \sum_{i=1}^{n} \pi\, k^2 (b^4 - 2\, b^2 y_i^2 + y_i^4) h,$$

donc

$$v(P) = \pi \int_0^b k^2 (b^4 - 2\, b^2 y^2 + y^4)\, dy\,,$$

d'où

$$v(P) = \tfrac{8}{15}\, \pi\, k^2 b^5 = \tfrac{8}{15}\, \pi\, a^2 b = \tfrac{8}{15}\, V.$$

Il est donc clair que le calcul d'Ibn al-Haytham est mathématiquement

2° possède une loi générale pour les sommes de n premiers entiers à une puissance quelconque, ainsi qu'on peut le vérifier en examinant ses démonstrations.

S'il n'est pas allé plus loin que la 4ème puissance, c'est en raison de l'inégalité que ces lemmes sont précisément destinés à établir.

En effet, la loi générale repose sur la formule suivante :

$$(n+1)\sum_{k=1}^{n} k^{i} = \sum_{k=1}^{n} k^{i+1} + \sum_{p=1}^{n}\left(\sum_{k=1}^{p} k^{i}\right),$$

explicitement utilisée par Ibn al-Haytham. Il pouvait donc calculer la somme des puissances des n premiers entiers pour $n \geqslant 5$. Mais Ibn al-Haytham n'a pas poursuivi le calcul, car il entendait seulement démontrer la double inégalité:

$$(3) \qquad \sum_{k=1}^{n} [(n+1)^2 - k^2]^2 \leqslant \tfrac{8}{15}(n+1)(n+1)^4 \leqslant \sum_{k=0}^{n} [(n+1)^2 - k^2]^2,$$

elle-même destinée à la recherche du volume du paraboloïde de la deuxième espèce. Or, cette double inégalité n'exige que le calcul de la somme des puissances quatrièmes des n premiers entiers naturels.

Ainsi, tout est désormais en place pour la détermination du volume du paraboloïde engendré par la rotation de la portion de la parabole ACB d'équation $x = ky^2$ autour de l'ordonnée BC. A l'exemple d'Ibn al-Haytham, nous appellerons ce solide "paraboloïde de la seconde espèce".

Soit donc $(Y_i)_{i=0}^{n}$ une subdivision de $[0,b]$ en intervalles égaux, de longueur h, avec $BC = b = nh$.

Notons $r_i = a - a_i b_i$ pour $0 \leqslant i \leqslant n$;

il vient $r_i = k(b^2 - y_i^2) = kh^2(n^2 - i^2)$;

d'une manière analogue à ce qui précède, on a

$$I_n = \sum_{i=1}^{n-1} \pi k^2 h^5 (n^2 - i^2)^2,$$

et

$$C_n = \sum_{i=0}^{n-1} \pi k^2 h^5 (n^2 - i^2)^2,$$

Ibn al-Haytham s'attache ensuite à démontrer le même résultat dans le cas d'un paraboloïde engendré par une parabole dont les ordonnées ne font pas avec le diamètre un angle droit, autrement dit dans un système d'axes non orthogonaux. Il considère alors respectivement les deux cas où l'angle $C < \frac{\pi}{2}$ et $C > \frac{\pi}{2}$. Il revient alors, et c'est d'une extrême importance, sur les notions fondamentales déjà introduites, et notamment sur les sommes intégrales. On remarque sans peine, à la lecture de cette analyse ou du texte même d'Ibn al-Haytham, que celui-ci ne cesse de souligner le rôle capital de ces sommes dans le calcul des volumes. Mais avant d'engager une discussion sur ces points essentiels, examinons l'autre espèce de paraboloïdes, ceux qui sont engendrés par la rotation d'une parabole autour de son ordonnée.

C'est précisément pour calculer le volume des solides de cette espèce qu'Ibn al-Haytham traite au commencement de son mémoire de la sommation des puissances des n premiers entiers successifs, et obtient des résultats qui font date dans l'histoire de la théorie des nombres. Ainsi, après avoir démontré

$$\sum_{k=1}^{n} k = n\,\frac{(n+1)}{2} = \frac{n^2}{2} + \frac{n}{2},$$

il prouve d'une manière différente de celle d'Archimède dans *Des Spirales*:

$$\sum_{k=1}^{n} k^2 = n\,(n+\tfrac{1}{2})(\tfrac{1}{3}n+\tfrac{1}{3}) = \tfrac{1}{3}n^3 + \tfrac{1}{2}n^2 + \tfrac{1}{6}n.$$

Il aborde ensuite la preuve de

$$\sum_{k=1}^{n} k^3 = n^2\,(n+1)\,(\tfrac{1}{4}n+\tfrac{1}{4}) = \tfrac{1}{4}n^4 + \tfrac{1}{2}n^3 + \tfrac{1}{4}n^2$$

et, pour la première fois dans l'histoire, il montre que

$$\sum_{k=1}^{n} k^4 = n\,(n+\tfrac{1}{2})\,(\tfrac{1}{5}n+\tfrac{1}{5})\,[n\,(n+1)-\tfrac{1}{3}].$$

Il est hors de doute que Ibn al-Haytham

1° procède par une induction complète un peu vieillie[1],

1. Voir R. Rashed: "L'Induction mathématique: al-Karajī, as-Samaw'al," *Archive for History of Exact Sciences*, 9 (1972), 1-21.

Maintenant, pour montrer que $v(P) = \frac{1}{2} V$, Ibn al-Haytham suit la voie traditionnelle:

1°) Supposons d'abord que $v(P) > \frac{1}{2} V$, c'est-à-dire qu'il existe $\varepsilon > 0$ tel que $v(P) - \frac{1}{2} V = \varepsilon$.

Mais on a pour tout n

$$v(P) - \tfrac{1}{2} V = (v(P) - I_n) + (I_n - \tfrac{1}{2} V).$$

Mais, pour tout $\varepsilon > 0$, il existe N tel que pour $n > N$, on ait

$$v(P) - I_n \leqslant \varepsilon,$$

et

$$I_n - \tfrac{1}{2} V < 0,$$

donc

$$v(P) - \tfrac{1}{2} V < \varepsilon,$$

ce qui contredit l'hypothèse; donc $v(P) \leqslant \frac{1}{2} V$.

2°) Supposons ensuite $v(P) < \frac{1}{2} V$, c'est-à-dire qu'il existe $\varepsilon > 0$ tel que $\frac{1}{2} V - v(P) = \varepsilon$.

Mais on a pour tout n

$$\tfrac{1}{2} V - v(P) = (\tfrac{1}{2} V - C_n) + (C_n - v(P)).$$

Mais, pour tout $\varepsilon > 0$, il existe N tel que pour $n > N$, on ait

$$C_n - v(P) \leqslant \varepsilon$$

et

$$\tfrac{1}{2} V - C_n < 0,$$

donc

$$\tfrac{1}{2} V - v(P) < \varepsilon;$$

ce qui contredit l'hypothèse, donc

$$v(P) \geqslant \tfrac{1}{2} V.$$

De 1°) et 2°) on déduit $v(P) = \frac{1}{2} V$.

(1) $$I_n = \frac{\pi}{2}(n\text{-}1)\, hr_n^2 < \tfrac{1}{2}V\ .$$

De même, posons $$C_n = \sum_{i=0}^{n-1} \pi\,(x_{i+1} - x_i)\, R_i^2\ ,$$

avec $$R_i = \sup_{x_i \leqslant x \leqslant x_{i+1}} f(x) = f(x_{i+1})\ ,$$

puisque f est croissante sur $[0,a]$; donc

$$C_n = \sum_{i=1}^{n} \pi\, hr_i^2\ ;$$

(2) $$C_n = \frac{\pi}{2}(n+1)\, hr_n^2 > \tfrac{1}{2}V\ .$$

De (1) et (2) on déduit que

$$I_n < \tfrac{1}{2}V < C_n .$$

Notons qu'Ibn al-Haytham montre que si

$$C_n - I_n = d\ ,$$

et si on augmente le nombre des points de la subdivision $(x_i)_{i=0}^{n}$, en ajoutant les points d'abscisses $\frac{x_i + x_{i+1}}{2}$, avec $0 \leqslant i \leqslant n\text{-}1$; on a alors une nouvelle subdivision $(\xi_i)_{i=0}^{2n}$;

$$C_{2n} - I_{2n} = \frac{d}{2} .$$

Ce procédé constructif lui permet de déduire que :

Pour $\varepsilon > 0$ quelconque fixé, on peut rendre la subdivision de $[0,a]$ suffisamment fine pour avoir

$$C_{\varphi(n)} - I_{\varphi(n)} \leqslant \varepsilon\ .$$

Pour obtenir $\varphi(n)$ – le nombre des intervalles de la subdivision – il suffit en fait de réitérer la précédente construction p fois, pour p suffisamment grand, vérifiant

$$\frac{d}{2^p} \leqslant \varepsilon\ .$$

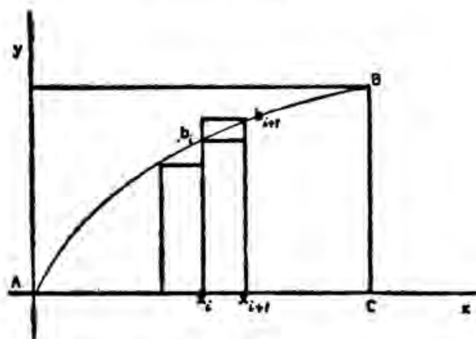


Fig. 1

mais

$$r_n^2 = 2\, r_{\frac{1}{2}n}^2 \;,$$

donc

$$\sum_{i=1}^{n-1} r_i^2 = \tfrac{1}{2}\,(n-1)\, r_n^2 \;.$$

Posons

$$I_n = \sum_{i=0}^{n-1} \pi\; (x_{i+1} - x_i)\, r_i^2 \,,$$

il vient

$$I_n = \sum_{i=1}^{n-1} \pi\, h r_i^2 \,,$$

avec

$$r_i = \inf_{x_i \leqslant x \leqslant x_{i+1}} f(x) = f(x_i),$$

où $$f(x) = \sqrt{k\,x} \;;$$

puisque f est croissante sur $[0,a]$. Il s'ensuit

$$I_n < \tfrac{1}{2} V < C_n$$

avec $(I_n)_{n\geqslant 1}$ la suite des volumes des solides inscrits dans le paraboloïde, $(C_n)_{n\geqslant 1}$ la suite des volumes des solides circonscrits, V le volume du cylindre circonscrit au paraboloïde. Dans le deuxième lemme, al-Qūhī montre comment procéder pour rendre une subdivision suffisamment fine. Il prouve ainsi que si $(x_i)_{i=0}^n$ est une subdivision du diamètre de la parabole – dont la rotation autour du diamètre engendre le paraboloïde – on peut ajouter les points $\frac{x_{i+1}+x_i}{2}$, avec $0 \leqslant i \leqslant n-1$, afin d'obtenir une nouvelle subdivision, pour laquelle on a $C'_n - I'_n = \frac{1}{2}(C_n - I_n)$, et qu'on peut réitérer le procédé un nombre de fois suffisamment grand.

A l'aide de ces deux lemmes, al-Qūhī montre finalement que le volume du paraboloïde de révolution est égal à la moitié du cylindre circonscrit.

La méthode suivie par Ibn al-Haytham pour calculer ce même volume est, pour l'essentiel, équivalente à celle d'al-Qūhī, à ceci près cependant qu'il complète sa démonstration, et qu'il comble les lacunes qu'elle pouvait comporter.

I – 2. *Le volume du paraboloïde selon Ibn al-Haytham.*

Dans son Traité, après cette introduction pour ainsi dire historique et les lemmes arithmétiques sur lesquels nous allons revenir, Ibn al-Haytham reprend donc le raisonnement d'al-Qūhī pour montrer que le volume du paraboloïde de révolution est égal à la moitié du volume du cylindre. Résumons sa démonstration, mais dans un autre langage.

Soit AB une portion d'une parabole d'équation $y^2 = kx$, qui engendre une portion de paraboloïde P par la rotation autour de son diamètre AC. Prenons une subdivision $(x_i)_{i=0}^n$ en intervalles égaux de longueur h de $[x_0, x_n]$, avec x_0 abscisse du point A, et x_n abscisse du point C, $x_i \leqslant x_{i+1}$, pour $0 \leqslant i \leqslant n-1$, et n pair. Notons c_i le point du diamètre AC d'abscisse x_i, $r_i = c_i b_i$ pour $0 \leqslant i \leqslant n$, $v(P)$ le volume de la portion de paraboloïde, et V celui du cylindre circonscrit. On pose $AC = a$ et $nh = a$.

Il vient, d'après l'équation de la parabole

$$r_i^2 + r_{n-i}^2 = k\,i\,h + k\,(n-i)\,h = r_n^2,$$

d'où

$$r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_{\frac{1}{2}n-1}^2 + r_{\frac{1}{2}n+1}^2 + \dots + r_{n-1}^2 = (\tfrac{1}{2}n-1)\,r_n^2\,;$$

Sur le Cercle et *Sur la Sphère et le Cylindre*, la mesure de la parabole et du paraboloïde.

Archimédien au sens large, il ne peut cependant pas se conformer strictement au modèle; il lui a donc fallu ouvrir d'autres voies. Aussi dans le premier texte sur la parabole lui a-t-il fallu 21 lemmes avant d'en donner l'aire; et c'est cette longueur de la solution qui a incité son petit-fils, Ibrāhīm b. Sinān[5] à s'attaquer à nouveau au problème, pour ainsi réduire le nombre des lemmes à deux seulement. Le cas est le même pour le paraboloïde, où il a fallu à Thābit b. Qurra 35 lemmes avant d'atteindre son but. Or, c'est précisément cet aspect qu'al-Qūhī dénonce, lorsqu'il écrit[6] que ce livre:

> est volumineux; il comporte beaucoup de propositions arithmétiques et géométriques, ainsi que d'autres encore. Les propositions atteignent le nombre de quarante environ. Toutes sont des lemmes et une seule proposition, qui est: connaître la mesure du paraboloïde. Quand nous avons étudié cet ouvrage, le livre d'Archimède sur la *Sphère et le Cylindre*, en dépit de sa difficulté et en dépit du fait qu'il contient plusieurs développements en géométrie, <nous a paru> se lire plus facilement que celui-ci, qui pourtant ne comporte qu'un seul développement, la mesure du paraboloïde. Aussi n'avons-nous rien pu en retenir, malgré la résolution qui était la nôtre, et croyons-nous que tous ceux qui ont voulu le lire sont dans la même situation que nous, et ceci depuis le temps où il fut composé par Thābit jusqu'à notre temps. Je veux dire que personne n'a rien pu retenir de ce livre, de même que nous n'avons rien pu en retenir. C'est pourquoi nous avons à nouveau examiné la détermination de la mesure de cette figure, et nous avons trouvé sa mesure par une méthode qui ne fait appel à aucun de ces lemmes, et qui ne nécessite aucun d'eux.

Encore faut-il noter que Thābit b. Qurra a réintroduit les sommes intégrales d'une manière différente de celle d'Archimède; tel est en effet le cas dans son calcul de l'aire d'une portion de parabole,[7] calcul équivalent à $\int_a^b \sqrt{x}\, dx$.

De même pour le paraboloïde de révolution: alors qu'Archimède considère[8] des cylindres de même hauteur, Thābit b. Qurra a recours à des troncs de cône adjacents, dont les bases déterminent une subdivision du diamètre de la parabole – qui engendre le paraboloïde – dont les intervalles sont proportionnels aux nombres impairs successifs commençant par un; et dont les hauteurs sont les mêmes. Al-Qūhī, pour parvenir à réduire le nombre de lemmes à deux seulement, retrouve indépendamment les sommes intégrales telles qu'elles figurent chez Archimède. Sa méthode ne diffère du reste de celle d'Archimède que sur quelques détails, notamment lorsqu'il s'agit de prouver qu'on peut rendre la différence entre les cylindres inscrits et les cylindres circonscrits aussi petite que l'on veut. Dans le premier lemme, al-Qūhī montre que

5. Voir notre article du *Dictionary of Scientific Biography* sur Ibrāhīm ibn Sinān ibn Thābit ibn Qurra.

6. al-Qūhī, *op. cit.* ff. 191*r* – 191*v*.

7. Voir A. Youschkevitch, "Note sur les déterminations infinitésimales chez Thābit ibn Qurra", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 17 nº 66 (1964), 37-45.

8. Voir notamment les propositions 19 à 22 de *Sur les Conoïdes et les Sphéroïdes*, d'Archimède.

Et c'est seulement au terme de ce travail préliminaire que nous pourrons revenir au problème capital, oublié par les historiens.

Les titres mêmes des traités sont évocateurs: Ibn al-Haytham ne fait que reprendre deux problèmes déjà étudiés depuis Archimède. Il est vrai que dans le premier traité il calcule, pour la première fois, le volume d'une portion de paraboloïde engendré par la rotation de la parabole autour de l'ordonnée. Jusque là, en effet, on n'avait considéré qu'une portion de paraboloïde de révolution. Ce résultat d'Ibn al-Haytham, dont l'importance est unanimement reconnue, justifie sans aucun doute la rédaction du premier traité. Mais si l'on privilégie la nouveauté et l'originalité des seuls résultats, on manquera les raisons qui ont incité Ibn al-Haytham à composer son *Traité sur la Mesure de la Sphère*: celui-ci n'ignorait en effet ni le travail d'Archimède, ni celui de Banū Mūsā sur le même sujet. Or, dans l'Introduction à ce deuxième traité – rédigé après le *Traité sur la Mesure du Paraboloïde* – Ibn al-Haytham invoque pour raison la nouveauté de la méthode, et par conséquent la clarté et la concision de la preuve. La question se précise donc: quel changement conceptuel a-t-il pu s'opérer, qui non seulement a permis de nouvelles découvertes, mais qui justifiait aussi aux yeux d'Ibn al-Haytham qu'il reprît un problème deux fois étudié auparavant, le problème du volume de la sphère ?

Un tel changement conceptuel, s'il eut lieu, a donc dû s'accomplir à l'occasion de l'étude du volume du paraboloïde, que nous allons examiner ici. L'histoire du problème a été relatée par Ibn al-Haytham lui-même, lorsqu'il présente sa propre étude du paraboloïde de révolution dans la suite des travaux de Thābit b. Qurra, repris ensuite par al-Qūhī. Quant au calcul du paraboloïde engendré par la rotation de la parabole autour de l'ordonnée, il s'en attribue entièrement la paternité. Or, si nous écartons *Sur les Conoïdes et les Sphéroïdes*, d'Archimède, ouvrage qu'Ibn al-Haytham ignorait puisque, nous l'avons vu, il n'était pas traduit en arabe, nous ne connaissons sur ce sujet que les deux mémoires cités par Ibn al-Haytham, celui de Thābit b. Qurra et celui d'al-Qūhī. A cet égard, du reste, le témoignage de ce dernier est précieux. Il écrit:[4] "Il n'existait pas d'autre livre sur la mesure du paraboloïde que celui composé par Abū'l-Ḥasan Thābit b. Qurra, et il est en la possession de la plupart de nos collègues". Ibn al-Haytham s'accorde donc avec son prédécesseur al-Qūhī pour reconnaître à Thābit la priorité dans la solution de ce problème, manifestant indirectement, lui aussi, l'ignorance dans laquelle on se trouvait du texte d'Archimède. Sur un point encore, il suit al-Qūhī lorsqu'il reproche à Thābit b. Qurra la complexité et la longueur excessive de son étude. Mais plutôt qu'un simple reproche, il faut voir là une critique au sens strict, c'est-à-dire un acte à portée créatrice. Thābit b. Qurra, en effet, fut le premier mathématicien arabe à aborder, après la lecture des deux *Traités* d'Archimède

4. Cf. le manuscrit du Traité d'al-Qūhī, de la Bibliothèque Khuda Bakhch de Patna, Inde. nº 2519 (33) 191*r*.

lacune à laquelle s'ajoute, et qu'explique du reste à certains égards, l'idéologie historique que l'on sait. C'est ainsi qu'il faut comprendre la tentation de ramener, sans précaution aucune, à Archimède, les travaux et les résultats de ses successeurs arabes, lorsqu'il ne s'agit pas d'apporter en commentaire des affirmations fausses, voire contradictoires.[2] Une fois encore, l'ignorance des faits et le voile idéologique ont assurément empêché de poser ce problème, qui ne laissera indifférent ni l'épistémologue, ni l'historien.

La contribution des mathématiciens arabes n'est certes pas indépendante des travaux d'Archimède. Tout comme ces derniers, elle a sans doute été suscitée par l'étude des aires et des volumes des figures géométriques, non limitées par des segments de droite uniquement. Mais elle a directement tiré parti de la traduction de trois livres: les *Eléments* d'Euclide, *La Mesure du Cercle*, et *De la Sphère et du Cylindre*, d'Archimède. Cependant, alors que ces trois ouvrages traitent de la méthode d'exhaustion, aucun n'a vraiment recours aux sommes intégrales – sommes de Darboux – lesquelles figurent dans *Sur les Conoïdes et les Sphéroïdes*, et *Des Spirales*. Or rien n'indique que ces deux ouvrages, pas plus d'ailleurs que *La Mesure de la Parabole*, aient été traduits en arabe.[3] Toute tentative de réduire l'oeuvre des mathématiciens du IXème au XIème siècle à celle d'Archimède s'effrite donc déjà sur l'ignorance dans laquelle se trouvaient ces derniers de la notion essentielle par laquelle Archimède a complété la méthode d'exhaustion.

Tel est, en tout cas, le bagage dont disposent les trois frères Banū Mūsā, Thābit b. Qurra, son petit-fils Ibrāhīm b. Sinān, al-Qūhī et Ibn al-Haytham, autrement dit les représentants de la tradition infinitésimaliste arabe. Il n'est pas question de reprendre ici l'histoire de cette tradition, ni de son apport global à ce domaine. Nous voulons nous attacher aux éléments: reconstituer d'abord les faits eux-mêmes, et nous limiter en premier lieu aux travaux d'Ibn al-Haytham – dont nous poursuivons déjà l'édition de l'oeuvre mathématique– afin de les traduire et de les commenter. C'est donc de l'oeuvre du dernier grand mathématicien de la tradition infinitésimaliste arabe qu'il s'agit, et ainsi de l'héritier du progrès accompli de Banū Mūsā à al-Qūhī. Successivement, dans deux articles, nous nous attacherons

1 – au *Traité sur la mesure du Paraboloïde*.

2 – au *Traité sur la mesure de la Sphère*.

2. Récemment encore, par exemple, en 1970, Ch. Mugler écrit: "Notre civilisation a dû attendre le XVIIème et le XVIIIème siècles pour voir apparaître des travaux continuant la pensée d'Archimède". Cf. Archimède, T. 1, p. XIX, "Les Belles Lettres".

Pour illustrer cette idéologie et ses contradictions, on peut aussi citer, entre autres, M. Baron, *The Origins of the Infinitesimal Calculus* (Oxford: Pergamon Press, 1969).

3. C'est à cette conclusion que l'on parvient après avoir consulté les livres des biobibliographes et ceux des mathématiciens.

Ibn al-Haytham et la mesure du Paraboloïde

Roshdi Rashed*

I – 1. *Introduction*

Le calcul des aires et des volumes infinitésimaux, ainsi que les méthodes d'intégration qui s'y appliquent, ont, à deux reprises, constitué dans l'histoire un secteur avancé de la recherche mathématique. La première fois, c'est principalement le nom d'un seul homme que l'histoire a retenu: Archimède. Onze siècles plus tard, les recherches en ce domaine sont associées au nom de quelques mathématiciens, parmi les plus prestigieux de leur temps. Mais on ne saurait trop s'étonner qu'à l'époque hellénistique, aussi bien qu'avec les mathématiciens arabes des IXème, Xème et XIème siècles, l'élan qui animait l'étude de ces matières ne tardât pas à se briser, et l'activité des savants à s'exténuer. Reprise par les mathématiciens du XVIIème siècle, cette recherche connut un essor qui, depuis, ne s'est pas démenti. Mais ces deux interruptions, à onze siècles d'intervalle, ce contraste entre les deux premières tentatives et la troisième, représentent un fait capital, bien que non souligné, de l'histoire des mathématiques.

En effet, les raisons pour lesquelles une telle activité s'est épuisée dans deux contextes scientifiques et culturels aussi dissemblables que celui des hellènes et celui des arabes, risquent aussi d'éclairer et d'expliciter la fécondité du recommencement de la discipline au XVIIème siècle. La connaissance de ces raisons pourrait nous être précieuse, en nous aidant à comprendre pourquoi les mathématiciens du XVIIème siècle, qui ne possédaient pas davantage que leurs devanciers grecs et arabes de véritable définition de l'intégrale, sont parvenus à inventer des algorithmes et à saisir les rapports entre les problèmes des aires et ceux de la tangente. Or, au lieu de tenter d'élucider cette opposition et d'en développer les prolongements, fondamentaux pour l'histoire de l'analyse, on n'a conservé de l'histoire que la simple succession des auteurs.

Il est vrai qu'une certaine méconnaissance des faits eux-mêmes et en particulier de l'apport des mathématiciens arabes, est en partie responsable d'une telle négligence. Si l'on connaît bien en effet, dans la limite des documents disponibles tout au moins, les travaux d'Archimède, on connaît beaucoup moins[1] ceux de Thābit b. Qurra, d'al-Qūhī, d'Ibn al-Haytham, par exemple;

* C. N. R. S.

1. Voir cependant les travaux de H. Suter, au début du siècle. Plus récemment, A. Youschkevitch n'a cessé de souligner l'importance des travaux des mathématiciens arabes. Cf. par exemple: A. Youschkevitch: *Les mathématiques arabes* (Paris: Vrin, 1976), pp. 127-130.

الاستقراء عند ابن الهيثم **

صالح عمر *

من أهم سمات الطريقة التي يتبعها ابن الهيثم في « كتاب المناظر » وفي اعمال أخرى للتأكد من حقيقة ما تقوله نظرية ما هي انه يكرر مشاهدة الظاهرة التي تشير النظرية الى وجودها او حدوثها وهو عادة لا يقبل بالنظرية إلا بعد مشاهدات عديدة تثبت صحتها. وفي حالة عدم ثباتها بعد تكرار المشاهدة فهو لا يتردد في التخلي عنها. والذي يثير الأعجاب حقاً هو مدى تقيده بهذه القاعدة حيث انه يطبقها بشكل روتيني دؤوب في كل اعماله، حتى في بعض الحالات التي لا يبدو فيها حاجة للمزيد من التكرار. ومع ان هذا يؤدي الى اضفاء الميكانيكية احيانا على منهج ابن الهيثم، وكأنه في هذه الحالات يؤكد ما هو واضح، فنحن نخطيء كثيراً إذا سمحنا لهذه المغالاة في التكرار بان تخفي علينا الابداع المنهجي الخطير الذي تتضمنه طريقة ابن الهيثم العلمية، والتي ادت، تماما لانها اتبعت اسلوب اطراد المشاهدة، إلى تطور خطير ليس في علم الضوء وحسب، ولكن في الطريقة العلمية بشكل عام[1].

* معهد التراث العلمي العربي، و Northwestern University, Evanston, Illinois 60201, U.S.A.

** بعض المواضيع التي يتناولها هذا المقال سبق وعالجتها في مقال اخر نشر باللغة الانكليزية حاملا العنوان التالي:
"Ibn al-Haytham's Theory of Knowledge and its Significance for Later Science", *Arab Studies Quarterly*, Vol I, Nº 1, 1979.

ذلك المقال كتب في سياق معين كذلك تناول مواضيع لايتناولها المقال الذي بين أيدي القاريء. فهناك ارد على تجاهل ا. كرومبي في كتابه *From Augustine to Galileo* لما قدمه ابن الهيثم من تطوير للمنهج العلمي، تطويرا يعزوه كرومبي خطأ الى اللاتينيين الذين جاؤوا بعد ابن الهيثم وتأثروا تأثراً بالغاً به، اما هنا فأركز على اختلاف نظرية ابن الهيثم في الادراك عن نظرية ارسطو وعما يحدثه هذا الاختلاف من تغيير اساسي في معنى الاستقراء الارسطوي.

١ — : لقد بينت في كتابي:
Ibn al-Haytham's Optics: A Study of the Origins of Experimental Science (Minneapolis: Bibliotheca Islamica, 1977)
(" ابن الهيثم : دراسة في اصول العلم التجريبي ").

ان اكتشافات ونظريات ابن الهيثم تعتمد على طريقته العلمية، وان هذه الطريقة لا تشكل استمرارا لمناهج علمية سابقة او حتى مركبا من هذه المناهج السابقة، بل منهجا جديدا يرتكز الى نظرة مبدعة لاصول المعرفة ←

الهدف من هذه المقالة الكشف عن الارتباط الوثيق بين طريقة ابن الهيثم العلمية وبين اساسها وهو نظريته في الأدراك الحسي والمعرفة . ولقد اعتمدت بشكل رئيسي في هذه الدراسة على المقالة الثانية من « كتاب المناظر » لابن الهيثم .

تقول نظرية ابن الهيثم في الابصار بان هذا يتم عندما ينقل الضوء صورة المبصر إلى العين ومنها إلى « الحاس » في الدماغ عن طريق العصب البصري . ولكن تفسير الابصار على هذه الطريقة لا يكفي لتفسير الادراك تفسيراً كاملا حيث ان « مجرد الحس » بالشيء عند المُدْرِك لا يعني ادراكه له ، اي ان الادراك والاحساس نادرا ما يتساويان ، اللهم الا عند الاطفال في سن مبكرة ، كما يقول ابن الهيثم طبعاً في هذه الحالات يكون الادراك مبهماً وغير حقيقي . وكما سنبين ، فالواقع ان تفسير الادراك بعزوه لانطباعات تسببها عوامل خارجية ، اي بعزوه لوقع الضوء على العين ومن ثم الدماغ ، لنظرية لا تخلو من التبسيط والسذاجة ، مع انه كان لها تأثير بليغ في تاريخ الفلسفة الحديثة ولم تسلم منها حتى الوضعية الحديثة في عصرنا . ولكن ابن الهيثم ، وهو اول من ثبت هذه النظرية على اسس علمية سليمة ، كان ايضاً أول من بين قصورها عن تفسير الادراك الحسي البصري ككل .

لو كان « الادراك بالحس المجرد » ، وهذا ما يطلقه ابن الهيثم على الادراك حين يقتصر على التأثر بالضوء كعامل خارجي ، كافياً لتفسير الادراك الحسي لاستطاع الانسان ان يدرك فوراً كل ما يحسّ به بصره . وهذا بالطبع غير صحيح . فالانسان لا يدرك ما يراه لأول مرة ، نوعا كان ام فرداً ، كذلك هو لا يدرك بالاحساس المجرد بمعناه الضيق مُدْرَكات اخرى من العالم الذي حوله ، كالمسافة والشفيف مثلا ، حيث ان هذه ليست اشياء معينة تعكس الضوء الى العين . وكي لا يساء قصد ابن الهيثم نؤكد انه هنا ليس في باب الكلام عن **مصدر** المعرفة عن العالم الخارجي ، فسنرى انه لا ينفي ابداً كون هذا المصدر في الأدراك الحسي **بل يؤكده** . ولكنه هنا يقصد تحليل الادراك الحسي وقت الادراك نفسه الى عناصره مبيناً من خلال هذا التحليل انه ليس عملية ميكانيكية —

←

الا نسانية عن العالم الخارجي . والاعتقاد بان منهج ابن الهيثم يشكل استمراراً لمنهج بطلميوس في كتاب « المناظر » يرتكز الى مقارنة سطحية ، حيث ان التشابه يزيل اثر المقارنة المتعمقة للمنهجين . نبين في هذه المقالة ان التشابه بين الكيفية التي تصور بها ارسطو الاستقراء (ايباغوغي) والاستقراء عند ابن الهيثم تشابه سطحي يزول عند المقارنة المتعمقة ايضا . ونتيجة المقارنة الفلسفية هذه تثبت اذا قارنا المنهجين من ناحية التطبيق . هنا نجد الاختلاف واضحاً بين ابن الهيثم وارسطو، كذلك بين ابن الهيثم وبطلميوس، والاختلاف المنهجي ينعكس ايضا في اختلاف النتائج التي توصل اليها ابن الهيثم عن النتائج التي توصل اليها كل من ارسطو وبطلميوس في البصريات .

كانطباع صور الاشياء على شاشة الدماغ انطباعاً فوتوغرافيا — بل معقدة ومتغيرة بحسب تغير العوامل التي تكونها . وكون عملية الادراك معقدة وخاضعة لعوامل متغيرة هو الذي يجعلها باستمرار قابلة للخطأ ليس في الادراك الحسي المباشر فقط ولكن في تكوين المعرفة العقلية التي ، وان اعتمدت على مقدرة العقل في تجريد الكليات من المدركات الحسية الجزئية ، فهي كذلك تعتمد على الادراك الحسي في اصولها .

يمكننا ان ندخل في تحليل ابن الهيثم لكيفية الادراك الحسي بالانطلاق من السؤال التالي : لماذا ندرك الاشياء بالطريقة التي ندركها بها ؟

يتضح لنا مما سبق ان « الحس المجرد » كما يسميه ، اي ذلك الاحساس الناتج عن وقع الضوء الوارد من المُدْرَك إلى عين المُدْرِك ، ليس العنصر الوحيد المسبب للادراك إلا إذا استثنينا تلك الحالات التي يكون فيها الادراك مبهما كما سبق . لكن ، حين يكون الادراك مميزا للشخص او النوع المدرَك ، مثلا حين ادرك ان الشخص الماثل امامي هو صديقي زيد او حين ادرك الشيء الذي أراه كنوع نباتي معين — وادراكنا للاشياء غالباً ما يكون من هذا النمط — فان ادراكي ينطوي على عملية عقلية بالاضافة الى عملية الابصار . وكثيرا ما تبدو هذه العملية تلقائية فلا يعيها المدرك لسرعة الادراك . ولكن هذه التلقائية الادراكية بالرغم من بداهتها لا يجب ان تضللنا عن الحقيقة ، وهي ان ادراكنا في كل هذه الحالات يعتمد على معرفتنا السابقة بما او لمن ندرك .

ادت هذه الاعتبارات بابن الهيثم الى التمييز بين ما يسميه « الادراك بالحس المجرد » وما يسميه « الادراك بالمعرفة » . والادراك في هذه الحالة الاخيرة يتم عن طريق « قوة القياس والتمييز » ، وهي قوة ذهنية تقارن بين صورة الشيء الماثل امام البصر وبين التصورات والفكر المخزونة في الذاكرة .

الاحساس إذاً هو المؤثر الخارجي الذي يقدح زناد التذكر ، وهذه العملية هي عملية مقارنة صورة المبصر المباشر بالفكر والتصورات المحفوظة في الذاكرة ، والادراك يكون نتيجة حصول التشابه بين صورة المبصر الماثل امام البصر وبين احد الصور القابعة في الذاكرة. وبدون حصول هذا التشابه لا يحصل الادراك :

« ... والقوة المميزة مطبوعة على تشبيه صور المبصرات في حال الابصار بالصور الثابتة في التخيل التي قد اقتنتها النفس من صور المبصرات . فاذا ادرك البصر مبصراً من

المبصرات فان القوة المميزة تطلب شبهه في الصور الحاصلة في التخيل ، فاذا وجدت في التخيل صورة تشبه صورة ذلك المبصر عرفت ذلك المبصر وادركت ما هيته وان لم تجد في الصور الحاصلة في التخيل صورة تشبه صورة ذلك المبصر فليس يعرف ذلك المبصر ولا يدرك ماهيته . » (٢)

لكن ، إذا كان الابصار في الاحوال العادية يتم بهذه الطريقة المركبة من عدة خطوات والتي تتطلب معرفة سابقة وتذكر ومقارنة ، فلماذا يبدو لنا تلقائياً وبدون وعي منا لهذه الخطوات ؟ نحن نعرف ان الادراك ليس تلقائياً عندما نبصر اشخاصاً او ظواهر جديدة علينا او غير معروفة لدينا جيدا . في هذه الحالات الادراك يتطلب جهدا ملموساً ، فنحن ان لم ندرك الشيء لاول وهلة نتفرس فيه جيدا ثم نعود فنشحذ ذاكرتنا محاولين ان نتذكره . اما ادراكنا للاشياء المعروفة فلا يختلف من حيث الكيفية عن هذا الاخير ، وانما يختلف من حيث انه يتم بسرعة أكثر . بمعنى آخر الادراك بالمعرفة حكم يتضمن استنتاجاً في كل الحالات ، بيد انه في كثير من الاحيان يكون الاستنتاج على درجة من السرعة لا نكاد نلحظها . سبب السرعة هو ان الادراك يكون بـ « الامارات » ، حسب قول ابن الهيثم . ما هو « الادراك بالامارات » ؟ « الامارات » جمع « امارة » . والامارة هي احد المظاهر الجزئية التي يتصف بها شخص ما او نوع من الانواع والتي ، من جراء اقتران ادراك الشخص او النوع بادراكها مرات عديدة ، تصبح بمثابة الدالة على هذا الشخص او النوع . فاذا كان لي صديق ذا علامة خاصة في وجهه او رأسه وكانت هذه الخاصة معروفة عندي ؛ فانا اذا ابصرته ادركت انه صديقي فلان من هذه العلامة

والعلامة هي « الامارة » في هذه الحالة . اما الامارة في حالة ادراك النوع فغالباً ما تكون اي مظهر من مظاهره التي تواجهنا في حياتنا اليومية . فمن ابصارنا ليد فلان أو رأسه الخ ... ندرك فوراً ولا شعورياً ان هذا المبصر انسان من حيث النوع . وليس من المهم في هذه الحالات اي من مظاهر المبصر يؤدي إلى ادراكه لكن المهم ان الادراك يتم عن طريق ابصار واحد او اكثر من مظاهره وبدون تفحص المبصر ككل (او بدون استقراء المبصر ، كما يقول ابن الهيثم) . ويقول ابن الهيثم ان ادراك الشخص يكون اصعب على البصر من ادراك النوع لان تمييز الانواع عن بعضها غالبا ما يكون اسهل من التمييز فيما بين افراد النوع الواحد . وسنرى ان اكتشاف ابن الهيثم لظاهرة الادراك بالامارة على

٢ - مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ ، ١٤٠ .

جانب كبير من الأهمية حيث انه يلقي ضوءاً على كيفية ادراك الكلية ، وهي ناحية يحيط بها الغموض في نظرية ارسطو والارسطويين في المعرفة ، غموض ادى الى عدم تقدير دور الادراك الحسي في تكوين المعرفة تقديراً صحيحاً لديهم .

« الانسان مطبوع على الادراك بالامارات » ، يقول ابن الهيثم . اي ان الانسان مطبوع على ان يحكم على المبصر حسب معرفته السابقة به او بنوعه وقبل ان يستوفي المعلومات الحسية الواردة من المبصر نفسه . وهنا تقع امكانية الخطأ في الادراك ، خاصة اذا كان هناك تشابه بين المبصر وبين اشياء اخرى معروفة لدينا . فيبدو البغل للمدرك وكانه حصان ، او يدرك بستانا اخضر وكانه ريحان بينما هو نوع آخر من النبات .. الامثلة يذكرها ابن الهيثم نفسه . الخ ... هذا في حياتنا اليومية ، اما في المعرفة العلمية فتزداد امكانية الخطأ لأن المعرفة العلمية تتطلب منا دقة أكثر في التمييز بين الكائنات والظواهر . مصدر الخطأ في الادراك الحسي بالنسبة لابن الهيثم إذاً هو هذه السرعة في الحكم على الاشياء بالقياس الى معرفتنا السابقة ، او عدم المشاهدة الدقيقة اصلا وليس الادراك الحسي نفسه (سنبين كيف يقترح ابن الهيثم استخدام الادراك الحسي نفسه لتفادي الاخطاء الناتجة عن الادراك العفوي في موضع آخر من هذه المقالة) .

« الادراك بالمعرفة » ينطبق على المبصرات التي يكون لدينا معرفة سابقة بها . لكن هذا النوع من الادراك لا ينطبق على الاشياء الجديدة على المُدْرِك هـذا من ناحية . من ناحية اخرى فالادراك بالمعرفـة يتطلب وجـود صور (اي فكر = Concepts) كما نسميها اليوم في الذاكرة يتم الادراك من خلال مقارنة المبصرات العارضة بها . ما هي اصول هذه الصور وكيف تتكون ؟ إن بساطة هذا السؤال الذي تعرض له ابن الهيثم في المقالة الثانية مـن « كتاب المناظر » لا يجب ان تخفي علينا انه سؤال محوري حقاً فهو يسأل : ما هي أصول المعرفة ؟ والجواب على هذا السؤال لا يتناول كيفية الادراك من الناحية النفسية فقط ، بل يقدم نحو صياغة مقياس للتمييز بين القضايا المعرفية الحقيقية والقضايا الباطلة بردها الى مصدرها وتحقيقها عليه ، وهذا المقياس ايضاً يقدم نحو وضع اساس منهجي للعلم الطبيعي يهدف التوصل إلى معرفة علمية جديدة بطريقة تخفض امكانية الخطأ إلى أقصى درجة .

اصول الصور بالنسبة لابن الهيثم في الادراك الحسي . فصورة المُدْرِك عن أي شيء هي محصل انطباعاته الحسية منذ ابصاره هذا الشيء « بالحس المجرد » لأول مرة ، اي

ان الصورة ما يترسب عن الانطباعات الحسية في الذاكرة (او الخيال كما يقول) . ويشير ابن الهيثم الى الترابط بين حقيقة الصورة وتكرار ابصار المبصر للشيء الذي تمثله :

« وايضاً فانا نقول ان البصر اذا ادرك مبصراً من المبصرات وتحققت صورته عند الحاس فان صورة ذلك المبصر تبقى في النفس وتكون متشكلة في التخيل . واذا تكرر ادراك البصر للمبصر كانت صورته اثبت في النفس من صورة المبصر الذي لم يدركه البصر الا مرة واحدة او لم يكثر ادراك البصر له » (٣) .

وكل ما يقوده ابن الهيثم من امثلة لا يترك مجالا للشك بانه يرى بان صورة الشيء تبدأ بابصاره للمرة الاولى وتزداد حقيقة بتكرار ابصاره لاحقاً :

« والذي يدل ادلالا واضحاً على ان المعاني والصور اذا تكررت على النفس كانت اثبت في النفس من المعاني والصور التي لم تتكرر على النفس ، هو ان الانسان اذا اراد ان يحفظ علما من العلوم او ادبا من الآداب او خبرا او ما يجري مجرى ذلك ، فانه يكرر قراءة ذلك المعنى مرات كثيرة . فاذا كرر قراءته ثبت في نفسه وكلما كرره أكثر كان اشد ثبوتا وابعد نسيانا . واذا قرأه مرة واحدة لم يثبت في نفسه وان ثبت نسيه سريعا . واذا نسي الانسان شيئاً قد كان حفظه فانه اذا عاود درسه وكرره مرات عديدة عاد حفظه لذلك المعنى وثبت في نفسه »(٤)

لكن لماذا يؤدي التكرار الى ثبات الصورة في النفس او ، وهو ما يقصده ابن الهيثم ، الى تقريب الصور الى حقيقة الشيء المتصوَّر ؟ اذا كانت صورة الشيء مكونة من الانطباعات الحسية التي ترد من المبصر إلى البصر ، وهذه الانطباعات لا ترد من المبصر ككل في آن واحد بل من اجزاء المبصر المختلفة في اوقات مختلفة ، فاكتمال الصورة بطبيعة الحال يتطلب ورود انطباعات حسية من اجزاء المبصر المختلفة ، اي تكرار الابصار . كذلك الحصول على اكثر من انطباع حسي واحد لنفس الجزء من المبصر يزيد في تثبيت هذا الانطباع في الذاكرة — حيث ان مجرد رؤية الشيء مرة واحدة او عدة مرات لا يضمن مشاهدته وطبع هذه المشاهدة في الذاكرة بشكل متميز حقيقة الصورة اذاً تعتمد على مدى تطابقها مع المصوَّر . وابن الهيثم يعرّف هذا التطابق تعريفاً دقيقاً . فهو يبين ان ادراك

٣ — مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ ، ١٣٦ .
٤ — مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ ، ١٣٨ .

« حقيقة المبصر » لا يتم سواء كان لدى المُدْرِك معرفة سابقة بالمبصر ام لا ، ما لم يستخدم الابصار استخداما منهجيا . واساس هذا المنهج عند ابن الهيثم التمييز بين « الادراك بالبديهة » و « الادراك بالتأمل » . والتأمل عند ابن الهيثم ليس التفكير بالمعنى الشائع اليوم ، بل التفرس بالشيء وتركيز البصر على كل اجزاءه جزءا جزءا بحيث تتركب لدى المدرك صورة شاملة من انطباعات واضحة لكل اجزاء المبصر :

« فاما كيف يتحقق الحاس بالتأمل والحركة صورة المبصر فان البصر ، اذا قابل المبصر فانه في حال مقابلته وحصول الصورة في البصر ، فان الحاس يدرك جملة الصورة ادراكا مجملا ويدرك الجزء الذي عند طرف السهم ادراكا بينا على غاية ما يصح ان يدرك ذلك الجزء ، ويدرك مع ذلك في هذه الحال كل جزء من الاجزاء التي في الصورة ادراكا ما . ثم اذا تحرك البصر وانتقل السهم من الجزء الذي كان عليه الى جزء آخر ، ادرك الحاس في هذه الحال صورة جملة المبصر ادراكاً ثانياً وادرك الجزء الذي عند طرف السهم ادراكاً ثانياً ايضاً ...»(٥)

وتستمر العملية بتركيز مركز البصر على الجزء الثالث والرابع الخ ... من المبصر حتى يتم مسح بصري لكل اجزاء المبصر وطبع الصور الملتقطة في « الحاس » ، الذي يعرّفه ابن الهيثم بانه ذلك الجزء من الدماغ الذي تنتهي اليه الانطباعات الحسية . ويتضح ان ادراك الجزء ادراكا واضحاً بتركيز وسط العين عليه يصطحبه في نفس الوقت ادراك اقل وضوحاً للاجزاء التي لا تقابل مركز البصر ، اي ان الجزء لا يدرك منعزلا عن الوسط الذي يحيط به . ويمكن ان نعبر عن نفس الفكرة بقولنا ان الادراك البصري عملية تحليلية وتركيبية في نفس الوقت ، بالنسبة لابن الهيثم .

« التأمل » ليس عملية بصرية فقط بل ذهنية ايضاً ، وهو لذلك يتطلب التركيز الذهني اثناء المشاهدة لترتيب المعلومات الحسية الواردة وتصنيفها في صور (اي فكر) عقلية مناسبة ، وهذا يتم بالمقارنة والتمييز بين الانطباعات الحسية الجديدة والمعرفة السابقة المخزونة في الذاكرة :

« ... فبحركة البصر على اجزاء المبصر تحصل للحاس حالتان: احداهما تكرر ادراكه لجملة المبصر ولكل جزء من اجزاء المبصر ، والحال الثانية انه يدرك كل جزء من اجزاء

٥ – مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ ، ١٣٥ .

المبصر بسهم الشعاع وما قرب من السهم على ابين ما يمكن ان يدركه ، فيظهر للحس بهذا التبيين جميع ما يصح ان يظهر من تلك الاجزاء . فاذا تكرر ادراك الحاس بجملة المبصر ولكل جزء من اجزاء المبصر وظهر جميع ما يصح ان يظهر له من ذلك المبصر ادرك بهذه الحال جميع ما يصح ان يدركه من ذلك المبصر ومـــع ذلك ادراكاً مكرّرا وفي تضاعيف هذه الجملة وهذا التكرر فالقوة المميزة تميز جميع ما يظهر من الوان الاجزاء واعظامها وابعادها واشكالها واوضاعها ، وتساوي ما يتساوى منها في هذه المعاني واختلاف ما يختلف منها في جميع هذه المعاني او في بعضها ومن ترتيب الاجزاء بعضها عند بعض . ويدرك من تمييز جميع هذه المعاني ومن قياس هذه المعاني بما يعرفه من امثالها الهيئة المتألفة من جميع ذلك لجملة المبصر »(٦) .

نضيف بعض التوضيحات . « الادراك بسهم الشعاع » يعني تركيز البصر على جزء ما من المبصر دون الاجزاء الاخرى . « تبيين جميع ما يصح ان يظهر » يعني جميع ما يصح ان يظهر في المشاهدة الواحدة ولا ينفي ان تظهر اشـــياء جديدة في المستقبل . هذه العملية ، عملية تكوين صورة محققة لشيء ما بهذا المسح البصري الدقيق لاجزاءه ، هي ما يدعوه ابن الهيثم بـ« الاستقراء » . إذاً الاستقراء ليس فقط عماية تكوين الصورة الكلية ، اي صورة النوع ، انطلاقاً من مشاهدات عدة لافراد النوع والتجريد من هذه المشاهدات ، ولكنها عملية تبدأ اولا بتكوين صورة حقيقية للفرد بتركيب الانطباعات الحسية الواضحة لاجزاءه ـــ وتعريف الجزء عند ابن الهيثم هو اصغر ما يمكن للحس ادراكه وليس الفرد .

« الادراك بالبديهة » هو ، كما توحي التسمية ، ذلك . اي ان صفته الاساسية عدم التركيز الذهني والبصري وعدم استقراء المبصر ، مما يؤدي الى اغفال نواح منه قد تكون ضرورية لادراكه على حقيقته . وابن الهيثم لا يميز تمييزا مطلقاً بين « الادراك بالبديهة » و « الادراك بالتأمل » ، بل هو تمييز نسبي على طبيعة المبصر ومدى اهتمام المدرك ، إلى اخره . فهناك اشياء ندرك حقيقتها اذا تأملناها قليلا وهناك تفاصيل يحتاج ادراكها الى درجة اقوى من التأمل . ابن الهيثم يوضح بمثال :

« ... ان البصر اذا ادرك حيوانا (كذا) كثير الارجل وكانت ارجله صغارا وكان متحركاً فان البصر ، اذا ادركه وتأمله اليسير من التأمـــل يدرك حركته . واذا ادرك حركته فقد ادرك انه حيوان . ثم باليسير مـــن التأمل اذا تأمل ارجله فقد ادرك انه كثير الارجل

٦ – مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ ، ١٣٥ ، ١٣٦ .

من ادراكه للتفرق الذي بين ارجله ، ومع ذلك ليس يعرف في الحال كم عدد ارجله . فان اراد ان يعرف كم عدد ارجله احتـاج الى فضل تأمل وفضل زمان . فادراكه لحيوانيته يكون في زمان يسير ثم ادراكه لكثرة ارجله يكون في زمان يسير ايضاً ، وعدد ارجله ليس يدركه الا بعد ان يثبت البصر على واحد واحد من الارجل ويعدها ...»(٧)

يميز ابن الهيثم بين اربع صيغ من الادراك دون ان يفصم ، كما اكدنا ، فصما مطلقا فيما بينها ، حيث ان الادراك حالة نفسية متصلة تتدرج ابتداء من اللامبالاة وانتهاء بما يسميه « الادراك بالتأمل » . الحالات الاربع هي :

١. **الادراك بمجرد البديهة** ، حين لا يكون عند المُدْرِك معرفة سابقة بالمبصر وكذلك هو لا يهتم بمشاهدته مشاهدة تبغي تكوين صورة حقيقيه عنه .

٢. **الادراك بالبديهة مع سابق المعرفة** ، حين يكون المُدْرِك قد شاهد المبصر من قبل دون ان يتأمله في حال الابصار لكي يحقق صورته من جديد .

٣. **الادراك بالتأمل مع سابق المعرفة** ، تكون عند المُدْرِك معرفة سابقة بالمبصر ومع ذلك يركز قواه البصرية والذهنية كي يتأكد من صورته السابقـة ، او لعلها تظهر له نواح جديدة من المبصر لم يلحظها من قبل ، الخ ...

٤. **الادراك بمجرد التأمل** ، تطبق هذه الصيغة من الادراك حين يفتقر المُدْرِك إلى المعرفة السابقة ، اي حين يبصر شيئاً جديداً ، ويشاهده مشاهدة دقيقة وفاحصة لكي يتعرف عليه .

يصر ابن الهيثم على انه « ليس يدرك المبصِر بالبديهة حقيقة المبصَر تقدمت معرفته بالمبصَر او لم تتقدم معرفته به » . بمعنى اخر ادراك المبصرات على حقيقتها لا يكون إلا بالتأمل ، سواء كان عند المدْرِك معرفة سابقة بها ام لا ، وهنا يكمن التحويل للادراك الحسي من « طبع » يتسم بالعفوية إلى منهج . والاساس المعرفي للمنهج الذي يطبقه ابن الهيثم في كتاب « المناظر » وفي كثير من اعماله الاخرى : المعرفة الحقيقية ، اي المعرفة العلمية ، ليست عقلية او ذاتية من حيث الاصل بل تعكس واقعا خارجيا متغيرا ، والمنهج الوحيد لتحقيق صورة ما عن هذا الواقع الخارجي هو المشاهدة الدقيقة المستمرة له(٨) .

٧ – مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ ، ١٤٧ .
٨ – مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ . ١٥ : ←

مما يلفت النظر ان ابن الهيثم يعتبر الادراك بالبديهة ادراكا غير علمي ، وليس ادراكا مباشرا للكلية كما ظن ارسطو . ولقد شرحنا كيف يبين ابن الهيثم ان الادراك بالبديهة ليس في الحقيقة ادراكا مباشرا سواء للشخص او للنوع ، ولكنه يبدو كذلك بسبب سرعة الادراك ، وهذه بدورها معولها المقارنة السريعة التي تقوم بها « قوة القياس والتمييز » بين المعرفة السابقة والمُدْرَك في حال الابصار . ونرى ان ابن الهيثم يستبدل بـ « قوة البديهة » ، الملكة العقلية التي يتم ادراك الكليات المباشر بها بالنسبة لارسطو ، « قوة القياس والتمييز » ، وهي قدرة مقارنة فقط بين المعرفة السابقة المخزونة في الذاكرة والمبصرات الماثلة امام المُدْرِك . تترتب على هذا الاختلاف الرئيسي بين ابن الهيثم وارسطو اختلافات معرفية ومنهجية هامة نتعرض لها فيما يلي :

ان مفهوم ارسطو للاستقراء (ايباغوغي) يخضع لنظريته القائلة بأن الكليات تدرك بالبديهة ، بينما الاستقراء عند ابن الهيثم نظرية تجريدية بمعنى انها تعتبر تكوين الصورة نتيجة للعديد من الانطباعات الحسية المتشابهة والمصورة بشكل يشابه التصوير الفوتوغرافي ، كما رأينا . وسنرى ان الصورة الكلية تكون نتيجة لعدد من الانطباعات الحسية اكبر بكثير من ذلك الذي تنتج عنه الصورة الشخصية .

ليس هذا هو مفهوم الايباغوغي عند ارسطو . واذا وضعنا جانبا المنهج الارسطوي مطبقا في اعماله الكثيرة — وهذا ما لا يمكن فعله ضمن تقييم شامل لمنهجه عمليه ونظريه — حيث نجد انه ليس منهجا استقرائياً باستثناء بعض الحالات ، واقتصرنا على النظرية الفلسفية ، سنجدها ايضاً كذلك ، اي غير استقرائية بمعنى ابن الهيثم(٩) .

←

" وجميع المبصرات التي في عالم الكون والفساد قابلة للتغير في الوانها وفي اشكالها وفي اعظامها وفي هيئاتها وفي ملاستها وفي خشونتها وفي ترتيب اجزائها وفي كثير من المعاني الجزئية التي تكون فيها ، لأن طبيعتها مستحيلة متغيرة ولأنها مع ذلك متهيئة للانفعال لما يعرض فيها من الخارج ... فليس شيء من المبصرات التي يدركها البصر وقد تقدم ادراكه لها وحقق صورها وهو ذاكر لصورها يكون واثقاً عند ادراكه لها في الثاني بانه على صورته التي كان عليها في الأول ولم يحدث فيه تغيرا اذا كان التغير ممكنا في جميع المبصرات ... »

٩ — لا توجد مقارنة متعمقة بين الاستقراء عند ارسطو والاستقراء عند ابن الهيثم . اما عبد الحميد صبرة فيورد هذه الجملة الهامشية حول هذا الموضوع في مقالة يعالج فيها موضوعا آخر :

« كلمة الاستقراء عند ابن الهيثم هي المصطلح الشائع الاستعمال الذي يرد في الترجمات العربية لارسطو وفي الاعمال المماثلة كـ « الشفاء » لابن سينا ، وهي تقابل الكلمة اليونانية « ايباغوغي » . ومعنى هذه الكلمة عند ابن الهيثم مشتق من الاستعمال الارسطوي » انظر :

A. I. Sabra "The Astronomical Origins of Ibn al-Haytham's Concept of Experiment," Actes du XIIe Congrès International d'Histoire de Science, Paris, 1968, 3A: (Paris: Blanchard, 1971), pp. 133-36.

فاذا كان بالامكان ادراك الكلية ادراكا مباشرا ، اي بالبديهة ، فما هو دور الاستقراء الارسطوي في هذه الحالة ؟ لقد درس فون فريتز معنى الايباغوغي في كتابات ارسطو وكان استنتاجه ان الايباغوغي هو توضيح من خلال الامثلة الملموسة لحقيقة ثابتة مسبقاً ، وليس تكوينا للكلية من خلال العديد من الانطباعات الحسية ، كما هو عند ابن الهيثم في رأينا[١٠] . ومما يؤكد رأي فون فريتز مايقصده ارسطو بالامثلة العديدة للادراك بالاستقراء ، وبشكل خاص تلك التي ترد في كتاب « التحليلات الثانية » . من المهم ان نلاحظ كيف يبدا ارسطو كتابه هذا في المنهج العلمي :

« كل التعليم والتعلم الذي يتطلب استعمال العقل يبدأ من المعرفة المسبقة . يتضح لنا هذا باعتبار كل الفروع العلمية المختلفة ، لأن العلوم الرياضية وكل العلوم العملية تحصّل بهذه الطريقة . كذلك الامر بالنسبة للحجج المنطقية ، سواء كانت استنتاجية او استقرائية . كلاهما يعلّم بالاستناد الى المعرفـة المسبقة ، الاولى بافتراض افتراضات يسلم بها الحضور ، والثانية ببرهنة الكلية من خلال الجزئية الظاهرة في ذاتها »[١١] .

كمثال على « برهنة الكلية من خلال الجزئية الظاهرة في ذاتها » يورد ارسطو البرهان على ان مجموع زوايا المثلث يساوي زاويتين قائمتين باتخاذ شكل معين والبرهنة على ان مجموع زواياه يساوي زاويتين قائمتين . وكما يقول فون فريتز ، ان حقيقة النظرية لا تعتمد على البرهنة عليها بالنسبة لعدد كبير من المثلثات ، بل تعتمد على سلامة الخطوات المتبعة في البرهان . وهذا هــو رأي ارسطو . (87 *b* 30 – 87 *b* 40) . بالنسبة لارسطو الكلية موجودة في النفس ، على حد تعبيره ، قبل ادراك الجزئية ، بينما ادراك الجزئية ضروري للاشارة الى وجود الكلية في النفس . فهو يقول : « حالما يثبت في النفس ادراك لفرد واحد ، فهذا دلالة على وجود كلية هناك (لاننا حين ندرك ، فان الادراك يكون للكلية ، مع ان ما نحس به هو الفرد ، مثلا « الانسان » وليس « تالياس » انسان) »[١٢] .

والمقصود هنا اننا ندرك النوع في الفرد الذي نبصره ، وهذا ما يسميه ابن الهيثم الادراك بالمعرفة كما رأينا . لكن الفرق بينهما ان ارسطو يعتبر الكلية موجودة في العقل قبل ادراك

١٠ – Kurt Von Fritz, "Die Epagoge bei Aristoteles", *Bayerische Akademie der Wissenschaften: Philosophisch-Historische Klasse* (*München*, 1964), vol. 3. معالجة شاملة لمعنى الاستقراء عند ارسطو

١١ – Aristotle, *Posterior Analytics* (Loeb edition), 71a1-71a10.

١٢ – Aristotle, *Analytics*, 100a15-100b.

اي فرد بحيث ان المدرك يدرك الكلية او النوع في اول فرد يبصره من هذا النوع . بيد ان ابن الهيثم يعتبر الكلية استخلاصاً من مشاهدات للافراد المختلفين . المنتمين الى نوع ما ، اي استخلاصاً للصفات المشتركة بين هذه الافراد (او الاشخاص على حد قوله) يتخذ شكل الصورة الكلية في الذاكرة . وبدون هذا ، وبدون تذكر هذه الصورة في حالة ابصار شخص ما ، فان المدرك لا يعرف ما هية هذا الشخص اي لا يدرك نوعه :

« وان كان قد شاهد ذلك المبصر قبل ذلك الوقت مع مشاهدته لاشخاص من نوعه وكان ذاكرا لمشاهدته وللصورة التي ادركها من قبل من ذلك المبصر ، فانه اذا ادرك صورته الجزئية فانه يعرف الصورة الجزئية في حال ادراكها وفي حال معرفة الصورة الجزئية قد عرف المبصر، فيتحقق بادراك صورته الجزئية صورة المبصر <الكلية> ومع ذلك يعرف المبصر نفسه ويكون معرفته لذلك المبصر بالنوع وبالشخص جميعاً . وان كان قد شاهد ذلك المبصر من قبل ولم يشاهد من نوع ذلك المبصر غير ذلك الشخص فقط ، ولم تتميز له الصورة الكلية التي لنوع ذلك المبصر ... فانه لا يعرف ذلك المبصر ولا يدرك ما يبته من ادراك صورته الكلية[١٣] » .

هذه العبارة الاخيرة وكذلك استعمال ابن الهيثم للمصطلحات الارسطوية وعدم توجيهه النقد لنظرية ارسطو ضمنا او صراحـــة لا يجب ان توري عنا الاختلاف الضمني العميق بين تصور ابن الهيثم الكلية وتصور ارسطو . ابن الهيثم ، شأنه شأن ارسطو ،يعرف ان المعرفة العلمية <ادراك طبيعة الشيء أو ما يبته على حد قوله> تستند على معرفة الكليات. الاختلاف بينهما هو اختلاف حول كيفية الوصول الى الكلية . ارسطو يعترف بوجود علاقة ما بين ادراك الكلية والمشاهدات الحسية للافراد او للحالات الجزئية ، وهو احيانا يعترف حتى بان ادراك الكلية يحتاج لتكرار المشاهـــدة . (88 a 1 – 88 a 10) ولكن المشاهدات الحسية للجزئيات تظل المؤثرات الخارجية التي فقط تنبه المُدْرِك للكليات الكامنة في نفسه ، بيد ان الكلية لا تتكون تدريجيا عن طريق هذه المشاهدات ، وبالتأكيد لا تستند في حقيقتها الى هذه المشاهدات . وهذا ما يجب ان نتوقعه اذا تذكرنا ان ارسطو ، مثل افلاطون من قبله ، رفض ان يكون الادراك الحسي مصدراً لمعرفة الانسان عن العالم ، وخاصة في مبادئها الاساسية (ارخي) ، لأنها بهذا تخسر كونها ضرورية ومطلقة .

١٣ – مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ ، ١٤٢ .

عند ابن الهيثم نقرأ الوصف التالي لكيفية تكوّن الكلية . الاشخاص (اي الافراد) تتساوى في بعض الصفات وتختلف من حيث صفاتها الجزئية :

« ... فبتكرر ادراك البصر لاشخاص النوع الواحد تتكرر عليه الصورة الكلية التي في ذلك النوع مع اختلاف الصور الجزئية التي لتلك الاشخاص . واذا تكررت الصورة الكلية على النفس ثبتت في النفس واستقرت . ومن اختلاف الصور الجزئية التي ترد مع الصور الكلية عند تكررها تدرك النفس ان الصورة التي تتساوى فيها جميع اشخاص ذلك النوع هي صورة كلية لذلك النوع ... وصور اشخاص المبصرات وصور انواع المبصرات التي قد ادركها البصر تبقى في النفس وتثبت في التخيل . وكلما تكرر ادراك البصر لها كانت صورته اثبت في النفس وفي التخيل[١٤] . »

إذاً تكرار المشاهدة ليس فقط للصفات المشتركة بل ايضاً للاختلافات التي تميز الافراد عن بعضها البعض هو الذي يؤدي الى تكوين الصورة الكلية . هنا نجد الكلية بمعنى التعميم عن طريق التجريد ، وهذا ما لا نجده عند ارسطو . والأهم من ذلك ان ابن الهيثم يربط بين عدد المشاهدات للجزئيات ومدى ثبات الكلية في النفس . وفي هذا تغيير جذري لمعنى الكلية ، من مسلمة ، لا تقبل التشكيك الى تعميم نسبي يستمد تكوينه من مشاهدة الجزئيات ويزداد حقيقة (ثباتاً في النفس على حد قول ابن الهيثم) بازدياد عدد هذه المشاهدات . وهذا التعريف الجديد للكلية ينطوي على انها ليست مطلقة بل خاضعة للمشاهدات التي يمكن ان تزيدها حقيقة كما يمكن ان تحد من مجال تطبيقها وربما تبطلها كليا . ويفسر لنا هذا الاهتمام الكبير الذي يوليه ابن الهيثم لدقة المشاهدة مما يعطي للتجربة في المنهج العلمي عنده دورا لا نجده عند اي عالم قبله .

يتضح من قراءة « التحليلات الثانية » لارسطو انه يعتبر ان المباديء (احيانا يسميها « ارخي » واحيانا « اكسيوماتا ») التي يقوم عليها كل علم من العلوم ، سواء كانت منطقية او رياضية او طبيعية ، هي بديهيات تدرك بالحدس ولا تستند في حقيقتها الى المشاهدات الحسية . (100 b 15 – 100 b 5) اما ابن الهيثم فقد بين في المقالة الثانية من « كتاب المناظر » ان المعرفة الانسانية عن العالم الخارجي تعتمد على الادراك الحسي الى حد ابعد بكثير مما تصور ارسطو . وهو يرى ان المعرفة العلمية للامور الطبيعية لا تخرج على هذه

١٤ – مخطوطة الفاتح ٣٢١٣ ، ١٣٩ .

القاعدة من حيث كونها تخضع للقوانين التي تحدد مصدر المعرفة الانسانية عن هذه الامور . على ان المعرفة ، حتى تكون حقيقية او علمية ، يجب ان تخضع للادراك الحسي بطريقة منظمة ودقيقة ، اي يجب ان يكون مصدرها « الادراك بالتأمل » وليس « الادراك بالبديهة». وابن الهيثم يقنن هـــذه النظرة في المنهج الذي يصفه في اول « كتاب المناظر » ويطبقـــه في هذا الكتاب واعمال أخرى . فهو يقول انه لكي يضع حداً للفوضى وتضارب النظريات العديدة في علم الابصار :

« ... ونستأنف النظر في مباديه ومقدماته ونبتديء في البحث باستقراء الموجودات وتصفح احوال المبصرات وفهم خواص الجزئيات . ونلتقط بالاســتقراء ما يخص البصر في حال الابصار وما هو مطرد لا يتغير وظاهر لا يشتبه في كيفية الاحساس . ثم نترقى في البحث والمقاييس على التدريج والترتيب مع انتقاد المقدمات والتحفظ في النتائج(١٥) . »

لقد بين مصطفى نظيف في كتابه القيم ، « الحسن ابن الهيثم : بحوثه وكشوفه البصرية » ، كيف ان ابن الهيثم تقيد بهذا المنهج في بحوثه البصرية ، وكيف ان هذا التقيد اثمر اثمارا خصبا لاكتشافات عديدة في نظرية الابصار وعلم الضوء ومجالات أخرى . ولقد كان لاكتشافات ابن الهيثم ولمنهجه تأثير بالغ في تطوير العلوم الاوروبية في العصور الوسطى المتأخرة عن طريق الترجمة لـ « كتاب المناظر » الى اللاتينية التي احرزت انتشارا بالغاً في شتى انحاء اوروبا . واستمر تأثير « كتاب المناظر » على العلماء الاوربيين الذين عاصروا ما يسمى بـ « الثورة العلمية » امثال كبلر وديكارت وجاليليو ، حين كان تأثر الغربيين بالكتب العربية العلمية قد انحسر بشكل عام(١٦) . ويصعب علينا ان نتصور هذه الدرجة من التأثير لابن الهيثم دون اعتبار التغيير الاساسي الذي احدثه في نظرية الادراك عند أرسطو. والواقع ان روح المنهج الجديد تتجلى لنا اذ تتبعنا الكيفية التي حل بها ابن الهيثم مشكلة الابصار التي ورثها عن اليونانيين . لا ندخل في التفاصيل هنا فلقد كتب عنها كثيرا . ونكتفي بالتلخيص التالي : اولا هو يبطل نظرية الشعاع القديمة ، اي النظرية القائلة بخروج اشعة من العين تحدث الابصار عندما تقع على المبصرات . ويقود ادلة عديدة ، منها مبني

١٥ – مخطوطة الفاتح ٣٢١٢ ، ٤ .

١٦ – راجع : *Opticae Thesaurus*, A Reprint Edition: (New York, 1972). See the introduction by David Lindberg.

يبين لندبرغ في هذه المقدمة للترجمة اللاتينية لـ « كتاب المناظر » الدور الكبير الذي كان لهذا الكتاب في تطوير علم البصريات في الغرب اللاتيني وفي العصر الاوروبي الحديث .

على المشاهدات العادية ومنها على التجارب ، يبين فيها ان الابصار يحدث بورود اشعة الضوء من المبصر الى العين . ثم يبذل جهدا كبيرا ليحل مشكلة التناظر بين المبصر وصورته التي تولدها نظرية الورود . اذا حللنا سطح المبصر الى عدد محدود من النقاط الضوئية وافترضنا كما فعـــل ابن الهيثم ان التشابه بين الصورة المرئية والشيء المبصر يتطلب ان يكون عدد النقاط وترتيبها على سطح الجليدية (حيث يتم الانطباع الحسي في رأي ابن الهيثم) متناظراً مع النقاط الأصلية في سطح المبصر عددا وترتيبا . باختصار ، كل نقطـــة مضيئة في سطح البصر يجب أن تقابلها « صورة » واحدة فقط على سطح الجليدية . لكن النقطة المضيئة ، حسب قانون « الاشعاع الكرري » تبث أكثر من شعاع واحد . وإذا كان كل شعاع يرد من النقطة المضيئة فعّالا في تسجيل صورتها على سطح الجليدية فذلك يؤدي الى تسجيل صورة النقطة الواحدة اكثر من مرة وفي أماكن مختلفة من الجليدية ، أي يؤدي الى عدم التناظر بين المبصر في الواقع وصورته او الكيفية التي نراه بها . لكي يتفادى هذا التناقض ابن الهيثم يقول انه ثمة شعاع واحد من بين الأشعة الواردة من نقطة ما فعّال في الاحساس البصري بها . وهذا الشعاع هو الذي يرد الى الجليدية دون انعطاف . في الواقع هذا يعني ان الاشياء التي ترد منها اشعة الضوء منعطفة ، لا تبصر . لكن بعض التجارب (الاعتبارات كما يسميها) تبين لابن الهيثم عدم صحة هذه النظرية ، فيتخلى عنها واضعاً نظرية جديدة لا تخالف الواقع المشاهد .

مراجعات الكتب
في مجلة تاريخ العلوم العربية

ملاحظات للمراجعين

تشكل الملاحظات التالية الأطر العامة لعملية مراجعة الكتب :-

١ — يجب أن تنقل المراجعة فكرة واضحة عن موضوع ومحتويات الكتاب ، ولكن ذلك يجب ألاّ يشغل حيزاً كبيراً في المراجعة .

٢ — إن المصادر التي تم الرجوع إليها في إعداد الكتاب وطريقة استخدام المؤلف لها تحتل أهمية خاصة . ويحتل قدراً كبيراً من الأهمية أيضاً الترتيب العام للكتاب وشمولية الفهارس والجداول والرسوم والصور .

٣ — إنّ جلّ ما تقوم به المراجعة — في رأينا — هو ما تقدمه من تقييم لمكانة الكتاب الذي تم مراجعته ضمن الكتب التي تطرح موضوعاً مماثلاً لما يطرحه الكتاب . وهذا سيشتمل طبعاً على تقييم عام لكفاءة ودقة المؤلف وأصالة أفكاره وفيما إذا نجح في تحقيق ما كان يصبو إليه .

٤ — وعلى العموم ، فإنه من غير المستحسن أن يسهب المراجع بتفصيلات من عنده ، رغم كون ذلك ضرورياً أحياناً عند توضيح نقطة ما يثيرها الكتاب الذي تم مراجعته .

٥ — ينبغي ألا يفوت من يقدم مراجعة للمجلة أن قراءها على إطلاع جيد بالتاريخ الاسلامي والعلوم عند العرب .

٦ — يجب أن تتراوح مراجعة الكتاب بين ٥٠٠ — ١٠٠٠ كلمة .

٧ — يجب استخدام الآلة الكاتبة مع الانتباه إلى ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وإرسال نسخة اخرى .

٨ — ينبغي أن تحوي المراجعة على لمحة عن المُراجع (في حال عدم مشاركته مسبقاً في المجلة) وذلك لادراجها في قسم « المشاركون في العدد » .

٩ — يجب كتابة اسم المؤلف وعنوان الكتاب مع اسم الناشر وتاريخ النشر وعدد الصفحات وسعر الكتاب في مستهل المراجعة .

١٠ — يوضع عنوان الكتاب الذي تم مراجعته بين هلالين صغيرين .

مخطوطة عربية لرسالة ايراتسطانس

في ايجاد الوسطين المتناسبين بين خطين معلومين

امين موافي اندريانس فلبو

الجامعة الأمريكية في بيروت

١. مقدمـــة : عثر الأب لويس شيخو في مدرسة الأقمار الثلاث الأرثوذكسية في بيروت على مخطوطة هامة يعود تاريخها الى القرن الخامس عشر الميلادي عنوانها « مجموع فلكي وهندسي وميكانيكي وموسيقي » فقام بتصوير المخطوطة وانقذها من التالف والضياع ، اذ أن قسماً منها كان قد تآكل او طمس . والنسخة المصورة موجودة في مكتبة جامعة القديس يوسف في بيروت وتوجد نسخة منها مصورة وأخرى على ميكروفلم في مكتبة الجامعة الأمريكية في بيروت .

يصف الأب لويس شيخو جزءاً من هذه المخطوطة موضوع هذا المقال وهو المخطوطة رقم ٢٢٣/٢٠ بانه بحث لأرسطانس (؟) في ايجاد وسطين متناسبين بين خطين معلومين بطريقة الهندسة الثابتة [١] . وقد علّق جنسن [٢] على ذلك بقوله ان البحث الذي أشار اليه الأب لويس شيخو هو في الحقيقة ترجمة عربية لرسالة بعث بها ايراتسطانس للملك بطلميوس يصف فيها طريقة عملية لإيجاد الوسطين المتناسبين بين خطين معلومين وأنه توجد عدة نسخ من هذه الرسالة [٣] . وذكر جنسن . أنه وقع تحريف في المخطوطة العربية اذ ورد اسم ايراتسطانس خطأ باسم أرسطانس .

في هذا المقال نقدم النص العربي لهذه المخطوطة كما ورد في الأصل . وقد استعنا بالنصين الأغريقي واللاتيني [٣] وبترجمة جزئيـــة باللغة الأنجليزية [٤] في قراءة الكلمـــات والأسطر المطموسة في المخطوطة . والمخطوطة ترجمة قريبة جداً من النص الأغريقي ولكنها كانت حرفية في بعض المواقف لدرجة ضاع معها المعنى المقصود . وهنالك بعض الأخطاء ارتكبها ناسخ المخطوطة لدرجة ضاع معها المعنى .

وقد أرفقنا مع النص العربي للمخطوطة ترجمة باللغة الأنجليزية حاولنا فيها أن تكون قريبة من النص العربي مع ما يلازم ذلك من بعض التضحية بالاسلوب في اللغة الأنجليزية . حيثما طمست بعض الكلمات كتبنا ما اعتقدنا أنه أصل الكلمة بين قوسين مربعين [ ] ،

وأي تصحيح لتحريف وقع ارفقناه بين <   > . واذا وجدت شروح اضافية ارفقناها بين قوسين (   ) .

ولا بد من الاشارة هنا للمساعدات القيمة والاقتراحات المفيدة التي قدمها محررا المجلّة مشكوريْن . كذلك نودّ تقديم الشكر للدكتور احسان عباس لمساعدته في قراءة أجزاء من المخطوطة .

٢. موضوع البحث : لقد شُغل رياضو الأغريق فترة من الزمن بثلاث مسائل رياضية هامة كان لها أثر كبير في تقدم الرياضيات . وتلك المسائل هي : تربيع الدائرة ، تثليث الزاوية وتضعيف المكعب . والمسألة التي نحن بصددها تتعلق بتضعيف المكعب . وتتلخص في ايجاد ضلع مكعب حجمه ضعف حجم مكعب معلوم وذلك باستعمال بيكار وحافة مستقيمة فقط . ورغم المحاولات العديدة لحل هذه المسألة، الا انه لم يتمّ البرهنة على استحالة الحل بالشروط المطلوبة الآ في القرن التاسع عشر .

وكان لمحاولات الحل (رغم استحالته) تأثير كبير على تقدم الهندسة عند الأغريق مما أدى إلى اكتشافات جديدة هامة كالقطاعات المخروطية وغيرها .

ويرجع الفضل الأكبر إلى يوتوكيوس [٥] في المحافظة على مجموعة هامة من الحلول تتعلق بتضيف المكعب . وكان أول تقدم أُحرز نحو حل المسألة ما قام به هيبوكراتس (حوالي ٤٠٠ ق . م) عندما حوّل مسألة تضعيف المكعب إلى مسألة ايجاد وسطين متناسبين بين خطين معلومين طولاهما أ ، ب . فإذا كان س ، ص هما الوسطان المتناسبان بين أ ، ب فان أ : س = س : ص = ص : ب .

اذن س^{٢} = أ ص ، ص^{٢} = ب س . وبتعويض قيمة ص نحصل على س^{٣} = أ^{٢} ب . فاذا كانت ب = ٢ أ كان س ضلعاً لمكعب حجمه ضعف مكعب ضلعه يساوي أ .

ومن الحلول أيضاً حل يعود الى ايراتسطانس (حوالي ٢٣٠ ق . م) أحد معاصري أرخميدس أورد الحل في رسالة [٦] بعث بها الى بطلميوس الثالث ملك مصر والذي كان ايراتسطانس يعمل مؤدباً لولده فليباتور .

استهلّ ايراتسطانس رسالته بتحية بطلميوس ثم استطرد يقول ان أحد الشعراء دخل على الملك مينوس وهو يقوم بتجهيز قبر لولده غلوقس فلم تعجبه مقاسات القبر

التي اقترحها مهندس الملك فاشار عليه الشاعر (خطأً) أن يضاعف أبعاد القبر وبذلك يتضاعف حجم القبر . ثم يتابع ايراتسطانس الحديث في رسالته عن وباء أصاب أهـــل دلفي فاشار عليهم الوحي بان يقوموا بإنشاء مذبح حجمه ضعف حجم مذبح من المذابح المكعبة الشكل فيزول الوباء . فوقعوا في حيرة من أمرهم لحل هذه المسألة وعرضوا هذا الأمر على أفلاطون [٧] وعدد من المهندسين المعاصرين .

ذكر ايراتسطانس في رسالته ان حل هذه المسألة يتوقف على ايجاد وسطين متناسبين بين خطين معلومين . ثم وصف آلة قال انه تمكن بواسطتها من حل هذه المسألة وقدم برهاناً على ذلك مع شرح لطريقة صنع الآلة وعملها .

من مطبوعات معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب

١ – أحمد يوسف الحسن	تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر. ٣٢ ل.س او ٨ دولارات امريكية
٢ – أحمد يوسف الحسن	الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل لأبي العز بن الرزاز الجزري . ١٠٠ ل.س او ٢٥ دولا را امريكياً
٣ – أحمد يوسف الحسن	كتاب الحيل لبني موسى ٤٠ ل.س او ٢٠ دولا راً أمريكياً
٤ – دونالد هيل	كتاب الساعات المائية العربية (بالانكليزية) ٣٠ ل.س او ١٥ دولاراً امريكياً
٥ – جلال شوقي	رياضيات بهاء الدين العاملي ٩٥٣ – ١٠٣١ / ١٥٤٧ م – ١٦٢٢ / م ٣٢ ل.س او ٨ دولارات امريكية
٦ – احمد سليم سعيدان	مراسم الانتساب في معالم الحساب ليعيش بن ابراهيم الاموي ١٠ ل.س او ٥ دولارات امريكية
٧ – ادوارد كنادي	افراد المقال في أمر الظلال للبيروني جزء (١) : الترجمة الانكليزية جزء (٢) : التعليق والشرح (بالانكليزية) ١٠٠ ل.س او ٢٥ دولا راً امريكياً
٨ – ادوارد كندي وعماد غانم	ابن الشاطر فلكي عربي من القرن الثامن الهجري / الرابع عشر ميلادي ٢٥ ل.س او ٦ دولارات امريكية
٩ – سلمان قطاية	مخطوطات الطب والصيدلة في المكتبات العامة بحلب ٤٠ ل.س او ١٠ دولارات امريكية
١٠– سلمان قطاية	ما الفارق لابي بكر محمد بن زكريا الرازي ٥٠ ل.س او ١٣ دولاراً امريكياً

Of some interest is the obtrusion of an unknown "Titanus" (154:6) in front of "Menaechmus" (106:8). The correspondence of text and translation is by no means clear in this place, but it is possible that طيطانس بن (the reading بن is uncertain) is a corruption of τι τοῦ, which precedes "Menaechmus" in the Greek. If this is so, some at least of the corruption probably occurred in Greek, since one of the manuscripts reads επιβραχυτητι, apparently for the whole phrase ἐπὶ βραχύ τι τοῦ. It is worth noting that طيطانس بن does not occur in MS Escurial 960.

parallel (to each other)	παράλληλα 110:11	متوازية ١٥٦ : ٦
in the parallels ... ... (i. e. because ... is parallel to ...)	ἐν ... ταῖς .... παραλλήλοις 108:12	من قبل موازاة .... لخط .... ١٥٥ : ٩ – ١٠
parallelograms	παραλληλόγραμμα 108:2	سطوح متوازية الاضلاع ١٥٥ : ٥
the middle parallelogram	τοῦ μέσου παραλληλογράμμου 108:5	سطح ... الاوسط المتوازي الاضلاع ١٥٥ : ٦ – ٧
middle	ὁ ... μέσος 110:5	الاوسط ١٥٦ : ٣
successively	ἐφεξῆς 108:3	متوالية ١٥٥ : ٥ (انظر نسب)

Technical terms are sometimes translated by descriptive phrases. Thus καταπαλτικὰ καὶ λιθοβόλα ὄργανα (106:20-21), "catapults and stone-throwing implements", becomes (154:15.) الآلات التي تستعمل في الحروب لترسل على الحيطان الحجارة (in the MS there is a و wrongly inserted before the last word). ἄσχαστα (110:11), "without a gap", becomes (156: 6-7) ولم يكن بينها خلل ولا فرجة For the liquid measure μετρητής (see 106:17) the description is preceded by a transcription (154:13) مطريتيس وهو ما يكال به الأشياء الرطبة

An example of difference of form without real change in meaning is the expansion of εὑρεῖν (110:21), "to find", into (156:11) وبنتيجته نريد ان نبين كيف نجد. But distinct differences in meaning do occur, though it is seldom clear that they are intentional. For instance, the Arabic in 153:13-14 omits the condition, foun din the Greek of 104:12-15, that one of the lines mentioned is double the other. Again, in 154:12-14 of the Arabic there appears to be no mention of a cube and its side, as in the Greek of 106:16-19 – though the whole passage, 106:8-19/154: 8-14 is not very clear in either language. τρεῖς πινακίσκους ἴσους ὡς λεπτοτάτους (110:4-5) "three equal panels as thin as possible", becomes (156:3) ألواح صغار دقاق متساوية (Escurial 960 is nearer the Greek in this passage). Other differences are to be found in 104:15-16/153:15-16 and 110:14-16/156:8-9. There is a subtle difference between τὸ δοθὲν στερεὸν παραλληλογράμμοις περιεχόμενον, "the given solid bounded by parallelograms" (106:12-13) and جسم معلوم متوازي الأضلاع (154:9). A final example: in the votive offering - ἀνάθημα, translated as قائم مربع (see 110:12/156:7-8 & foll.) - the instrument is placed ὑπ' αὐτὴν τὴν στεφάνην τῆς στήλης "under the very crown of the stele", but على رأس ذلك القائم. The Arabic here is a simplified translation, "on top of the stele", thus avoiding the difficult technical terms of Greek temple architecture. Parts of the Greek may have given the translator some trouble. For several words – e.g. ἐπωστός, χολέδρα, προσμολυβδοχέω (see 110:6,6,14) – Liddell & Scott's *Greek-English Lexicon* gives only this text of Eratosthenes. Of course we have no guarantee that the Arabic is a straight translation and has not been reworked.

double	διπλάσιος 104:2	ضعف ١٥٣ : ٧
eightfold. eight times	ὀκταπλάσιον 104:6	ثمانية اضعاف ٤ ١٥٣ : ١٠
(the cube) will be doubled	διπλασιασθήσεται (ὁ κύβος) 104:15	ضعف (المكعب) ١٥٣ : ١٤
duplication (of the cube)	(κύβου) διπλασιασμός 104:9	اضعاف (المكعب) ١٥٣ : ١٢
sides	πλευρῶν 104:4	اضلاع ١٥٣ : ٩
by the lines called curved	διὰ τῶν καλουμένων καμπύλων γραμμῶν 106:4-5	بالخطوط التي تسمى المنعطفة ١٥٤ : ٤–٥
two given lines	δύο τῶν δοθεισῶν εὐθειῶν 110:20	خطين معلومين ١٥٦ : ١١
two given [lines]	δύο τῶν δοθεισῶν 106:2	الخطين المعلومين ١٥٤ : ٣
ivory	ἐλεφάντινον 110:4	من عاج ١٥٦ : ٢
above	ἐπάνω 108:6	من فوق ١٥٥ : ٧
a hundred feet	ἑκατόμπεδος 102:24	مائة قدم ١٥٣ : ٦
diagonals in them [rectangles]	διάμετροι ἐν αὐτοῖς 108:3-4	اقطارها ١٥٥ : ٦
let there be erected	συνεστάτω 108:2	نقيم ١٥٥ : ٤
cube	κύβου 104:9	المكعب ١٥٣ : ١٢
base, frame, board (in the shape of a brick. The Arabic repeats the Greek etymologically)	πλινθίον 110:3	لبنة ١٥٦ : ٢
is fixed in	ἐνήρμοσται 110:5	وليكن ... قد ألصق ١٥٦ : ٣
has been attached with solder	καθήρμοσται ... προσμεμολυβδοχοημένον 110:13-14	وقد ألصق ... برصاص ١٥٦ . ٨
let it meet	συμπιπτέτω 108:9	حتى يلقى ١٥٥ : ٩
small, thin tablets, panels, plates	πινακίσκους 110:4,10	ألواح صغار ١٥٦ : ٣ ألواح ١٥٦ : ٦
tablets, panels, plates,	πίνακας 110:22	الالواح ١٥٦ : ١٢
lying alongside one another evenly	ὁμαλῶς συναπτόμενα ἀλλήλοις 110:11-12	تكون مماسّها بعضها لبعض باستواء ١٥٦ : ٧
proportional	ἀνάλογον 112:4	متناسبة ١٥٦ : ١٧
$ZK : KH = BZ : GH$	ὡς ... ἡ ZK πρὸς KH, ἡ BZ πρὸς ΓH 108:21	نسبة زك الى كح كنسبة بز الى جح ١٥٥ : ١٥
two means in continued proportion	δύο μέσας ἀνάλογον ... ἐν συνεχεῖ ἀναλογίᾳ 106:28-9	خطين مناسبين (لهما) على الولاء ١٥٥ : ٣
	the same 104:14-15	خطين .... مناسبين لهما حتى تتوالى النسب ١٥٣ : ١٣ – ١٤
produced	ἐκβληθείσῃ 108:9-10	تنفذ ١٥٥ : ٩
at [point] K	κατὰ τὸ K 108:10	على نقطة ك ١٥٥ : ٩
geometers	τοὺς .... γεωμέτρας 104:19-20	المهندسين ١٥٤ : ١
in terms of geometric surfaces	ἐπὶ τῶν γεωμετρουμένων ἐπιφανειῶν 110:1	بسبيل السطوح الهندسية ١٥٦ : ١

English equivalent of Greek	*Greek*	*Arabic*
half-cylinder	ἡμικυλίνδρων 106:4	نصف اسطوانة ١٥٤ : ٤
in the instrument	ἐν τῷ ὀργάνῳ 110:22	في الآلة ١٥٦ : ١٢
with an instrument	ὀργανικῶς 110:2	بآلة ١٥٦ : ١
a way ... by using an instrument	τις ... ὀργανικὴ λῆψις 106:8-9	عمل .... يعمل بآلة ١٥٤ : ٧
has been shown	ἀποδέδεικται 110:2	بر[هنا] ١٥٥ : ١٧
remaining	μένοντος 108:5	وليبقى (correctly وليبق) ١٥٥ : ٦
problem	πρόβλημα 104:9	باب ١٥٣ : ١٢
we shall show	δείξομεν 112:3	نبين ١٥٦ : ١٦
below	ὑποκάτω 108:6	من تحت ١٥٥ : ٧
in grooves	ἐν χολέδραις 110:6	(فيجريان) في مجاري لها ١٥٦ : ٤ (وانظر دفع)
solid	στερεόν 104:6	مجسم ١٥٣ : ١٠
I move	συνάγω 110:22	ولتحرك ١٥٦ : ١٢
Let them be drawn (pl.)	ἤχθωσαν 108:3	تخرج ١٥٥ : ٥
let there be drawn through points	διήχθω διὰ τῶν ... σημείων 108:8 – 9	تخرج من نقط ... ١٥٥ : ٨
wooden	ξύλινον 110:3	من خشب ١٥٦ : ٢
line	εὐθεῖα 108:9	خطاً ١٥٥ : ٨ (انظر علم ، نسب)
two means	δύο μέσας { 106:2	خطين ١٥٤ : ٣ (انظر نسب)
	106:10	خط[ين] وسطين ١٥٤ : ٨
	110:3	خطين متوسطين ١٥٦ : ٢
lines	γραμμάς 110:9	خطوط ١٥٦ : ٥ (انظر عطف)
with no gap [between them]	ἄσχαστα 110:11	ولم يكن بينها خلل ولا فرجة ١٥٦ : ٦–٧
let it approach, be brought together	συνωσθήτω 108:5-6	وندفع ١٥٥ : ٧
are capable of being pushed forward	ἐπωστοί εἰσιν 110:6	وليكن... يدفعان فيجريان ١٥٦ : ٣-٤
surface	ἐπίπεδον 104:5	سطح ١٥٣ : ٩ (انظر وزى)
equal	ἴσους 110:4	متساوية ١٥٦ : ٣
unequal	ἄνισοι 106:28	غير متساوين ١٥٥ : ٤
in a straight line	κατ' εὐθεῖαν 110:22-23, 108.8	على [مستوى] واحد ١٥٦ : ١٢–١٣ متصلا على [استواء] ١٥٥ : ٨
bronze, brass	χαλκοῦν 110:4	من شبه ١٥٦ : ٢
putting together, assembly	συνάγεσθαι 110:10	صنعة ١٥٦ : ٦
figure	σχήματος 108:7	صورة ١٥٥ : ٨
has been drawn	γέγραπται 110:18	صورت ١٥٦ : ١٠
doubled	διπλασιασθεισῶν 104:4-5	اذا ضعفت ١٥٣ : ٩ (انظر كعب)

Appendix

A Note on the Technical Vocabulary in Eratosthenes' Tract on Mean Proportionals

RICHARD LORCH*

This *Note* is appended as a small contribution to the study of Greek mathematical and mechanical texts in Arabic translation.

The table below is organized alphabetically by the roots of the Arabic words, or, in the case of phrases, of the principal Arabic words involved. Apart from such changes as the occasional removal of the Arabic article or inseparable preposition, the words have not been reduced to standard frcm, such as nominative singular for Greek nouns. By this means it is hoped that a spurious generality will be avoided, for it may be that a Greek word is translated in a given way only when it appears in a certain form or forms. In addition, the forms given serve as a reminder of the syntactical contexts from which they have been taken, contexts often different in the two languages. Greek third-person imperatives are normally rendered in Arabic by the first person plural of some form of the imperfect. Participles are normally rendered by clauses.

References by pairs of numbers divided by colons are to page and line of the Greek text (see reference 3 in the article above) for pages 102-114, and to page and line of the Arabic MS reproduced above for pages 153-157.

* Institute for the History of Arabic Science, Aleppo University.

It is a pleasure to thank Professor Paul Kunitzsch (Munich) for looking over this appendix and pointing out several errors in it. He considers the suggesstion of the last paragraph speculative.

References

1. L. Cheiko, "Catalogue raisonné des manuscrits de la Bibliothèque Orientale de l'Université de St. Joseph", *Mélanges de la Faculté Orientale* (Beirut), 7 (1914-1921), 287-289.

2. Claus Jensen, "Identification of a Tract in an Arabic Manuscript: Eratosthenes on Two Mean Proportionals", *Isis*, 61 (1970), 111.

3. *Archimedis opera omnia cum commentariis Eutocii*, ed. J. L. Heiberg, (Leipzig: Teubner, 1880-1881), vol. III, pp. 102-114.

4. Ivor Thomas, *Selections Illustrating the History of Greek Mathematical Works* (Loeb Classical Library, 1951), vol. I, pp. 256-267.

5. Thomas Heath, *A History of Greek Mathematics* (Oxford: Clarendon Press, 1921), vol. I, p. 244.

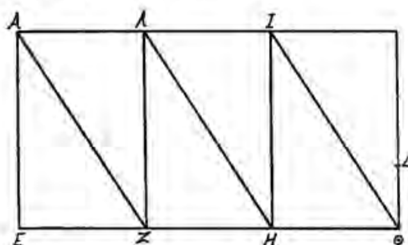
6. James Gow, *A Short History of Greek Mathematics* (New York: Hafner, 1923), p. 162.

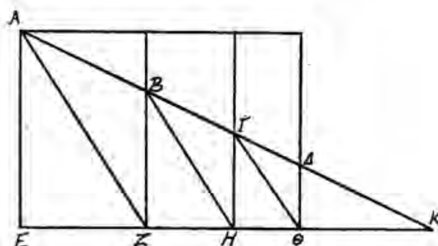
Editor's note

The Arabic Eutocius in MS Escurial 960 item 2 (ff 22v – 42v, of which ff 27v – 29r are the Eratosthenes section) is not identical to the above, though in parts it is very similar. Possibly it is another redaction–al-Ṭūsī is supposed to have written a *taḥrīr* of the Eutocius commentary. Lines 4 and 5 of f 22v are very similar to the title given by Sezgin (*Geschichte des arabischen Schrifttums*, Band V, 1974, p. 130) of the fragment in MS Bibliothèque Nationale 2457 (item 44, ff 191 – 192). These manuscripts and the Cambridge fragment also mentioned by Sezgin (*ibid*) would repay investigation.

[MS page 157]

1 Thus we have found, between the two given lines, two lines proportional to them. If the two given lines
2 are not equal to AE and ΔΘ, then we make the ratio of AE to ΔΘ equal to their ratio,
3 and we take between them the two mean lines. Then, going back to the original lines, we shall do what was required.
4 If we want to find more than two lines, we insert more tablets in the instrument (according to the number of means to be taken).
5 The proof is the same in all cases. The book is completed. At the end there was some poetry and praise to Ptolemy.





[MS page 156]

1 that by using geometric surfaces. And if we wished to do that with an instrument in order that we may find

2 the two mean lines, we [set up] a board of wood, or ivory, or bronze, but having in it

3 equal tablets, that are small and thin, of which the middle (one) is fixed and the remaining two

4 are pushed to run in grooves. Let the sizes and amounts of those grooves be according to the needs

5 of each. We then set up the proof for this as well. In order that the lines may be found with the greatest accuracy,

6 we make the tablets with careful skill, so that when the tablets are to our satisfaction everything remains parallel, smoothly fitting

7 without a gap, and they are evenly touching. As for the instrument which we put on the square pillar,

8 it is (made of) bronze and it is fastened at the top of that pillar with lead. So we made the proof and description shorter for

9 that instrument and the figure. I have written on that square pillar a writing which I copied

10 in order that you may have what was fastened to the square pillar. Also I have drawn there the second figure

11 on the square pillar. As a result of this we wish to show how to find, between two given lines, two lines.

12 in continued proportion to them. Let AE and $\Delta\Theta$ be the lines. Move the tablets in the instrument until

13 points A, B, Γ, Δ, are in one [straight] (line), as it is clearly pictured in the second figure.

14 [The ratio of AK to KB, since AC and BZ are] parallel, is as the ratio EK to KZ.

15 (?) That is, its ratio is also as the ratio of DKH <ZK> to KH, and so the ratio of EK to KZ is as the ratio of KZ

16 [to KH], so that the ratios are as the ratio of AE to BZ and (as) the ratio of BZ to ΓH. Similarly we show

17 [that the ratio of BZ to ΓH] is as the ratio of ΓH to $\Delta\Theta$. Therefore the lines AE, BZ, ΓH, $\Delta\Theta$ are proportional.

[MS page 155]

1 We cannot do this without finding

2 the two means. I have made the construction and (demonstrated) the proof of this instrument after the discussion. For

3 we make the two given lines between which we want to find two lines in continued proportion, AE and $\Delta\Theta$,

4 unequal and we make line ΘE perpendicular to AE at a right angle. Then we erect

5 upon line $E\Theta$ three successive parallelograms AZ, ZI, $I\Theta$ and we draw

6 their diagonals AZ, ΛH, $I\Theta$, These diagonals also will be parallel. Let the

7 middle parallelogram ΔI <ZI> remain (stationary), and (let) us push AZ above the middle (one) and line $I\Theta$ below it, as

8 in the second figure, until A, B, Γ, Δ lie along a straight line. We join points A, B, Γ, Δ in a line,

9 and produce it until it meets line $E\Theta$ at point K. It follows that the length of [A] <K>[3] to KB,[4] because of the parallelism of

10 AZ to line BH, is as the ratio of DBH <ZK> to ZH. Therefore the ratio of A<K> to AH <KB>, the shadow (?*sic*), which is EK to K [Z],

11 and as the ratio of KZ to KH. Also, since the ratio of BK to [$K\Gamma$[5] is as the ratio of KZ to KH, and, from the parallelism of BH and $\Gamma\Theta$,]

12 as the ratio of H [K] to $K\Theta$. Therefore the ratio of BK to $K\Gamma$ [is equal to ZK to] KH [and to the ratio of KH]

13 to K [Θ. But] the ratio of Z <K> to KH is as the ratio of [EK] to [KZ. So the ratio of E] K to KZ is.

14 as the ratio of Z <K> to KH and as the ratio of HK to K [Θ]. But the ratio of EK to KZ is as the [ratio of AE]

15 to BZ. And the ratio of $\Delta B\Gamma$ <ZK> to LH <KH> is as the ratio of BZ to ΓH. And the ratio of HK to K [Θ is as the ratio of]

16 ΓH to $B\Theta$ <$\Delta\Theta$>. Thus the ratio of AE to BZ is as the ratio of BZ to ΓH and as the ratio of ΓH to $\Delta\Theta$. [Thus]

17 we have found between AE and $\Delta\Theta$ two lines proportional to them, namely BZ and ΓH. So we have proved

3. Here, and often until line 16 ح (or similar) is found in the MS instead of K – an obvious mistranscription. In the translation only <K> appears.

4. Missing here from the text is: *because of the parallelism of AE to ZB, the ratio of AK to KB is as the ratio of EK to KZ.*

5. The reconstruction of the text omits here: *because of the parallelism of BZ to GH.* The gap in the MS is not big enough to accommodate everything in the Greek.

[MS page 154]

1 When they fell into the same dificulty, they sent over to ask the geometers who were

2 (with Plato[1]) in the land of the Academy, to find for them how this thing that was mentioned before could be done. They set themselves energetically to work,

3 and sought to find two lines between the two given lines. It is said that Archytas of

4 Tarentu<m> had discovered that, and he did it by means of a half-cylinder and that Eudoxus did it by means of the so-called

5 curved lines. As it turned out, they all gave demonstrations with proofs but none were able to make

6 the actual construction or reach the point of pratical application, except to a small extent what was done by Ṭīṭānus [b.] Menae [chm]us[2], and this (person) also

7 did what he described but with hardship and dificulty. We also thought out an easy way, using an instrument, with which we can find between

8 two given lines, not only two mean lines, but as many of them as one desires. And if this

9 device is available, [we could find a cube] equal to every given solid with parallel sides,

10 and change the figures of these [solids] from one to the other so that they become (*i.e.* remain) similar to the solids. Also

11 those solids may be increased [while retaining] their forms as they are, and do the same in the case of altars and temples.

12 By this we can [determine...] the measure of dry and wet things, as much as we want [...],

13 and the measure which is called *[m]aṭriṭis* – it being that in which liquids (*lit.* wet things) are measured – [to determine] the amount

14 [measured by] the vessels in which these things ... are placed. The discovery of that (finding mean proportionals) is also useful if we wish to increase

15 the power of instruments used in warfare for throwing rocks at walls to demolish them. All that

16 involves increasing all their parts proportionally over and above increasing in a single ratio their power, thickness,

17 range, the parts attached to it, and whatever stretches the springs which increase the throwing power by that amount.

1. In the Greek text παρὰ τῷ Πλάτωνι.

2. See appendix, p. 166.

IV Translation

[MS page 153]

1 In the name of God, the Merciful, the Compassionate.

2 *A treatise by Aristanes <Eratosthenes> on the construction of an instrument by which*

3 *a line is <two lines are> found between two lines.*

4 To King Ptolemy greetings from Aristanes <Eratosthenes>. One of the poets is said to have visited

5 Minos, he being occupied with the erection of a tomb for Glaucus the King, and inquired from him about the size of the tomb that he wanted

6 to construct. He told him that its total dimension is one hundred feet (each way). He (the poet) said to him: "This amount is little. It

7 is too small to be worthy of housing a King's tomb. But you should make it double this amount so that it does not depart from this

8 fair form. Hasten to make each part [of its parts] double what it is. It was thought

9 that he had made a mistake. For when the sides are doubled, the surface becomes [four] times what it was at first,

10 and the solid becomes eight times what it was. [The geometers] sought a way [to make]

11 a solid double a given solid without [changing its shape]; and they called this

12 problem the problem of the duplication of the cube, for they were doubling [a given cube. It seemed] a difficult matter.

13 The people were all puzzled for a long time. The first to conceive that if between two lines it was possible to find two mean

14 proportionals in continued proportion then it would be possible to double the given cube,

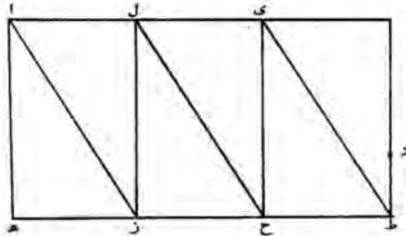
15 was Hippocrates of the island of Chios. Thus befell among the geometers, in attempting to construct two lines

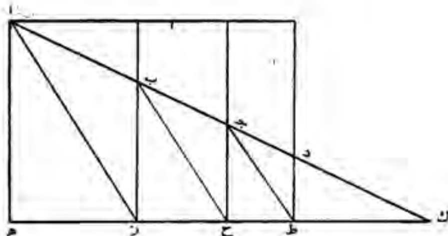
16 in continued proportion between two lines, a puzzle no less (difficult) than the first puzzle. It was related that after

17 a time people of Dīlwa <Delos>, attempting in accordance with orders of the [oracle] to double one of the altars, decided to do that.

[ص ١٥٧]

فقد وجدنا بين الخطين المعلومين خطين مناسبين لهما وان لم يكن الخطان المعلومان مساويين لخطي اه ، دط فانا نجعل نسبة اه الى دط مساوية لنسبتهما ونأخذ بينهما الخطين المتوسطين لهما ثم ننقلهما اليها فنكون قد عملنا الشيء المطلوب فان نحن أردنا أن نضع منها أكثر من خطين فلنضع في الآلة الواحاً اكثر عدداً من هذه فأما البرهان فيهما جميعاً فواحد . تم الكتاب وكان في آخره شعر ومديح لبطلميوس .







Université de St. Joseph, Beirut, Arabic MS 223, p. 157.
Reproduced by kind permission of the Librarian.

[ص ١٥٦]

ذلك بسبيل السطوح الهندسية وكنا اذا أردنا أن نعمل ذلك بآلة حتى نجد الخطين المتوسطين فانا [نقيم] لبنة من خشب أو من عاج أو من شبه ولتكن فيه ألواح صغار دقاق متساوية وليكن الأوسط منها قد الصق وليكن الأثنان الباقيان يدفعان فيجريان في مجاري لها ويكون عظم تلك المجاري واقدارها على ما يحتاج اليه كل واحد منها فنقيم البرهان في ذلك أيضاً ولكي نجد الخطوط بتحقيق شديد الأستقصاء فانا نحكم صنعة الألواح حتى اذا لاقت كانت متوازية كلها ولم يكن بينها خلل ولا فرجة وتكون مما ستها بعضها لبعض باستواء فاما الآلة التي وضعناها على القائم المربع فهي من شبه وقد الصق على رأس ذلك القائم برصاص واذا صيرنا البرهان والكلام في تلك الآلة والشكل كان أوجز وقد كتبت على ذلك القائم المربع كتاباً نسخته [وذلك] ليصير عندك ما أثبت على القائم المربع وقد صورت هنالك الصورة [الثانية على القائم المربع] وبنتيجته نريد أن نبين كيف نجد بين خطين معلومين خطين [مناسبين لهما] على التوالي [ولي]كو[نا] اه و دط ولنحرك الألواح التي في الآلة حتى تكون على [مستوى] واحد [النقط ا ، ب ، ج ، د كما نرى] بوضوح أنه قد صار ذلك على [ما في] الصورة الثانية [ونسبة اك الى كب تساوي من اه ، بز] متوازيين كنسبة هك الى كز ومن اجل ان [توازي از ، بح] أعني ايضاً ان نسبتها كنسبة زك الى كح فنسبة هك الى كز كنسبة كز [الى كح] وان النسبتين كنسبة اه الى بز ونسبة بز الى حح وكذلك نبين [أن نسبة زب الى حح] كنسبة حح الى دط فخطوط اه ، بز ، حح ، دط متناسبة

٥ – لكي : في الأصل لكن

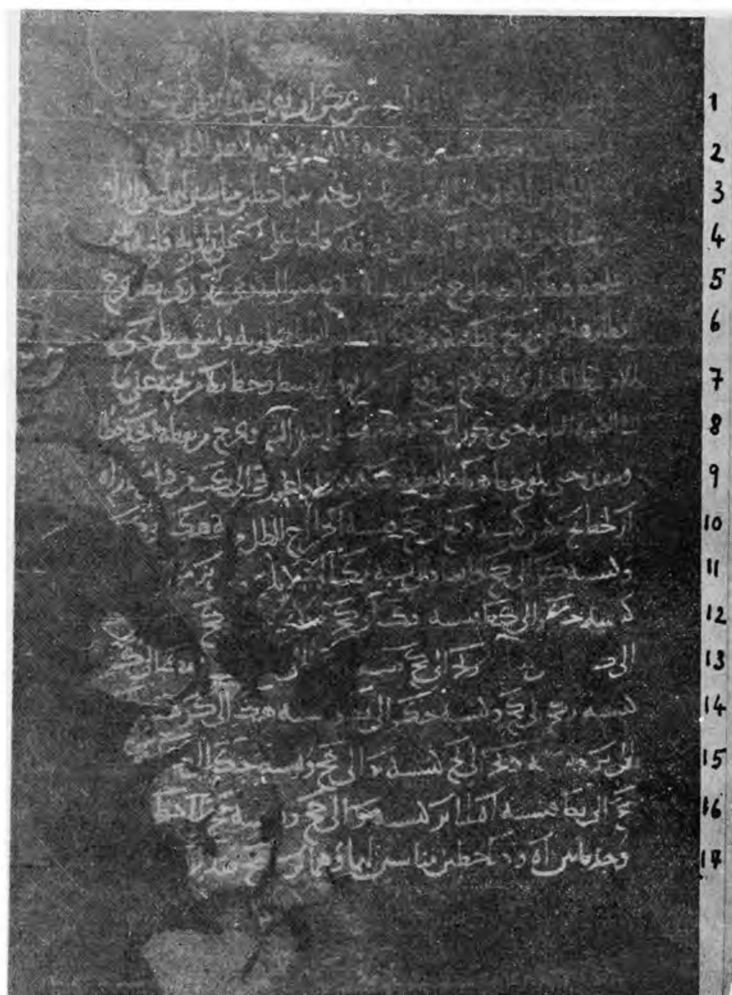


Université de St. Joseph, Beirut. Arabic MS 223, p. 156.
Reproduced by kind permission of the Librarian.

[ص ١٥٥]

القوة في الرمي على هذا المقدار وليس يمكن ان نعمل ذلك الا بأن يوجد
المتوسطان وقد صنعت تركيب هذه الآلة وبرهانها بعد الكلام [اذ]
نجعل الخطين المعلومين اللذين نريد أن نجد بينهما خطين مناسبين لهما على الولاء
غير متساويين وهما اه ، دط ونجعل خط ط ه قائماً على اه على زاوية قائمة ونقيم
على خط هط ثلاثة سطوح متوازية الأضلاع متوالية وهي از ، زي ، يط ونخرج
أقطارها وهي از ، لح ، يط فتكون هذه الأقطار أيضاً متوازية وليبقى سطح دى <زى>
الأوسط المتوازي الأضلاع وندفع از من فوق الأوسط وخط يط من تحته على ما
في الصورة الثانية حتى يكون ا ب جد متصلا على [استواء] ونخرج من نقط ابجد خطاً
وننفذه حتى يلقى خط هط على نقطة ك فيكون ادن طول [ا] بحـ < اك > الى كب من قبل موازاة
از لخط بح يكون كنسبة دبح < ذك > الى كح فنسبة ابحـ < اك > الى اح < ك ب > الظل وهي هك الى ك [ز]
وكنسبة كز الى كح وأيضاً فان نسبة بكَ الى [كج كنسبة كز الى ك ح ومن موازاة ب ح ، جط]
كنسبة ح [ك] الى كط فنسبة بكَ الى كج [مثل ز ك الى] كح [ونسبة كح]
الى ك [ط ولكـ]ن نسبة ذلح < زك > الى كح كنسبة [ه ك] الى [ك ز فنسبة ه]ك الى كز
كنسبة زكح < ز ك > الى كح وكنسبة حكَ الى [كط] ونسبة هكَ الى كز كذ[سبة اه]
الى بز ونسبة دلح < ز ك > الى لح < ك ح > كنسبة بز الى جح ونسبة حكَ الى ك[ط كنسبة]
جح الى بط < د ط > فنسبة اه الى بز كنسبة بز الى جح وكنسبة جح الى دط[وهكذا]
وجدنا بين اه و دط خطين مناسبين لهما وهما بز و جح فقد بر[هنا]

٨ — نقط : في الأصل نقطة
١٠ ، ١٥ — زك : في الأصل د لح
١١ — ١٣ — الرموز في هذه السطور قد طمس معظمها



Université St. Joseph, Beirut, Arabic MS 223, p. 155
Reproduced by kind permission of the Librarian.

[ص ١٥٤]

ولما وقعوا في هذه الحيرة نفسها توجهوا إلى من كان من المهندسين في بلاد اكاديميا وسألوهم أن يجدوا لهم عمل هذا الشيء الذي ذكرنا فاجهدوا أنفسهم في أن يجدوا بين الخطين المعلومين خطين فيقال أن أرخوطيس الذي من أهل طارنطير أصاب ذلك وعمله بنصف أسطوانة وأن ايدكسس عمله بالخطوط التي تسمى المنعطفة فعرض أنهم كلهم كتبوا في ذلك كتباً ببراهين الا أنهما مما لايمكن أن يخرج بالفعل وأن يستعمل ما خلاَ شيئاً يسيراً عمله طيطانس [بن] من[خم]س وهذا أيضاً انما عمل على ما وصفه بعسر ومشقة وقد تفكرنا نحن في عمل سهل يعمل بآلـــة نجد بها بين خطين معلومين ليس خط[ين] وسطين لهما فقط لكن كل ما اراد مريد منها واذا كانت هذه الحيلة موجودة أمكننا أن [نجد مكعبا] مساوياً لكل جسم معلوم متوازي الأضلاع وأن [نغ]يّر اشكال هذه [المجسمات] من شكل الى شكل فتكون شبيهة بمجسمات وان تزاد تلك المجسمات [التي تبقى] اشكالها على حالها وكذلك في المذابح والهياكل ونقدر بذلك ان نع[رف] كيل الأشياء اليابسة والرطبة كم شئنا منها [...] والكيل الذي يسمى [م]طريتيس وهو مما يكال به الأشياء الرطبة [.......] سعة مقدار ما [........] الآنية التي تصير فيها هذه الأشياء وينتفع بمعرفة ذلك ايضاً من ان ذاك يزيد في عظم الآلات التي تستعمل في الحروب لترسل على الحيطان الحجارة فتكسرها وذلك [كله] نتاج [النسب] تزاد في جميع اجزائها زيادة على نسبة واحدة في عظمها وفي غلظها وفي المدى فيها وما يلبس به من الأجزاء وما تشد به من العقب [التي] تزيد في

٤ – طارنطير = طارنطم (Tarentum)

٢١– الحجارة : في الاصل والحجارة



Université St. Joseph, Beirut, Arabic MS 223, p. 154.
Reproduced by kind permission of the Librarian.

III The Text

[ص ١٥٣]

بسم الله الرحمن الرحيم

كلام لأرسطانس (؟) في عمل آلة يستخرج بها خطاً < خطان > بين خطين

للملك بطلميوس من أرسطانس سلام عليك ان رجلا من الشعراء ذكر أنه دخل على مينوس وهو في عمل قبر لأغلوقس الملك فاستخبره عن قدر القبر الذي يريد أن يعمل فأخبره ان جملة قدرمساحتهماية قدم فقال له ان هذا المقدار قليل صغير لتقدير بيت قبر ملك ولكن ينبغي ان تجعله يصير ضعف هذا المقدار ولا يغادر هذا الحسن في هيئته فاسرع تصيير كل جزء من أجـ [زائه] ضعف ما هو عليه فظن أنه قد أخطأ لأن الأضلاع اذا ضعفت صار السـ[طح أربعة] أضعاف ما كان عليه أولا وصار المجسم ثمانية أضعاف ما كان عليه وقد [كان المهندسون] يطلبون وجهاً [يعملون] به مجسماً يكون ضعف مجسم معلوم من غير ان [يغيروا شكله] وكانوا يسمون هذا الباب باب اضعاف المكعب فكانوا يضعفون [مكعباً معلوما فبدت] أموراً صعبة فحار فيه القوم [جم] يعمهم منذ دهر طويل وأول من فكر في انه اذا وجد خطين بين خطين مناسبين لهما حتى تتوالى النسب أمكن بذلك أن يعمل ضعف المكعب المعلوم

كان أبقراط الذي من أهل ليا الجزيرة /كان/ فوقعت بين المهندسين في عمل خطين بين خطين

تتو[ا]لى مناسبة حيرة ليست بدون الحيرة الأولى وذكروا أنه [الومي] بعد زمان [أتى] أمر فيه اهل ديلوا أن يعملوا ضعف مذبح من المذابح [قرر] وا ذلك

٢ ، ٤ – ارسطانس = (؟) ايراتسطانس (Eratosthenes)
٣ – خطان : في الأصل خطاً
١٥– كان : وقعت فوق السطر / ليا : تقرأ كيا



Université St. Joseph, Beirut, Arabic MS 228, p. 153.
Reproduced by kind permission of the Librarian,

and the rightmost slides under it. To find the two mean proportionals between the height of the rectangles (AE in figures 1 and 2) and some smaller distance ($\Delta\Theta$), the two given quantities, the two outer panels are shuffled so that the intersections thus created of the verticals and diagonals will be aligned with the upper ends of the given quantities. In figure 2, B, the intersection of the moving vertical ΛZ with the stationary diagonal ΛH, and Γ, the intersection of the stationary vertical IH with the moving diagonal $I\Theta$, must be in the same straight line as A and Δ. BZ an ΓH are then the mean proportionals. The justification depends upon similar triangles created by the parallel lines, the verticals and the diagonals.

$$\left.\begin{aligned} AK : KB &= EK : KZ \\ &= ZK : KH \end{aligned}\right) \qquad \therefore EK : KZ = ZK : KH$$

$$\left.\begin{aligned} BK : K\Gamma &= KZ : KH \\ &= HK : K\Theta \end{aligned}\right) \qquad \therefore ZK : KH = KH : K\Theta$$

$$\therefore EK : KZ = ZK : KH = HK : K\Theta$$

$$\therefore AE : BZ = BZ : \Gamma H = \Gamma H : \Delta\Theta$$

The authors wish to express their appreciation and thanks for the continued help and the constructive suggestions of the editors of the *JHAS*. Also they wish to thank Professor Ihsan Abbas for assistance with the reading of the manuscript, and the librarian of the Bibliothèque Orientale de l'Université de St. Joseph for permission to reproduce the manuscript.

II The Problem

In his commentary on Archimedes' work *On the Sphere and Cylinder* II.1, Eutocius [3] has preserved for us a precious collection of solutions of the problem of the Duplication of the Cube. This problem consisted of constructing the edge of a cube having twice the volume of a given cube. In fact, such a line cannot be constructed, except by approximation, with a straightedge and compasses alone, though the impossibility was not established until the nineteenth century. But the search for solutions to this problem influenced Greek geometry to a great extent and led to many important discoveries, notably in the field of conic sections.

The first real progress in the duplication problem was the reduction of the problem by Hippocrates (ca. 400 B.C.) to that of constructing two mean proportionals between two given line segments a and b. If we denote the two mean proportionals by x and y, then

$$a{:}x = x{:}y = y{:}b.$$

From these proportions we have $(a{:}x)^3 = (a{:}x)\,(x{:}y)\,(y{:}b) = a{:}b$. If b is chosen to be $2a$, then $x^3 = 2a^3$. Thus x is the edge of a cube having twice the volume of the cube on edge a.

Among the many solutions to this problem is that of Eratosthenes (ca. 230 BC), a younger contemporary of Archimedes. It is given in what purports to be a letter from Eratosthenes addressed to Ptolemy III (Euergetes) to whose son, Philopator, Eratosthenes was tutor [5]. In this letter, describing the solutions of this problem and the tradition regarding its origin, Eratosthenes says that a certain tragic poet had represented King Minos as wishing to erect a tomb for his son Glaucus, but, being dissatisfied with the dimensions (100 feet each way) proposed by his architect, the King exclaims: "The enclosure is too small for a royal tomb. Double it, but fail not in the cubical form". A little later, Eratosthenes says, the Delians, who were suffering under a pestilence, were ordered by the oracle to double a certain cubical altar and, being in difficulty, consulted Plato on the matter [6]. He then describes an instrument by which he himself solved the problem, giving the proof of it and adding directions for making the instrument by which the mean proportionals between two given lines can be found.

The instrument consists of three equal rectangular panels set in a pair of parallel grooves. The middle panel is stationary, the leftmost slides over it

An Arabic Version of Eratosthenes on Mean Proportionals

Amin Muwafi* & A. N. Philippou**

I. Introduction

In his catalogue of Arabic manuscripts at the Université St. Joseph, Beirut, L. Cheikho [1] describes MS 223 (مجموع فلكي وهندسي وميكانيكي وموسيقي) as a photographic reproduction of a precious manuscript, whose original was disintegrating, and of which he was able to save a great deal. The original was at the Library of the Greek Orthodox Three Moon School, Beirut. It was previously catalogued under No. 248, and later changed to No. 364. The manuscript consisted of 162 pages (19 cm. high, 14 cm. wide, with 17 lines in each page). It is without date, but goes back to the fifteenth century. The original is now missing, and the authors were unable to locate its whereabouts. Fortunately, Cheikho had a photographic reproduction of the manuscript, and the library of the American University of Beirut obtained a microfilm of this copy.

Cheiko describes item no. 20 of MS 223 as "Traité d'Aristanes(?) sur la construction des deux moyennes proportionnelles par la méthode de la géométrie fixe". Jensen [2] pointed out that the tract mentioned "is actually an Arabic translation of a letter concerning the construction of two mean proportionals between two given lines, purporting to be by Eratosthenes, and of which several copies are extant" [3, 4].The name of the author occurs twice in the tract, each time in a corrupt Arabic transliteration as Aristanes.

In this article we give the Arabic text of this tract, as best we can, from a microfilm of the negative photographic prints in the library of St. Joseph's. Any missing or faded parts that could be guessed from the context or by help of the Greek text [3, 4] were inserted between square brackets, [ ] . The manuscript is reproduced in facsimile. In our transcription, corrections to the text are inserted in angle brackets, < > . These brackets have been copied into the translation, and any added words are inserted in parentheses, ( ). We have tried to make the English translation as close to the Arabic as possible, even at the expense of good English style.

The Arabic text shows some peculiarities of style and there are a few scribal errors. By and large the Arabic translation conveys the meaning of the Greek, but it is by no means word for word.

* Department of Mathematics, American University of Beirut, Beirut, Lebanon.
** Department of Mathematics, University of Patras, Patras, Greece.

الشكل القطاع للسجزي

ج . ل . برغرن

هذه رسالة من رسائل كثيرة غير مدروسة **لابي سعيد السجزي** الذي عمل في اواخر القرن الرابع للهجرة وهي رسالة في **شكل القطاع** .

نجد هذه الرسالة – وهي النسخة الوحيدة – في مخطوطة بنكيبور ٢٤٦٨ **(MS Bankipore 2468)** نشرت في حيدر آباد (راجع مصادر النص الانكليزي **4**) .

إن قصدنا من هذه المقالة هو تقديم ملخص لهذه الرسالة مع شرح يبين المقارنة بين معالجة **السجزي** لنظرية القطاع مع مثيلتها عند **بطلميوس وثابت بن قره** . إن الشكلين **(١)** و **(٢)** مأخوذان من النص العربي وإن الجيب « **Sine** » يدل على الجيب « **sine** » في العصور الوسطى ؛ فإذا فرضنا a هي قوس دائرة نصف قطرها **R** عندها يكون :

$$\text{Sin } a = R \text{ sin } a$$

ملخص

المقدمة هي رسالة لصديق سأل عن شرح وبرهان لنظرية بطلميوس حول شكل القطاع والموجودة في كتاب المجسطي

يقول السجزي انه كان قد أرسل في طلب نسخة من كتاب ثابت بن قرة والتي تحوي هذا الموضوع . إذ أنه كان متردداً آنذاك لأن يعرض نفسه للنقد إذا ألّف الكتاب هو بنفسه . إذ أن كثيراً من زملائه رجال المدينة يعتبرون أن الهندسة موضوع كفري ويعتقدون بأنه كفيل بقتل ممارسيه .

وعندما لم يأت الكتاب قرر كتابة هذه الرسالة وجعلها مختصرة قدر المستطاع . ثم بدأ السجزي الرسالة بالبرهان فإعتبر (الشكل ١) أن وتري الدائرة **GD** أو امتداده و (**GB** على التوالي) يقطع قطر الدائرة أو امتداده خارجياً في **E** (وداخلياً في **K** على التوالي)

عندها يكون

$$(\text{Sin } \widehat{GB} : \text{Sin } \widehat{DB} = GE : ED$$

وعلى التوالي

$$(\text{Sin } \widehat{GD} : \text{Sin } \widehat{DB} = GK : KB)$$

وهنا يقدر السجزي البرهنة على المسائل الاثنتي عشرة من هذه الرسالة وقد عرض هذه المسائل وقد لخصناها في العمود الأول من الجدول رقم (١) (والأحرف ترجع إلى الشكل رقم ٢) وسنستعرض بشكل مفصل فقط المسألتين (٥) و (٦) لأنهما نموذجيتان

المسألة رقم (٥) لتكن $\widehat{AB}$ و $\widehat{AG}$ قوسين لدائرتين كبيرتين على الكرة ولنجعل قوسين آخرين $\widehat{BE}$ و $\widehat{GD}$ يتقاطعان في Z (الشكل رقم ٢) عنـــدها يكون :

$$\text{Sin } \widehat{BD} : \text{Sin } \widehat{DA} = (\text{Sin } \widehat{BZ} : \text{Sin } \widehat{ZE}) \, (\text{Sin } \widehat{GE} : \text{Sin } \widehat{GA})$$

البرهان : إرسم مستقيمين AB و BE ومن النقطة H مركز الكرة ارسم نصفي القطرين HZ و HD وأنشىء نصف المستقيم HG ومـــدد المستقيم AE ليلاقي HG في النقطة T وارسم عندئذ BT

أصبح لدينا الآن مستويان أحدهما $\triangle ABT$ والآخر يحوي $HDZT$ وبما ان K, L, T تقع على كلا المستويين فهي تقع عـــلى امتداد خط مستقيم واحد وهكذا نحصل على الشكل المستوي القطاع المتشكل من الخطوط الأربع AB, AT, TK و BE. ومن المسألة رقم (٥) من هذه الرسالة نستنتج النسب المركبة (الكسور المضافة) الناتجـــة من الشكل المستوي القطاع وهي :

$$BK : KA = (BL : LE) \, . \, (ET : TA)$$

بواسطة الفرضية المساعدة الأولى (من الفرضيتين المساعدتين المعطاتين) بإمكاننا أن نبدل جميع هذه النسب بنسب جيبية للحصول على النتيجة المطلوبة ولإثبات المسألة رقم (٦) (انظر الجدول رقم (١) إنه يكفي أن نطبق المسألة رقم (٦) من الرسالة السابقة على نفس الشكل المستوي كما جاء في المسألة رقم (٥) ونطبق الفرضية المساعدة الأولى (من الاثنتين) لنحصل على النتيجة المطلوبة .

المسألتان اللتان لخصناهما من رســالة السجزي هما نموذجيتان من المسائل الاثنتي عشرة والتي تقع في ست ثنائيات كهذه وهي بالتحديد (١ ، ٢) و (٣ ، ٤) و (٥ ، ٦) .... و (١١ ، ١٢) حيث أن المسألة الثانية من كل ثنائية يبرهن عليها بالاعتماد على مقلوب النسب الثلاثة الحاصلة من الحالة الأولى . وفي حال كل زوج نبدأ الفرضية بالجملة « لنكرر هذا الشكل » وذلك للبرهان على المسألة الثانية من كل زوج والبرهان في هــذه الحالة قصير جداً بالرغم من أنّ السجزي كان قادراً على استخدام مراحل الشكل القطّاع نفسه كما استعمله في الحالة الأولى .

ونجد في العمود الثالث من الجدول رقم (١) وصفاً لفظياً للنسبة التي يعبر عنها كنسبة مركبة (كسور مضافة) .

ونجد في العمود الثاني المستويات المتقاطعة والمنتجة للخط الرابع لكل مسألة . ورقم النظرية من (٤) في حال الإمكان لاستخدامها للحصول على النتيجة المطلوبة .

وكتب السجزي شرحاً على طريقة بطلميوس وبمقارنة ما كتبه نتبين أنه كتب ما كان قد وعد به مراسله .

ويقدم السجزي برهانه بالاعتماد على نفس الفرضيتين المساعدتين اللتين استعملهما بطلميوس .

وفي برهانه على المسألة رقم (٥) وهذه هي الحالة الوحيدة المبرهنة من قبل بطلميوس نرى ان برهان السجزي يختلف عن برهان بطلميوس ولكن بشكل ليس ذا أهمية

وأما الجديد في رسالة السجزي فهو الشرح المفصل لطريقة بطلميوس في حل كل واحدة من الاثنتي عشرة لنظرية القطاع الكروي ويبدل السجزي الأوتار التي استعملها بطلميوس بالجيوب

وفي حين كان بطلميوس كفلكي مهتما بإعطاء الفلكيين الآخرين أداة لعملهم نرى أن السجزي يعطي أهمية كبرى للمعالجة الرياضية المتقنة لكامل الموضوع ووفق طريقة موحدة (بشكل أساسي) .

ونرى عند مقارنة هــذه الرسالة بعمل ثابت بن قرة ، أن ثابتاً يستعمل طريقاً يختلف

عن السجزي ويبين أن الحالة الأولى التي وصفها بطلميوس يمكن إرجاع جميع الحالات إليها وذلك بعد ان يعالج الثغرات في برهان بطلميوس (والتي قد أهملها السجزي) . وبعد هذا قد برهن ثابت على الحالة الثانية عند بطلميوس بالاعتماد على الحالة الأولى . وهكذا أكد بجزم أنه يمكن إرجاع باقي الحالات جميعها إلى الحالتين السابقتين . وان ثابتاً كان قد استعمل كبطلميوس أوتاراً وليس جيوباً وقد كان كل من ثابت والسجزي مهتماً بالتطبيقات الفلكية وقد كتب السجزي قرب نهاية رسالته أنه عازم على تأليف كتاب حول هذا الموضوع .

وفي حين أن الاثنين ثابتاً والسجزي قد اعترفا بأن كل مسألة تحتاج إلى معالجة شاملة نرى أن السجزي يعالج المسائل بواسطة منهج موحد وأن ثابتاً يرجع كل الحالات الى حالة واحدة (نموذجية) ولذلك فقد استخدم كل من هذين الباحثين هنا خطوات مستقلة لأجل تشكيل نظام رياضي في علم المثلثات .

رسالة في الشكل المتّسع (التساعي) المنتظم مجهول مؤلفها

ج. ل. برغرن

غايتنا من كتابة هذه المقالة شرح وتلخيص رسالة مجهول مؤلفها عنوانها « **الشكل المتسع** » والّتي تم نشرها بين إحدى عشرة رسالة أخرى من مخطوطة بنكيبور ٢٤٦٨ (MS Bankipore 2468) [٧] . (إن النص الانكليزي لهذا المقال والمنشور في هذا العدد من المجلة يتضمن ترجمة أمينة للنص العربي) ان هذا العمل لم يذكره بروكلمان [٤] ولا سزكين [٨] ومع ذلك فقد أشار إلى وجوده هرملينك Hermelink [٥] (راجع مصادر النص الانكليزي) .

ملخص « الشكل المتّسع » (انظر الشكل (١))

لنرسم القطرين AE و ZH بحيث يقسمان الدائرة ABG إلى أربعة أقسام متساوية ولنرسم الوترين AB و BG بحيث يكون AB مساوياً لنصف القطر و BG يقطع ZH في T بحيث يكون TG مساوياً لنصف القطر .

فإذا كانت D مركز هذه الدائرة عندها يكون TD مساوياً لضلع التساعي المنتظم المرسوم داخل الدائرة .

وللبرهان على ذلك يجب أن ننشيء AE و BG ونمددهما باتجاه E و G كي يتقاطعا في K ولنرسم نصفي القطرين BD و DG ونرسم GM موازياً لـ DK عندها يكون :

$$TM : MD = TG : GK$$

ولكن

$$TG = GD$$

و

$$GM \perp TD$$

فينتج أن $TM = MD$ وينتج كذلك أن $TG = GK$ ومن ثم إذا رسمنا $GL \perp DK$ عندها يكون $DL = LK$ وبما أن المثلثين BDG و GDK كل منهما متساوي الساقين نستعمل نظرية موجودة في كتاب « الأصول » حول الزاوية الخارجية للمثلث

فنجد أن

$$\widehat{KBD} = 2\ \widehat{GKD}$$

وبالاعتماد على نفس النظرية نجد أيضاً أن

$$\widehat{BDA} = \widehat{KBD} + \widehat{GKD}$$

وبالتالي

$$\widehat{GKD} = \tfrac{1}{3}\,\widehat{BDA}$$

ولكن $\widehat{BDA}$ تساوي ثلثي زاوية قائمة أي $(\widehat{BDA} = \frac{2}{3} \times 90)$

فنستنتج من ذلك أن $\widehat{GKD}$ وكذلك $\widehat{GDK}$ كل منهما تساوي تسعي زاوية قائمة أي

$$[\,\widehat{GDK} = \widehat{GKD} = \tfrac{2}{9} \times 90]$$

وبما أن الزاوية المركزية المقابلة للضلع في التساعي المنتظم تساوي أربع أتساع الزاوية القائمة وبما أن GL هو نصف وتر ضعف القوس GE فنجد أن GL هو نصف ضلع التساعي المنتظم المرسوم داخل دائرة .

وبما أن

$$TD : GL = TK : GK = 2 : 1$$

فنستنتج أن TD يساوي ضلع التساعي المنتظم المرسوم داخل الدائرة وهو المطلوب

التعليق :

من وجهة نظر محتوى هذه الرسالة يمكن أن تكون قد كتبت في أي وقت من القرون الإسلامية المبكرة . فعلى سبيل المثال أعطى بنو موسى طريقة عامة في تثليث الزاوية الناشئة عن مستقيمين في منتصف القرن التاسع الميلادي في كتابهم « كتاب معرفة مساحة الأشكال » (١، ص . ٢٤) . وهذه الطريقة هنا من اجل الحصول على الزاوية (٦٠°) ومن يقرأ معالجتهم بأناة يلاحظ أن TD يساوي وتر قوس ويساوي $\frac{2}{3}$BA وهذا ما يراد قوله في — كتاب « **الشكل المتسع** » .

وبالتالي فإن الفرض من كتاب « **الشكل المتسع** » يبدو ببساطة انـه للفت النظر الى انه

عندما تطبق طريقة في التثليث معلومة جيداً على زاوية 60° يشكل مباشرة الانحراف ضلع المتسع المنتظم ذاته . إنها ملاحظة بارعة تعطي نهاية مفاجئة للإنشاء المألوف وبالتأكيد إنها رسالة قصيرة تثير الاعجاب .

« **إن الشكل المتسع** » يلي مباشرة رسالة أبي سعيد السجزي « **الشكل القطاع** »

في نفس المخطوطة وبدون حتى البسملة لتقديمه وبذا قد يكون من الممكن اعتبار أن السجزي قد كتب هذا المقال خاصة وأن اعماله في التقسيم الثلاثي للزاوية . وفي المسبع المنتظم متممة لعمله هذا

اصل كلمة اسطرلاب واختراعه حسب المصادر العربية في القرون الوسطى

ديفيد كينج

إن الآلة الفلكية المسطحة المسماة بالاسطرلاب او بالاصطرلاب آلة مـــن أصل يوناني كان اسمها مستخرج من كلمة يونانية . وفي عدة رسائل عربية تعالج الاسطرلاب نجد اشتقاقات لاسم الآلة وآراء فيمن اخترعها وقد بحث المؤلف جميع الرسائل العربية في الاسطرلاب المعروفة له وقد جمع ما كتبه الفلكيون في القرون الوسطى في هذا الموضوع .

وصف مخطوطة الظاهرية (دمشق)
رقم ٤٨٧١

جميل رجب و ا. س. كندي

لقيت المخطوطة التي وصفناها بكامل حجمها في مقالتنا (بالإنكليزية) إهتماماً كبيراً منذ أن أدرجت محتوياتها في ثلاث نشرات عربية . فقد تم نشر إثنتين وعشرين مقالة من أصل ثلاث وأربعين المتبقية ؛ ومن ناحية ثانية إن نصف الثلاث وأربعين مقالة أو أكثر مواضيعها علمية وكان هذا مجهولاً حتى زمن قريب لصالح المادة الفلسفية . لعله جدير بالإهتمام إلقاء نظرة شاملة على عمل أنجز الى هذا الحد وتبيان محتواه وتحديد أهمية وحجم تلكم المقالات التي لم تنشر بعد وإعطاء صورة وصفية لتاريخ كامل المخطوطة في القرن السابع ، والتأمل في دوافع ذلك الشخص المجهول الذي إنتخب هذه الأعمال الخاصة لنسخها .

إن ثمة فكرة عامة عن تصنيف مواضيع الكتاب يمكن تكوينها بالرجوع إلى القائمة المبينة أدناه حيث تعطي لكل مقالة من الثلاث وأربعين مقالة أو جزءها المتبقي ضمن المجموعة في ترتيبها الحالي العنوان أو الموضوع واسم المؤلف والطول التقريبي ، وتشير النجمة (*) إلى المقالات التي سبق نشرها :

الرقم	العنوان أو الموضوع	المؤلف	الطول بالصفحة	النشر
١	الصحف (علم الأخلاق)	مجهول	١٢	*
٢	آراء فلسفية	ايتيوس	٢٤	*
٣	سبعة أبواب ... في صفات النفس	غرغوريوس ثوماتورغس	٣	*
٤	كتاب الفوز	مسكويه	٢٨	*
٥	في طبيعة الإنسان	نيميسيوس الحمصي	٤٨	
٦	شرح ميتافيزيقا ارسطوطالس	ثامسطيوس	٢	*
٧	حول فيزياء ارسطو	ابن عدي	٣ ½	*
٨	مسائل في علم الهيئة	المروزي	٦	

الرقم	العنوان أو الموضوع	المـؤلف	الطول بالصفحة	النشر
٩	مسائل في علم النجوم	القبيصي	١٢	
١٠	كرة تدور بذاتها	الخازني	٣	٥
١١	مسائل نجومية	الخيام	٢ ١/٢	
١٢	صنعة الآلة الزمرية	ابلونيوس	١/٢	
١٣	عمل آلة لقياس الكواكب الثابتة	مجهول	١	
١٤	آلة رصدية	مجهول	١+	
١٥	عمل الصندوق للساعات	مجهول	٣	
١٦	مقالة في الأبعاد والأجرام	الصغاني	٣	
١٧	الثقل النوعي للخلائط المعدنية	محمود بن أبي القاسم	١ ١/٢	٥
١٨	مسألتان هندسيتان	مجهول	١/٢	
١٩	رسالة في الآلات المحرقة	العلاء بن سهل	٢ ١/٢	
٢٠	مساحة المثلث	ابو الوفاء البوزجاني	١ ١/٢	٥
٢١	في سمت القبلة	نصر بن عبد الله	١	
٢٢	برهان على أن الفلك ليس هو في غاية الصفاء	العلاء بن سهل	١	
٢٣	أقوال مأثورة	عدة مؤلفين	١	
٢٤	الأدب الصغير	ابن المقفع	١	
٢٥	تاريخ يعتمد على النجوم	الرازي	١	
٢٦	كتاب التجريد (هندسة)	النسوي	٤٢	
٢٧	مبادىء الكون	اسكندر الأفروديسي	١١	٥
٢٨	شيء متحرك	اسكندر الأفروديسي	١+	٥
٢٩	الصور والأجناس	اسكندر الأفروديسي	١/٢	٥

الرقم	العنوان أو الموضوع	المـــؤلف	الطول بالصفحة	النشر
٣٠	اللذة والحزن	اسكندر الأفروديسي	١/٢	*
٣١	القدرات والحوافز	اسكندر الأفروديسي	١/٢	*
٣٢	التكاثر والعدم	اسكندر الأفروديسي	١	*
٣٣	في تمام الحركة وكمالها	اسكندر الأفروديسي	١/٢	*
٣٤	في الصور الروحانية ... هيولى لها	برقلس	١/٢	*
٣٥	الفعل والحركة	اسكندر الأفروديسي	١	*
٣٦	التفريق بين الاجناس	اسكندر الأفروديسي	٨	*
٣٧	حول إختصار مقسيموس للقياس المنطقي	ثامسطيوس	٨	*
٣٨	اسئلة ابن سوار		١ ١/٢	
٣٩	في المدخل إلى علم المنطق	النسوي	٨	
٤٠	تعاريف المنطق الأرسطوطالي	ابن بهريز	٧	
٤١	براهين على خلود الكون	برقلس	٣	*
٤٢	مسائل في الأشياء الطبيعية	برقلس	٢	*
٤٣	كتاب في الأمور الإلهية	الأسفزاري	٢٠	

جميع هذه الأعمال هي من علوم الأوائل في العلوم البحتة والتكنولوجيا : رياضيات ، علم الفلك ، علم النجوم ، الآلات ، العدسات ، الميكانيك — وكلها ليست ذات أهمية جوهرية برغم أن بعضها مثير للإهتمام ، البعض الآخر تمهيدي (في الهندسة والمنطق) .

يبدو وكأن المجموعة جُمعت لاجل شخص أولى كل إهتمامه بالدرجة الأولى للفلسفة الإنسانية لكنه رغب كذلك في إظهار نمط مـــن الإطلاع والمعرفة إزاء المادة العلمية شبيه بالمعرفة الحقيقية . ولعل ظهور اسميّ فقيهين على صفحة الغلاف يدعم على الأقل هذه الفكرة .

تتألف المخطوطة في الوقت الحاضر من ١٤٦ ورقــة قياس ١٧ × ٢٦ سم صيانتها رديئة ، ممزقة حوافيها وفيها بعض الثقوب . عدد اسطر الصفحة عموماً ٣٩ / ٤١ سطراً يتجاوز أحياناً ٤٦ سطراً . يوحي الخط بأنه كتب بيد مقيدة لكنه نسخي مقروء . كثيراً من النقط أهملت ، الكلمات غير مشكلة والهوامش ضيقة .

نعتقد أن من الأرجح نسب كامل المخطوطة الى ناسخ واحد مجهول أقام في بغداد ، ومن تواريخ مختلفة وردت في المخطوطة نتبين ان نسخ المخطوطة كلها تم على مدى ثمان سنوات على الأقل بدأت في حوالي ٥٥٠ هجرية ومحتمل أن يكون الناسخ هو المالك الأصلي ، بإطلاعه خلال فترة من الزمن على هذه الأعمال رغب في إقتناءها لنفسه . من الورقة ٣٦ آ تظهر بوضوح صفحة العنوان الأصلية فنعرف أن المجموعة كانت تضم أصلاً ثمانين عملاً ضاع ما يقارب نصفها وما بقي أعيد تجليده دون ترتيب .

نُقلت المخطوطة من بغداد الى استانبول ومــن ثم إلى دمشق فالهند فمشهد في خراسان ثم عادت أخيراً إلى دمشق .

قدمنا في مقالتنا وصفاً لكل مقالة على إنفراد . ويتعلق طول كل مقالة بما إذا سبق ونُشر النص اولا وبتقديرنا للمضمون . وفي بعض الأحيان قدمنا فهارس المحتويات .

المشاركون في العدد

ادوارد س. كندي : أستاذ متقاعد في الجامعة الأميركية في بيروت . ركز اهتمامه حول العلوم الدقيقة في القرون الوسطى .

أمين موافي : استاذ الرياضيات في الجامعة الأميركية في بيروت يهتم الآن بمجال تاريخ العلوم الرياضية بعد أن اقتصرت اهتماماته السابقة على نظرية العدد .

اندرياس ن. فلبو : خبير أحصائي ترك مؤخراً الجامعة الأميركية في بيروت ليشغل منصبه الجديد في جامعة باتراس / اليونان .

بول كونيتش : أستاذ في معهد اللغات السامية بجامعة ميونيخ . ألف عدة كتب عن الفلك وعلم الهيئة عند العرب في القرون الوسطى . اختصاصه الرئيسي في أسماء النجوم ومصطلحاتها .

جميل رجب : يعد أطروحة للدكتوراة في تاريخ العلوم في جامعة هارفرد موضوعها « تذكرة » نصير الدين الطوسي .

جون ل. برغرن : أستاذ الرياضيات بجامعة سيمون فريزر في كولومبيا البريطانية / كندا . يؤلف كتاباً شارف على الإنتهاء عنوانه "Episodes from the History of Medieval Arabic Mathematics." (أحداث من تاريخ الرياضيات العربية في القرون الوسطى) يعتمد فيه على محاضراته التي ألقاها في جامعة شالمرز في غوتبورغ / السويد .

جون نورث : أستاذ تاريخ الفلسفة في جامعة جرونئجن . مؤلفاته غزيرة معظمها في تاريخ العلوم في القرون الوسطى والحديثة وأشهرها كتاب « ريتشارد وليتغفورد » في ثلاثة أجزاء .

ديفيد كينج : أستاذ مساعد في جامعة نيويورك . يدرس فيها اللغة العربية وتاريخ العلوم . يسعى حالياً الى إتمام كتابه .The World about the Kaᶜba وهو دراسة نظرية وعملية في سمت القبلة تعتمد على النصوص والتخطيط المعماري عند العرب في القرون الوسطى .

ريجيس موراون : راهب دومينيكاني يحقق بالتعاون مع الدكتور رشدي راشد جميع أعمال ثابت بن قرة .

رشدي راشد : مدير أبحاث في معهد تاريخ العلوم في المركز الوطني للبحوث العلمية – جامعة باريس . تضم مؤلفاته دراسات في تاريخ الجبر والهندسة .

ريتشارد لورتش : التحق مؤخراً بمعهد التراث العلمي العربي ليجمع فيه بين البحث وتدريس طلاب الدبلوم وتحرير مجلة المعهد .

صالح عمر : أخصائي في علم البصريات في القرون الوسطى . عاد مؤخراً الى الولايات المتحدة بعد أن أمضى في معهد التراث العلمي العربي عاماً في التدريس والبحث .

مانفرد أولمان : مؤرخ بارز في تاريخ « الطب في القرون الوسطى » ومحرر « قاموس اللغة العربية الفصحى » الرسمي .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ – تقديم نسختين من كل بحث أو مقال إلى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات إلى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ – ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكنا وإلا باللغة العربية .

٢ – طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار إليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضاً ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ – بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب– أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج– أما إذا أشير إلى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة إلى أرقام الصفحات .

أمثلة :

أ – المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب– عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية . مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣ .

ج– المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

إعـــــلان

طلب مدرسين لمعهد التراث العلمي العربي
في جامعة حلب — حلب — سورية
للعام الدراسي ١٩٨٣/٨٢

يعلن معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب عن حاجته لمدرسين لتدريس المواد التالية :

١ — تاريخ الحضارة .

٢ — المنهج التاريخي والمراجع والمخطوطات .

٣ — تاريخ العلوم الأساسية .

٤ — تاريخ العلوم الطبية .

٥ — تاريخ العلوم التطبيقية .

٦ — العلم والمجتمع .

ويشترط في المتقدم ما يلي :

— حصوله على شهادة دكتوراه

— وله خبرة سابقة في تدريس تاريخ العلوم وله دراسات وأبحاث منشورة في مجال تاريخ العلوم العربية أيضاً .

يفضل من يستطيع التدريس باللغة العربية .

— يحدد الراتب على أساس سنوات الخبرة والمرتبة التي حصل اليها المتقدم .

ولمزيد من المعلومات ولتقديم الأوراق الثبوتية يرجى الكتابة إلى العنوان التالي :

الدكتور خالــد ماغــوط
مدير معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب — حلب
الجمهورية العربية السورية

TEACHING POSITIONS AVAILABLE AT THE

Institute for the History of Arabic Science

University of Aleppo, Aleppo, Syria

Academic Year 1982-83

Subjects: History of Civilization
Historical Methods, Sources & Manuscripts
History of the Exact Sciences
History of Medicine & the Life Sciences
History of Technology
Science and Society

Candidates: Should be holders of a Ph.D. Degree with experience in teaching the history of science, with published research in the history of Arabic science. and preferably able to teach in Arabic

Salary: Depends upon the appointee's qualifications and experience.

Address inquiries to:
Dr. Khaled Maghout
Director
Institute for the History of Arabic Science
University of Aleppo
Aleppo, Syrian Arab Republic

To Contributors of Articles for Publication in the *Journal for the History of Arabic Science*

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. In matters of paragraph-indentation and the indication of footnotes, please follow the style used in this journal.

2. Please include a summary – if possible in Arabic, but otherwise in the language of the paper – about a third of the original in length.

3. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and they should contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page-numbers. For journals give author, number, year, and page-numbers.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sına aletler bahsi", *Belleten* 25 (1961), 213-238.

After the first quotation, if the reference is repeated, then the author's name and the abbreviation *op. cit.* may be used. Alternatively, the books and articles cited may be collected into a bibliography at the end of the article, according to the above format, so that reference may be made to them in the footnotes by author or short title.

4. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

', b, t, th, j, ḥ, kh, d, dh, r, z, s, sh,
ء ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش
ṣ, ḍ, ṭ, ẓ, ʿ, gh, f, q, k, l, m, n, h, w, y.
ص ض ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه و ي

Hamza at the beginning of a word is omitted in transcription. The *lām* of the Arabic article before sun-letters is not assimilated (thus *al-shams* and not *ash-shams*).

For short vowels, *a* is used for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for *ḍamma*. For long vowels diacritical marks are drawn over the letters: *ā*, *ī*, *ū*. The diphthong *aw* is used for 'وْ' and *ay* for 'يْ'. Long vowels before *hamzat al-waṣl* are printed long (thus "abū'l-Qāsim" and not "abu'l-Qāsim").

NOTES ON CONTRIBUTORS

A professor of mathematics at Simon Fraser University, British Columbia, **J. L. Berggren** is completing a book to be entitled "Episodes from the History of Medieval Arabic Mathematics". It is based upon a course of lectures given at Chalmers University, Göteborg, Sweden.

E. S. Kennedy is an emeritus professor at the American University of Beirut. His professional interests center upon the exact sciences in medieval Islam.

David A. King is associate professor of Arabic and the history of science at New York University. He is currently completing a book entitled *The World about the Kaʿba*, a study of the theory and practice of *qibla* determinations based on medieval texts and architectural alignments.

Paul Kunitzsch is a professor at the Institut für Semitistik in Munich University. He has published several books on astronomy in the medieval Arabic world. His principal specialism is the nomenclature of the stars.

At the Institute for the History of Arabic Science, **Richard Lorch** combines teaching graduate students with research and with editing this journal.

A member of the Dominican Order, **Régis Morelon** is collaborating with Roshdi Rashed is preparing editions of the scientific works of Thābit b. Qurra.

Amin Muwafi, professor of mathematics at the American University of Beirut, is a recent convert to our subject. His previous contributions have been in the field of number theory.

John North is professor of the history of philosophy in the University of Groningen. He has published extensively on the history of both medieval and modern science, his best-known book being the three-volume *Richard of Wallingford.*

A specialist in medieval optics, **Saleh Omar** has recently returned to the United States after a year of teaching and research at the Institute for the History of Arabic Science.

Andreas N. Philippou, a statistician, has recently left the American University of Beirut to take up a post at the University of Patras, Greece.

Jamil Ragep is completing the requirements for a doctorate in the history of science at Harvard University. His dissertation includes an edition of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's *Tadhkira.*

Roshdi Rashed is director of reserach at the C. N. R. S. Institute for the History of Science, University of Paris. His publications include studies in the history of algebra and geometry.

Eminent historian of Islamic medicine, **Manfred Ullmann** is also editor of the authoritative *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache.*

gebraucht den Ausdruck *qawsu l-ghaymi*, und der andalusische Dichter Ibn Bulayṭa, bei Ibn Ẓāfir, op. cit., p. 47 ult. sagt:

ولاح في الجو قوس الجو مكتسيا من كل لون بأذناب الطواويس

Der Sprachgebrauch ist also nicht einheitlich, aber die Tendenz ist ganz deutlich: Der alte, verpönte Ausdruck *qawsu quzaḥa* wird in späterer Zeit durch neutrale Verbindungen wie *qawsu l-ghamāmi* und dergleichen verdrängt. Wenn im *Sirr al-khalīqa* nun *qawsu l-ghamāmi* steht, so weist dies gerade n i c h t auf ein hohes Alter des Textes. In ähnlicher Weise mußte man viele Wortuntersuchungen machen, aber der Aufwand ist lohnend, und man kann so am ehesten festen Grund unter die Füße bekommen.

Zum Schluß seien noch einige Berichtigungen und Ergänzungen mitgeteilt: p. XXI: Ibn Nubāta's Buch trägt den Titel *Sarḥ al-ᶜuyūn*, nicht *Sharḥ al-ᶜuyūn*. Zu Seite 50 Anm. 21: Das Zitat bei Ibn al-Mubarak, *K. al-Munqidh min al-halaka*, Ms. Chester Beatty 3795, fol. 80 a 1-15 lautet:

قال ماجيوس القس في كتابه الذي وضعه في صفه ترياق الحيوانات المسومة : إنه يعرض لمن سقى شيئاً من العظاية المدبرة أعراض كثيرة مختلفة لكثرة اختلاف أنواع هذا الحيوان وكذلك يعرض لمن سقى شيئاً من الحرذون فإن الأعراض الحادثة عنهما شيء واحد ؛ قال إنه يعرض لمن سقى شيئاً من هذه الحيوانات ورم في رأس بطنه وانتفاخ ثم يصعد إلى الصدر ويتصل إلى الرقبة والوجه وبعد ذلك يرم الشفتان وينعقد اللسان ويمتنع من الكلام ويلحقه استرخاء في الأعضاء مع رعشة ورعدة ويعتريه عند الحركة ويخدر بعد ذلك بدنه وعلاج ذلك المبادرة إلى القيء بأشياء قوية مثل جوز القيء أو بزر الفجل وبزر السرمق أو يشرب الماء الحار مع السمن العتيق ويتقيأ بذلك عدة مرار ولا يمل من القيء فإذا علم أنه قد نقى أعطى من الترياق الفاروق وزن درهم بخمر قوى صرف وزن أربعة أواق أو يعطى من لحم ابن عرس المملح مدقوق وزن أوقية مع مرقه إسفيدباج فإن عدم ابن عرس فليعمل له إسفيذباجه من لحم هر أسود برى فإن عدم فأهلى ويأكل منه فإنه برؤه وترياقه إن شاء الله وجميع الترياقات نافعة منه بإذن الله .

p. 79 nr. 2.3.14: Statt "Das Sein" (*al-kawn*) lies "Der das Sein Verursachende" (*al-mukawwin*). p. 180 Anm. 47 lies *dabūr* "Westwind" und *qabūl* "Ostwind". p. 187 Anm. 84 u. 85: Zur Bezeichnung des Planeten Merkur als "Sekretär" (*kātib*) vgl. *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache*, vol. I, p. 543 b 44 ff. p. 190: Die Cherubim, die hier in der aramäischen Form *karūbā* (*krōbā*) angeführt sind, heißen arabisch sonst *al-karūbiyyūn*, s. WKAS I 115 b 9 ff.; 556 a 43 ff.; II 52 b 23 ff.; 43 ff. p. 196: Statt *istidāᶜ* lies *irtidāᶜ*. p. 209: Statt *ṣamit* lies *ṣakhib* "laut tönend, prasselnd". p. 226: Statt *zaᶜāra* lies *zaᶜāqa* "bitterer, salziger, ungenießbarer Geschmack des Wassers". p 226 nr. 16: Statt *ṭīb* lise *ṭayyib*. p. 32: Daß Balīnās den *Muṣḥaf al-qamar* ins Arabische übersetzt habe, steht nicht im Text. Zu lesen ist dort: *thumma nuqila ilā l-ᶜarabiyyi*. p. 190 Anm. 103: Statt *karūbin* lies *karūbiyyūn*. p. 150 nr. 28.5: Statt "Baumwolle" lies "Flachs".

MANFRED ULLMANN

Universität Tübingen

Ibn ar-Rūmī (ed. H. Naṣṣār, Cairo 1974), vol. II, nr. 377,46):

يغشى الوغى فترى قوسا ونابلها إذ لا تزال ترى قوسا ولا قزحا

Al-ᶜAlawī al-Kūfī, bei Ibn abī ᶜAwn, *K. at-Tashbīhāt* (London 1950), p. 258,5 = Thaᶜālibī, *Thimār al-qulūb* (Cairo 1965), p. 24 ult.:

فشبهت سرعة أيامهم بسرعة قوس تسمى قزح

Da *Quzaḥ* nun aber der Name einer vorislamischen Gottheit war und in islamischer Zeit als einer der Namen des Teufels galt, sollte nach einer Tradition, die teils auf den Propheten Muḥammad, teils auf Ibn ᶜAbbās zurückgeführt wird, statt *qaws Quzaḥ* der Ausdruck *qaws Allāh* gebraucht werden, s. Jāḥiẓ, *Ḥayawān* I, 167,3 / 341,9; Marzūqī, *K. al-Azmina* (ed. Hyderabad 1332), vol. II, p. 109,1 f.; Yāqūt, *Muᶜjam al-buldān* (ed. Wustenfeldt), vol. IV, p. 85,19 / (Beirut 1955), p. 341 a 26 ff.; Ibn Manẓūr, *Surūr*, p. 265, § 788; I. Goldziher, *Abhandlungen zur arabischen Philologie* (Leiden 1896), vol. I, p. 113. Diese Sprachregelung ist befolgt in einem Vers des ᶜAbd al-Muḥsin aṣ-Ṣūrī, bei Nuwayrī, *Nihāya*, vol. I, p. 94 ult.:

سار وقوس الله تاج له ركضا من الشرق إلى الغرب

und in einem anonymen Vers bei Ibn Manẓūr, *Surūr*, p. 265 paen.:

ولاح قوس الله من تلقائها في أفق الشمس يروق من نظر

Als Ersatz für *qawsu quzaha* werden in späterer Zeit nun aber auch andere Ausdrücke gebraucht, z.B. *qawsu l-ghamāmi*: Vgl. Abū l-Faraj al-Waʾwāʾ (ed. S. Dahan, Damascus 1950), nr. 156,1 = Nuwayri, *Nihāya*, vol. I, p. 94,3 = Ibn Ẓāfir, op. cit., p. 47, –4 = Ibn Manẓūr, *Surūr*, p. 266,8:

سقيا ليوم بدا قوس الغمام به والشمس مسفرة والبرق خلاس

mit der Variante أحسن بيوم ترى قوس السماء به

bei Thaᶜālibī, *Thimār al-qulūb* (Cairo 1965), p. 25,7.

Saᶜīd b. Ḥamīd al-Qayrawānī, bei Nuwayrī, *Nihāya*, vol. I, p. 94,6;:

أما ترى القوس في الغمام وقد نمق فيه الهواء نوارا

Qawsu l-ghamāmi kommt sodann in einem Vers vor, der in den verschiedenen Quellen bald dem Ibn ar-Rūmī, bald dem Sayf ad-Dawla al-Ḥamdānī, bald dem Astrologen Abū Ṣaqr al-Qabīṣī zugeschrieben ist. Er lautet bei Ibn Rashīq, *K. al-ᶜUmda* (Cairo 1955), vol. II, p. 237,8 = Ibn Ẓāfir, op. cit., p. 47,8:

يطرزها قوس الغمام بأصفر على أحمر في أخضر وسط مبيض

Die Variante *qawsu s-saḥābi* haben Ibn ash-Shajarī, *Ḥamāsa* (Hyderabad 1345), p. 231,2 / (Damascus 1970), nr. 722,2 = ᶜAbbāsī, *Maᶜāhid al-tanṣīṣ* vol. I, p. 109,7 = Thaᶜālibī, *Yatīma* (Damascus 1304), vol. I, p. 20,3 = Thaᶜālibī, *Thimār*, p. 25,14 = Nuwayrī, *Nihāya*, vol. I, p. 94,16 = Ibn Khallikān, *Wafayāt al-aᶜyān* (Cairo 1310), vol. 1, p. 365,7. Die Variante *qawsu s-samāʾi* steht Ibn ar-Rūmī, *Dīwān* (ed. Ḥ. Naṣṣār), vol. IV, nr. 1082,4 = *K. al-Jumāna* (ed. Ḥasan Ḥusnī ᶜAbd al-Wahhāb, Cairo 1953), p. 23,3 = ash-Sharīshī, *Sharḥ Maqāmāt al-Ḥarīrī* (Būlāq 1284), vol. I, p. 13,19 = Ibn Manẓūr, *Surūr*, p. 266,5. Ibn Durayd, *K. al-Malāḥin* (ed. Jazāʾirī, Cairo 1347), p. 37 ult. f.

kutub), vol. VII, p. 233,9; abū Tammām (ed. ᶜAzzām) nr. 79,24; al-Buḥturī (ed. Ṣairafī) nr. 555,27; 560,3 etc. Genauso ist das sehr häufige *an-nakbā'u* "von der Seite wehender Wind" nie mit einer bestimmten Richtung assoziiert. Man kann sich also des Eindruckes nicht erwehren, daß der Verfasser des *Sirr al-khalīqa* von einer zwölfstrichigen Windrose nur eben gehört hat und daß er sie willkürlich mit Namen, die er aus den verschiedensten Quellen kannte, bestückt hat. Das Ganze scheint Schwindel zu sein. Zieht man diese Fiktionen und Mystifikationen in Betracht, so wird offenkundig, daß das *Sirr al-khalīqa* etwas von der "hermetischen" Art hat, die auch das Ibn-Wahshiyya-Schrifttum bestimmt.

Eine wichtige Methode für die Datierung des Werkes wird die Untersuchung seines Sprachgebrauches sein. Daß man dabei sehr behutsam vorgehen muß, sei an dem Beispiel des Ausdruckes für den "Regenbogen" erläutert. Im *Sirr al-khalīqa* steht *qawsu l-ghamāmi* (nicht *al-ghimāmi,* wie Frau Weisser p. 196 schreibt). Der in der Übersetzungsliteratur gewöhnlich verwendete Begriff lautet dagegen *qawsu quzaḥa*, vgl. z.B.: Aristoteles, *K. al-Āthār al-ᶜulwiyya* (ed. Badawī, Cairo 1961), p. 79,6 / (ed. Petraitis, Beirut 1967), p. 89,10 ff.; Ḥunayn b. Isḥāq, *Jawāmiᶜ al-Āthār* (ed. Daiber, Amsterdam 1975), lin. 281; Galen, *K. al-Tashrīḥ al-kabīr* (ed. Simon, Leipzig 1906), p. 36 ult.; Dioscurides, *K. al-Ḥashā'ish* (ed. Dubler, Barcelona 1952-57), p. 11,20; Yūḥannā b. Māsawayh, *K. al-Jawāhir* (ed. Ra'ūf, Cairo 1976), p. 47,5; ᶜAlī b. Rabban aṭ-Ṭabarī, *Firdaws al-ḥikma* (ed. Ṣiddīqī, Berlin 1928), p. 27,9; Pseudo-Plutarch, *K. al-Ārā' aṭ-ṭabīᶜiyya* (ed. Daiber, Wiesbaden 1980), p. 41,19 ff. Es wäre jedoch falsch, zu folgern, daß *qawsu l-ghamāmi* ein Indiz für den angeblich altertümlichen Sprachcharakter des *Sirr* sei. Denn *qawsu quzaḥa* ist der altarabische Ausdruck, vgl. die folgenden Verse: Al-Ḥakam b. ᶜAbdal al-Asadī (gest. ca. 100/718), in *Ḥamāsat abī Tammām* (ed. Freytag), p. 778 v. 1/ (ed. Cairo 1358), vol. IV, p. 295,1/ (Marzūqī) nr. 801,3:

فكأنّما نظروا إلى قمر أو حيث علّق قوسه قزح

ᶜAbd Allāh b. Hammām as-Salūlī (gest. ca. 96/715), bei Abū Ḥayyān al-Tawḥīdī, *k. al-Baṣā'ir* (ed. Kaylānī), vol. II, p. 639,9 f.:

أقرب الأشياء من أخلاقه كلّ لون لوّنت قوس قزح

Dīwān Jarīr (ed. Numān Ṭāhā, Cairo 1969), nr. 251,3:

كأنّ بظر أمه قوس قزح

Der Ausdruck kommt natürlich auch bei jüngeren Dichtern vor, z.B.: as-Sarī ar-Raffā', bei al-ᶜAbbāsī, *Maᶜāhid al-tanṣiṣ* (Cairo 1947), vol. II, p. 208,16 = Ibn Ẓāfir, *Gharā'ib at-tanbīhāt* (Cairo 1971), p. 48,2 = Ibn Manẓūr, *Surūr an-nafs* (ed. I. ᶜAbbās, Beirut 1980), p. 266,13:

والجوّ في ممسك طرازه قوس قزح

Ẓāhir ad-Dīn al-Ḥarīrī, bei Nuwayrī, *Nihāya*, vol. I, p. 94,12:

وقد بات من قزح قوسه بعيدا وتحسبه يقرب ...

azyabu, 12. (Name ist nicht genannt). Diese Nomenklatur hat in der zeitgenössischen Literatur keine Parallele. Bei Ḥunayn b. Isḥāq, *Jawāmiʿ al-āthār* (ed. Daiber, Amsterdam 1975), p. 47, lauten dieselben Winde folgendermaßen: 1. *ash-shamālu*, 2. *nakbā'u sh-shamāli*, 3. *nakbā'u ṣ-ṣabā*, 4. *aṣ-ṣabā*, 5. *nakbā'u ṣ-ṣabā*, 6. *nakbā'u l-janūbi*, 7. *al-janūbu*, 8. *nakbā'u l-janūbi*, 9. *nakbā'u d-dabūri*, 10. *ad-dabūru*, 11. *nakbā'u d-dabūri*, 12. *nakbā'u sh-shamāli*. Dieselben Bezeichnungen sind in den *Rasā'il Ikhwān aṣ-ṣafā'* (Beirut 1957), vol. II, p. 71, 15 ff., verwendet. Qusṭūs, *K. al-Filāḥa al-yūnāniyya* (Kairo 1876), p. 10,26 ff., unterscheidet 12 Winde, nennt die vier Hauptwinde mit ihren griechischen und arabischen Namen, die Nebenwinde sind dagegen nur mit den griechischen Bezeichnungen angeführt. Ibn Rushd, *K. al-Āthār al-ʿulwiyya* (Hyderabad 1365), p. 34,1 ff., kennt die 12 Windrichtungen des Aristoteles, nennt aber auch nur die vier Hauptwinde bei Namen (Außerdem kennt er nach Alexander von Aphrodisias die elf Windrichtungen). Eine weitere Nomenklatur findet sich bei Olympiodoros, *Tafsīr li-Kitāb al-Āthār al-ʿulwiyya* (ed. A. Badawī. Beirut 1971), p. 125 f., bei al-Majūsī, *al-Kitāb al-Malakī* (Būlāq 1294), vol. I, p. 163, 18 ff. und bei Fakhr al-Dīn ar-Rāzī, *K. al-Mabāḥith al-mashriqiyya* (Hyderabad 1343), vol. II, p. 196, 3 ff. Dort lauten die Namen: 1. *ash-shamālu*, 2. *an-nisʿu* bzw. *al-minsaʿu*, 3. *al-misʿu*, 4. *aṣ-ṣabā*, 5. *an-nuʿāmā* 6. *al-azyabu*, 7. *al-janūbu*, 8. *al-harbiyūnu* (?) bzw. *al-ḥurjūju*, 9. *al-hayru* bzw. *al-hayfu*, 10. *ad-dabūru*, 11. *al-jirbiyā'u*, 12. *al-maḥwatu*. Die Lokalisierung der von Olympiodor, al-Majūsī und Fakhr al-Dīn gebrauchten Windnamen stimmt mit der allgemeinen lexikographischen Tradition überein, vgl. Ibn Khālawayh, *k. ar-Rīḥ* (ed. Kratschkovsky, Islamica 1926); al-Marzūqī, *K. al-Azmina* (Hyderabad 1332), vol. II, pp. 74 ff.; al-Bīrūnī, *k. al - Āthār al-bāqiya* (ed. Sachau, Leipzig 1878), p. 340; Th. Nöldeke, *Neue Beiträge zur semitischen Sprachwissenschaft* (Strassburg 1910), p. 62 f. Während *al-azyabu* generell den Süd- oder Südostwind bezeichnet, ist es im *Sirr al-khalīqa* der Nordwestwind! *Dājinun* und *ṣārūfun* sind wohl kaum aramäische Lehnwörter, sondern eher aramaisierende Phantasiegebilde. Daß *al-ʿaqīmu* "der unfruchtbare Wind", belegt im Koran, Sure 51 (*adh-dhāriyāt*), 41 und bei Kuthayyir (ed. I.ʿAbbās, Beirut 1971), p. 150 *v.* 2, überhaupt auf eine bestimmte Richtung festgelegt ist, ist reine Willkür, und ebenso verhält es sich mit *ar-rīḥ al-mayyitatu* "der tote Wind". Noch deutlicher wird das willkürliche Vorgehen des Verfassers bei dem Worte *ḥarjafun*, das in der Poesie sehr häufig ist und "heftiger, böiger Wind" bedeutet, aber nie auf eine Richtung festgelegt ist. Vgl. die folgenden Stellen: Ṭarafa (ed. Ahlwardt) 9,1; abū Dhū'ayb 10,9; al-Mutanakhkhil 3,5; Umayya b. abī ṣ-Ṣalt (ed. Hadīthī Baghdad 1975), nr. 116; al-Farazdaq, in *Naqā'id* nr. 61 v. 45; Dhū r-Rumma (ed. abū Ṣāliḥ) 66,3; 67,4; ʿAmr b. Sha's (ed. Jubūrī, Najaf 1976), 4,19; 8,7; al-Quṭāmī (ed. Barth) 24,21; 32,1; al-Kumayt b. Zayd, *Hāshimiyyāt* (ed. Horovitz) 3, 105; as-Sayyid al-Ḥimyarī (ed. Shukr, Beirut 1966), nr. 59,3 = *Aghānī* (Dār al-

den sei. Diese Annahme kann sich jedoch auf kein einziges sicheres Datum stützen. Die älteste Handschrift ist im Jahre 584 A.H./1188 A.D. geschrieben. Al-Ya^cqūbī bringt in seinem *Ta'rikh* (ed. Houtsma, Leiden 1883), vol. I, p. 134 paen. f., einen kurzen Abschnitt, in welchem er Apollonios von Tyana und Apollonios von Perge kontaminiert hat. Daß er Apollonios den Beinamen *al-yatīm* "die Waise" gibt, ist ein Indiz dafür, daß er das *Sirr al-khalīqa* gekannt hat, denn dort nennt Apollonios sich selbst "eine mittellose Waise" (*yatīmun lā shay'a lī*). Somit wäre die Abfassungszeit des Geschichtswerkes des Ya^cqūbī, also ungefähr das Jahr 267 A. H./881 A. D., das älteste Datum für die Existenz des *Sirr*. Dieses Indiz ist jedoch noch kein Beweis. Daß im *Corpus Gabirianum* Anspielungen auf das *Sirr* und einige kurze Zitate aus ihm enthalten sind, bedeutet nur, daß das *Sirr* in der zweiten Hälfte des 9. und der ersten Hälfte des 10. Jahrhunderts bekannt war. Es ist ein arger Mißgriff, daß Frau Weisser, die sonst nüchtern und kritisch ist, in diesem Punkt eine hoffnungslos antiquierte These nachbetet und "eine Datierung der Übersetzung (des *Sirr*) in die traditionelle Lebenszeit Jābir's, also um 750-800", für möglich hält (p. 54). Ich persönlich glaube, daß das *Sirr* im 9. Jahrhundert in arabischer Sprache verfaßt worden ist und daß es k e i n griechisches Original dafür gegeben hat. Wäre es tatsächlich ein alter Text, so wäre zu erwarten, daß er von Autoren wie al-Kindī, ^cAlī b. Rabban aṭ-Ṭabarī, an-Naẓẓām oder al-Jāḥiẓ benutzt und zitiert worden wäre, Autoren, denen ja noch nicht sehr viele naturphilosophische Informationen zur Verfügung standen.

Im Text kommt eine Anzahl merkwürdiger Namen von Gewährs-männern vor, zum Beispiel: Kālūs, Bīghūjāsiyūs, ^cĀyir, Arthiyās, Aylūs, Arsīlijānis, Munīs, Ṭīsūs, Ṭalūqūs und Platon der Kopte. Frau Weisser nimmt an, daß hinter diesen Namensformen tatsachlich griechische Autoren stecken, die nur noch nicht zu identifizieren seien (p. 162). Aber meiner Meinung nach sind diese Namen fiktiv. Es sind Mystifikationen, durch die der arabische Autor seinem Werk den Anschein eines großeren Alters und einer höheren Autorität zu geben versucht hat. Solche Fiktionen kommen auch in anderen Schriften dieses Genres vor, zum Beispiel im *Muṣḥaf al-qamar* (s. mein Buch "Natur-und Geheimwissenschaften", Leiden 1972, p. 380) und im *K. Muhaj al-muhaj* (s. meinen Katalog der Chester-Beatty Handschriften, Teil I, Wiesbaden 1974, pp. 139 ff.).

Daß der Verfasser vor Fälschungen nicht zurückgeschreckt ist, sei an dem Beispiel der Namen der Winde erläutert (arabischer Text p. 136 f. Kommentar p. 180 f.): Sie sind im Text zum Teil verderbt, können aber mit Hilfe des *K. Ṣifat Jazīrat al-^cArab* von al-Hamdānī (ed. D.H. Müller, Leiden 1884), p. 154, 20 ff., emendiert werden (al-Hamdānī hat hier das *Sirr al-khalīqa* ausgeschrieben). Danach lauten sie in der Uhrzeigerrichtung: 1. *ash-shamālu*, 2. 2. *al-^caqīmu*, 3. *al-ḥarjafu*, 4. *al-qabūlu*, 5. *al-mayyitatu* (= pers. *bādh-i khoshk*), 6. *an-nakbā'u*, 7. *al-janūbu*, 8. *aṣ-ṣārūfu*, 9. *ad-dājinu*, 10. *ad-dabūru*, 11. *al-*

Book Review

Ursula Weisser, *Das "Buch über das Geheimnis der Schöpfung" von Pseudo-Apollonios von Tyana* (Ars Medica. Texte und Untersuchungen zur Quellenkunde der Alten Medizin, III. Abteilung: Arabische Medizin, Band 2), Walter de Gruyter, Berlin-New York 1980, 258 Seiten.

Der arabische Text des *Kitāb Sirr al-khalīqa* ist 1979 von Ursula Weisser in Aleppo ediert worden (s. meine Resension in dieser Zeitschrift, vol. 4, pp. 90-94). Mit dem hier anzuzeigenden Buch hat die Herausgeberin wenig später eine umfassende Studie über das Werk veröffentlicht, die im wesentlichen aus drei Teilen besteht: Im ersten Teil ist Apollonios von Tyana als historische Persönlichkeit und als Gestalt der Legendenbildung der nachfolgenden Jahrhunderte dargestellt. Unter anderem ist pp. 28 ff. ein Inventar der arabisch erhaltenen Pseudepigrapha, die unter dem Namen des Balīnās kursieren, gegeben. Es handelt sich um acht Werke: 1. *K. Sirr al-khalīqa*, 2. *K. aṭ-Ṭalāsim al-akbar*, 3. *Muṣḥaf al-qamar*, 4. *Ris. fī Ta'thīr ar-rūḥāniyyāt*, 5. *K. al-Mudkhal al-kabīr*, 6. *K. al-Aṣnām as-sab'a*, 7. *K. Inkishāf as-sirr al-maktūm*, und 8. *K. al-Khawāṣṣ*. Frau Weisser hat gut daran getan, die *Geoponika*, die Maria Concepción Vazquez de Benito 1974 in Madrid-Barcelona (leider unzureichend) veröffentlicht hat, nicht in diese Liste aufzunehmen. Denn dieses Werk stammt, wie die syrische und die armenische Version zeigen, von Vindanios Anatolios aus Berytos, nicht von Balīnās, wie F. Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, vol. IV, pp. 315 ff., vol. V, pp. 427 f. und vol. VII, pp. 318 f. und 399, hartnäckig behauptet (Die siebzehn Überschriften, die Sezgin mitteilt, sind nur die Kapitelüberschriften der ersten Maqāla dieser *Geoponika*.)

Der zweite Teil (pp. 73-153) enthält eine summarische Inhaltsangabe des *Sirr*. Eine integrale Übersetzung zu liefern schien der Verfasserin wegen der Schwierigkeiten des arabischen Textes nicht angezeigt zu sein (p. 2). Ein fortlaufender Kommentar bildet den dritten Teil (pp. 154-232). Hier sind Begriffe erklärt, Quellen nachgewiesen, Parallelen beigebracht und Verweise auf Sekundärliteratur gegeben. Die Verfasserin bemuht sich, die mannigfachen Unstimmigkeiten und Widersprüche des Werkes aufzuzeigen, die ihren Grund in der eklektischen Arbeitsweise des Autors haben. Das *Sirr al-khalīqa* wird als eine "unselbständige Kompilation, in welcher das Material der Vorlagen nicht zu einem widerspruchsfreien System verschmolzen ist", charakterisiert (p. 40). Insgesamt kann man der Verfasserin Belesenheit, vielseitige Kenntnisse und ein kritisches Urteil bescheinigen. Allerdings sind wir von einer Lösung der vielen Probleme, die das *Sirr* aufwirft, noch weit entfernt.

Eines dieser Probleme ist die Herkunft und Datierung des Werkes. Frau Weisser ist der Meinung, daß ein griechischer Autor anzunehmen sei (p. 52 f.) und daß das Werk noch im 8. Jahrhundert A. D. ins Arabische übersetzt wor-

Bibligoraphy

Abū'l-Wafā' al-Būzajānī, *Risāla ilā Abī ʿAlī b. al-Sakr fī iqāmat al-burhān ʿalā'l-dā'ir min al-falak min qaws al-nahār wa'rtifā' min al-waqt*, (Hyderabad: Osmania Publications Bureau, 1948).

P. H. van Cittert, *Astrolabes. A critical description of the astrolabes, noctilabes and quadrants in the care of the Utrecht University Museum*, (Leiden: E. J. Brill, 1954).

Joseph Drecker, *Theorie der Sonnenuhren*. Band I, Lieferung E of *Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren*, edited by Ernst von Bassermann-Jordan (Berlin & Leipzig: Vereinigung wissenschaftlicher Verleger, 1925).

Goldstein. *Ibn al-Muthannā's Commentary on the Astronomical Tables of al-Khwārizmī*, Two Hebrew versions, edited and translated, with an astronomical commentary, by Bernard R. Goldstein.

Robert T. Gunther, *The Astrolabes of the World* (London: The Holland Press, 1976). Reprint of first edition (Paris, 1947).

Kathleen Higgins, "The Development of the Sundial between A. D. 1400 and 1800", unpublished thesis for the degree of B.Sc., Oxford. (Copy in the Museum of the History of Science, Oxford.)

David A. King, *Studies in Astronomical Timekeeping in Medieval Islam* (forthcoming). *Part I: Survey of Medieval Islamic Tables for Reckoning Time by the Sun and Stars*.

Paul Kunitzsch, "On the authenticity of the treatise on the composition and use of the astrolabe ascribed to Messahalla", *Archives internationales d'histoire des sciences*, 31 (1981), 42-62.

Francis Maddison & Anthony Turner, "Catalogue of an exhibition 'Science & Technology in Islam' held at the Science Museum, London, April-August 1976, in association with the Festival of Islam", as yet unpublished.

Henri Michel, *Traité de l'astrolabe*, 2nd edition (Paris: Libraire Alain Brieux, 1976).

J. Millás Vallicrosa, "La introduccion del cuadrante con cursor en Europa", *Isis* 17 (1932), 218-258).

Nadi Nadir, "Abū al-Wafā' on the Solar Altitude", *The Mathematics Teacher*, 3 (1960), 460-463.

Orontii Finei Delphinatis De Solaribus Horologiis et Quadrantibus Libri IIII (Paris: 1531).

Emmanuel Poulle, "Les instruments astronomiques du Moyen Age", *Le Ruban Rouge*, 32 (Mars 1967), 18-29, reprinted as Museum of the History of Science, Oxford, Selected Off-print no. 7.

Robertus Anglicus. Paul Tannery, "Le traité du quadrant de Maitre Robert Anglès (Montpellier, XIII^e siècle). Texte latin et ancienne traduction grecque", *Notices et Extraits des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale et autres bibliothèques*, 35 (1897) 561-640.

Peter Schmalzl, *Zur Geschichte des Quadranten bei den Arabern* (München: 1929).

J. J. Sédillot, *Traité des Instruments Astronomiques des Arabes* (Paris: 1834).

ʿAbd al-Raḥmān al-Ṣūfī, *Kitāb al-ʿAmal bi'l-asṭurlāb* (Hyderabad: Osmania Oriental Publications, 1948).

J. Würschmidt, "Die Bestimmung der krummen Stunden der Deklination und der Gebetszeiten mittels des Astrolabs", *Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften*, 18 (1919), 183-190.

recension of Ḥabash's *zīj* (3rd-4th/8-9th century), though both authors gave the correct formula as well.[19] Further, the formula (or equivalent) was used by later Muslim authors and underlies several tables to find the time from the height of the Sun or vice versa. It also occurs in a Byzantine treatise on astronomy. Finally, al-Marrākushî cites it in his treatise on instruments.[20] The formula may be derived from a proof by Abū'l-Wafā' (late 4/10th century) of a formula for the time in terms of solar altitude[21] that Ḥabsah had stated and had probably obtained from Brahmagupta[22] (7 th century AD). For we find in this proof (see fig. 4), in which *GZTD* is the day-circle, *TM* and *ZS* are perpendiculars from *T* (the Sun's position) and Z (the Sun's position at noon) to the horizon-plane *GDA*, that[23]

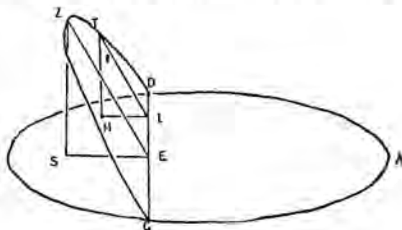


Fig. 4

$$TM : TL = SZ : ZE.$$

Now $TM : SZ = \sin h : \sin H$ and, if only we take *GZTD* as a semicircle (which, of course, in general it is not), $TL : ZE = \cos t$. Actually, Abū'l-Wafā' does not make this approximation (or mistake), but goes on the prove Ḥabash's correct formula. But the diagram, which in some form must surely have been drawn or thought of to find the correct formula in the first place, is suggestive. That formula (1), or its equivalent in geometrical terms, could have been derived from a mistake is shown by Würschmidt's "derivation"[24] of it by an error similar to that suggested above. Of course, the formula, which is correct for the equinoxes, may have been simply assumed for other times.[25]

In sum, it is suggested here that the horary quadrant was the result of an adaptation – one of great geometrical ingenuity – of an instrumental solution of formula (1), which is an approximation of the true formula. How the formula was arrived at and who invented the instrument remain unknown to us.

19. King, section, 2.5, especially note 21. For al-Khwārizmī, King cites the Hebrew translation of Ibn al-Muthannā's commentary on the *Zīj* (Goldstein, pp. 81-83, 207-208).

20. King, sections 2.5, 4.3 and 4.3.2. On al-Marrākushī, see Sédillot, p. 39.

21. Abū'l-Wafā', first part.

22. Nadir, pp. 460, 462. Al-Khwārizmī (see note 19 above) uses the value 150, common in Indian astronomy, for the radius underlying his treatiment of sines.

23. Abū'l-Wafā', p. 4.

24. Würschmidt, pp. 185-186.

25. This is hinted at by Würschmidt, p. 185, and Cittert, p. 45.

sin δ for the day when the declination is δ – deviate little from those given by formula (1). The errors for the 8 a.m. / 4 p.m. line are the greatest, but even along the summer tropic, where the error is the highest for all hour lines, its deviation is only about 1°49′, equivalent to an error of a little over 8¾ minutes in non-seasonal time.[15] Since the other errors of the instrument – including those of reading the position of the bead and estimating the time when the bead falls between two hour lines – must often exceed a degree or two, such an error would have been acceptable and might even have passed unnoticed. For a contruction of this kind, however, one needs to assume that the bead is set at a distance of AC sin H from the apex A – a condition hard to justify *a priori*.

Easily the most likely origin of the horary quadrant lies in a development of the instrument called by Millàs[16] *quadrans vetustissimus*. Instead of curved lines this instrument has a large number of parallel lines perpendicular to the side carrying the sight and reaching from them to the circular arc. The *quadrans vetustissimus* is clearly related to the horary quadrant, since is has a cursor, a thread, and a bead, which is again set at a distance AC sin H from A (see fig. 3) – albeit by means of the parallel lines – and it works on formula (1). The bead M'' is put against the line KL corresponding to h (see fig. 3); and, since $AL = AC \sin h$ and $AM'' = AC \sin H$, angle CAM'' will measure t according for formula (1) and can be read off on the scale.[17] Since the horary quadrant, with its hour-lines, is easier to use, but is a less obvious embodiment of the formula, we must suppose that it was a development of the *quadrans vetustissimus* and not *vice versa*. Whether the *quadrans vetustissimus* was a specialisation of the sine-quadrant[18] or the sine-quadrant a generalization of the *quadrans vetustissimus* is a matter for speculation. It can be noticed here that the sine-quadrant was usually supplied with at least one semicircle having a side of the quadrant as diameter.

Fig. 3

The equivalent of formula (1) is to be found both in al-Khwārizmī's *zīj* (early 3rd/9thcentury) and, in a calculation of the duration of twilight, in a

15. Drecker, p. 86, gives 10, 13, 12, 9, 5 minutes for an instrument for latitude 48°.

16. Millás, p. 235.

17. For four Latin descriptions of the operation of the instrument, see Millàs, pp. 225-226, 227, 239, 239-240. There were other graphical solutions of formula (1) – see, e. g., Sédillot, p. 26.

18. For this instrument see Schmalzl, p. 62 et seq.

find the centre.[12] In 1531 Orontius gave al-Marrākushī's method, which he probably found in his medieval sources.[13]

The lines on the quadrant yield graphical solutions of the formula

$$\sin h = \cos t \sin H \qquad (1)$$

where t (in degrees) is fifteen times the number of seasonal hours before or after noon and is measured by angle CAF (the quadrant is actually graduated directly in hours after sunrise); h is the corresponding solar altitude and is measured by angle BAM; and H is the solar altitude at noon on the same day, measured by angle BAM' ($AM = AM'$). Formula (1) is easily shown to correspond to the hour-lines, since $AM/AF = AM'/AC = \sin H$, and angles M and F being right in semicircle AFY.

$$AM : AF = \sin A\hat{Y}M : \sin A\hat{Y}F = \sin h : \sin t$$

If the instrument were used continously from sunrise to noon, or from noon to sunset, on a day when the solar declination is δ, the bead would trace out the on quadrant an arc of a circle of centre A and radius $AC \sin H = AC \cos (\varphi - \delta)$, where φ is the local latitude. But the quadrant seems not to be directly related to instruments, like the astrolabe, that directly imitate the motion of the Sun about the pole. The quadrant's scale serves not only to measure the time, but also the solar altitudes. The front of the astrolabe which certainly has curved seasonal hour-lines approximated by circular arcs, measures altitudes quite differently. Besides, the radius of a parallel-circle on the astrolabe corresponding to declination δ is $R \cos \delta / (1 + \sin \delta)$, where R is the radius of the circle representing the equator; and if, as is usual, the projection is from the South pole, these parallel-circles are in inverse order to those found on the quadrant, where the smallest circular arc traced out by the bead corresponds to the winter tropic. Furthermore, the hour-lines on the quadrant cannot be projections of the circles of equal azimuth on the celestial sphere, since the hour-lines meet at only one point (A in figs. 1 and 2).

It is conceivable that the curves were formed by joining the appropriate positions of the bead found empirically or by calculation. Such procedures were indeed used by instrument-makers.[14] In fact the hour-lines so plotted for latitude 36° – on the understanding that the length of AM is set at AC

12. Robertus Anglicus, pp. 599-600: „... et alius pes [of the compasses] extendatur ... et queratur punctus in linea AC ... donec pes existens in puncto A fiat mobilis et transeat per puncta A H directe". A and C are as in our diagram; H is our F.

13. Orontius, f. 188v, book II, prop. VIII.

14. Michel, pp. 79-81; Higgins, pp. 109-114.

in Arabic describing the instrument.[4] Seasonal-hour diagrams of the same type were inscribed on the backs of astrolabes at least as early as the 4th/10th century, when ʿAbd al-Raḥmān al-Ṣūfī described them,[5] and examples survive from the 7th/13th century.[6] The Latin treatise on the astrolabe attributed to "Messahala" mentions the lines, but this text has recently been shown to be a western compilation of elements of uncertain date, though the latter part of the treatise (on the use of the astrolabe) appears to be based on astrolabe treatises from the school of Ibn al-Ṣãffar.[7] In the Museum of the History of Science in Oxford there is a splendid western example of an astrolabe carrying these lines – not, as usual, in one or both of the top two quadrants, but occupying the entire back of the instrument.[8] Seasonal hour-lines on the backs of astrolabes appear to have been relatively popular in the medieval West,[9] and only went out of fashion in the mid-seventeenth century.[10]

The hour lines are drawn by dividing the arc BC into six equal parts at points D, E, F, G, H, and joining each of these points to A with a circle whose centre lies on AC (or AC produced). Al-Marrākushī, of the 7th/13th century found the centre of the circle AF (to take an example; see figs. 1 and 2) as the intersection of AC and the perpendicular bisector of the straight line AF.[11] at about the same time Robertus Anglicus described a trial-and-error method to

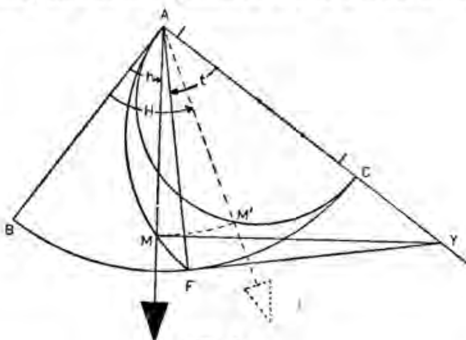


Fig. 2

4. Prof. David King informs me that he is preparing for publication a ninth-century Abbasid Iraqi treatise on the horary quadrant with and withour cursor, found in a manuscript in Istanbul. The treatise casts no light on the earlier history of either instrument, and the author makes no claim to have invented either.

5. Al-Ṣūfī, chapter 174, p. 161.

6. E. g. the astrolabe of Sultan Abū'l-Faṭh Mūsā. See Gunther, plate LIV (between pp. 234 and 235).

7. Kunitzsch, especially pp. 45-46 and 56. The treatises on the astrolabe by John Philoponus and Severus Sebokht (see Gunther, pp. 61-81 and 82-103, for English translations) do not contain a desription of these lines.

8. The instrument belongs to Oriel college and dates, perhaps, form 1450. The horary-quadrant lines appear on a *spherical* instrument in the National Museum in Damascus..

9. See previous note by Professor North.

10. Higgins, pp. 109-114. See Cittert, plates XVIII and XXI and p. 35 for late examples.

11. MS Bodleian Hunt. 201 (Uri I, 902), ff. 69v-70r.

A Note on the Horary Quadrant

RICHARD LORCH*

THE HORARY QUADRANT WAS OF THE FORM indicated in fig. 1. It is the purpose of this note to enquire about its origin. To tell the time, the instrument was placed in the same vertical plane as the Sun, the sights x and y were aligned with the Sun, and it was observed between (or on) which of the curved hour-lines AC, AD, AE, AF, AG, AH – which severally represent 6, 5, 4, 3, 2, 1 seasonal hours after sunrise or before sunset-the bead M was found. The straight line AB served as the zero hour-line. The seasonal hours thus measured (approximately) were each one twelfth of the time of daylight. To set the bead at the right position for the day, it could be put against the noon-line, the curved line AC, either when the Sun was sighted at noon or when the angle between the thread and AC was made equal to the sum or difference (as appropriate) of the local latitude and the Sun's declinaton for the day. In the latter case the addition or subtraction could be made with tables and calculation[1] or by means of a cursor that slides round BC.[2] We are here not concerned with the cursor, nor with extraneous lines on the quadrant, but only with the hour-lines.

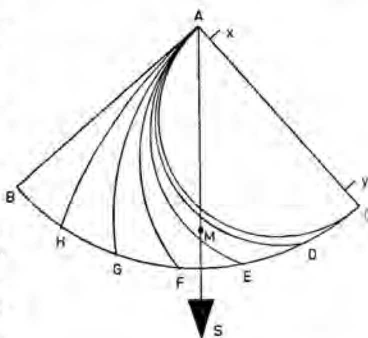


Fig. 1

Examples of the horary quadrant, of Near Eastern provenance, survive from the 4-5/10-11th centuries[3], and there are 3rd-4th/9-10th century treatises

* Institute for the History of Arabic Science, Aleppo University.

It is a pleasure to thank Professor David A. King, of New York University, for reading though this note, making several pertinent criticisms and supplying much information from his unpublished work (see particularly notes 4, 19 and 20). My thanks, too,, go too Professor E. S. Kennedy for his patient advice and help.

1. See Robertus Anglicus, p. 617. Here and elsewhere references are to the bibliography.

2. *Ibid*, p. 615-616. For a photograph of a horary quadrant with cursor, see Poulle, p. 19. Diagrams of such instruments are given by Schmalzl, p. 127 (for Alphonso X's quadrant) and by Tannery in Robertus Anglicus, p. 564.

3. Maddison & Turner, p. 151 (items 70 and 71 in the catalogue). The dates are estimated.

Three European instruments, and two eastern, have concentrics, one of each set having been counted previously for its graduated alidade. The concentrics are at best for the divisions between zodiacal signs. In one European case, the concentrics are drawn as though for all solar altitudes between 0° and 90°. The concentrics on both eastern astrolabes are quite useless, being for the wrong latitude (see below). In only one case out of 41 has the maker given any indication that his unequal-hour lines are – as the graduations stand – of value at specific latitudes. (I say latitudes rather than latitude, since in one of his quadrants the graduations are for latitude 52°, and in the other for latitude 49°.)

Thus out of our 41 instruments, only six are at first sight of any value whatsoever as horary instruments, and of these, only one is earlier in date than the sixteenth century. This solitary medieval exception is a Fusoris-type instrument, IC 192, and on closer inspection it appears that the graduations on its alidade are worthless. The others, with their IC numbers where appropriate, are: IC 165 (Flemish?, 1558); acc. no. 73-11/2 (Italian, 1558); IC 274 (German, *c* 1580); IC 211 (French, 1595); IC 276 (German, 1609 + pasteboard); IC 19 Persian, AD 1641); acc. no. 57-84/164 (Indo-Persian, AD 1666/7).

In summary: out of 132 astrolabes examined, 41 instruments have the unequal-hour lines, and yet only four could have been used in at best a rough and ready way to find unaided the unequal hour. At a season well removed from equinox or solstice, only one of these (57-84/7, with its scale of mid-day altitudes) could have given the time with an accuracy approaching that of the main astrolabe, without the curious technique of using the astrolabe as an auxiliary instrument. Not a single medieval instrument has survived in a form which would suggest that the unequal-hour lines were used meaningfully. But finally, we note the possibility of our using the graduations associated with the unequal hour lines (either the graduations on the alidade, or the concentrics) as a means of deducing the geographical latitude for which the astrolabe (*if properly constructed*) was intended.

Thus on IC 19, the best eastern example, the six o'olock line intersects the concentric for the summer solstice at a point P for approximate altitude (shown on the rim, when the alidade passes through P) 57°. Subtracting 23½°, the approximate geographical colatitude emerges as 33½°, making the latitude 56½°, a nonsensical result. (The four plates now with the instrument range from latitude 21°40' to latitude 37°. The instrument was made for a man in Mashhad, where the geographical latitude is 36° 21'). As a European example: on the instrument IC 211, made for Paris (48° marked) or Lille (51° marked), the horary quadrants (one of equal hours) prove to be of value at geographical latitude 50°, a very reasonable figure.

Astrolabes and the Hour-Line Ritual

J. D. North*

IT SEEMS TO BE COMMONLY BELIEVED that a standard part of the engraving of the back of an astolabe is a set of hour-lines forming, as it were, a double horary quadrant. Although I have made no systematic study of the extant astrolabes of the world, I have examined 132 astrolabes in the Museum of the History of Science in Oxford for unequal-hour lines in the form of circular arcs, with rather surprising results.

Out of a total of 57 European astrolabes from before the year 1800, 25 have these unequal-hour lines, whereas only 16 of a total of 75 eastern astrolabes have them. Of the 25 European astrolabes, 15 have the lines symmetrically arranged as between the two upper quadrants, whereas only two of the eastern 16 have the lines in two quadrants. More significant is the empty ritual in accordance with which the lines are included on almost all of these 41 astrolabes. At best, the lines can give the (unequal) hour with an accuracy only about half as great as that given by the conventional astrolabe itself. At worst, the lines are carelessly drawn, unnumbered, very small indeed, and – worst of all – not associated with an auxiliary scale of solar positions.

This auxiliary scale may be included in at least three different ways:

1. Through graduation of the alidade.
2. Through concentric arcs, crossing the unequal-hour lines, marking as many solar positions during the course of a year as possible.
3. Through a scale of solar positions (mid-day altitudes) on the rim of the astrolabe.

The third possibility is never found on the Oxford astrolabes, although one might have imagined that the idea would have occurred to at least one astrolabist in history, for it is the alternative found on the 'old' quadrant–with–cursor. (On that instrument the date scale is movable, as it should be if the observer's geographical latitude is to be taken into account.)

Graduation of the alidade is found on only three of the European instruments, and on only two of the eastern – in both cases ignoring graduations with a separate purpose. Out of 41 instruments, the alidades of 5 are lost, and of three or four are possibly modern. Even so, it appears that, at best, about one in six of the 41 instruments is likely to have left the workshop with a graduated alidade.

* Filosofisch Inst. der Rikjsuniversiteit, Westersingel 19, 9718 CA Groningen, The Netherlands.

Mathematics and Astronomy in the Works of scholars of the Medieval Orient, ed. by S. Kh. Sirazhdinov, Taskhent: Fan, 1977), 144pp. Contains seven articles.

Mathematics in the Medieval Orient, ed. by S. Kh. Sirazhdinov, (Tashkent: Fan, 1978), 193 pp. Contains ten articles.

From the History of Science in the Epoch of Ulugbek, ed. by S. Kh. Sirazhdinov, (Tashkent Fan, 1979) , 199 pp. Contains thirteen articles on a wide range of subjects.

Izvestiya, Academy of Sciences of the Tadzhik SSR, Division of Biological Sciences, 1980, No.3, 116 pp. Fifteen articles about Ibn Sīnā, to whom the volume is dedicated.

Izvestiya, Academy of Sciences of the Tadzhik SSR, Division of Physico-mathematical, Chemical, and Geological Sciences, 1980, No.3 (77), 104 pp. Dedicated to Ibn Sīnā, the volume has ten articles about his work, concluding with a list of his writings in the natural sciences.

NOTES AND COMMENTS

Recent Soviet Publications in the History of Arabic Science

The information below has been supplied by the directors of the Institute for the History of Natural Science and Technology of the Academy of Sciences of the USSR (103012, Moscow, Staropanskii per. 1/5) and the Institute of Oriental Studies of the Uzbek Academy of Sciences (700000, Tashkent, Prospekt M. Gor'kogo, 81). All the publications are in Russian. There are also many publications in Uzbek and Tajek, but they are not listed below.

Selected Works of Ibn Sina, Vol. 1. Russian translation by A. M. Bogoutdinova, M. Dinorshoeva, et al. (Dushanbe: Irfon, 1980), 420 pp.

Yu. N. Zavadovskii, *Abu Ali ibn Sina. Life and Work* (Dushanbe: Irfon, 1980), 302 pp.

M. M. Voltaev, *Abu Ali ibn Sina - Great Thinker, Scholar, Encyclopedist of the Medieval Orient* (Tashkent: Fan, 1980), 164 pp.

Abu Ali ibn Sina. To 1000 *Years Since the Day of Birth*, ed. by M. B. Baratov, P. G. Bulgakov, and U. E. Karimov, (Tashkent: Fan, 1980), 248 pp. Fifteen studies of various aspects of Ibn Sīnā's work, including medicine, mathematics, astronomy, and music.

N. G. Berozashvili, *The "Tahrir Uklidis* (Euclid)" *of Nasir ad-Din at-Tusi, and the Lexico-grammatiaal Peculiarities of this Monument*, a dissertation for the degree of candidate in philology ,(Tbilisi, 1980).

A. T. Grigor'yan and M. M. Rozhanskaya, *Mechanics and Astronomy in the Medieval Orient* (Moscow: Nayka, 1980), 200 pp.

G. P. Matvievskaya and Kh. Tllashev, *Mathematical and Astronomical Manuscripts of Middle Asian Scholars of the X-XVII*th Centuries (Tashkent: Fan, 1981) , 147 pp.

Nauchnoe Nasledstvo (The Scientific Heritage), vol. 6. *From the Physicomathematical Sciences of the Medieval Orient*, ed. by G. P. Matvievskaya, (Moscow: Nayka, in preparation). To contain treatises by al-Khāzinī, al-Bīrūnī, al-Ḥusayn, and al-Shīrāzī.

Ibn al-Haitham. "Treatises on the Burning Mirror", *Istoriko-astronomicheskie Issledovaniya*, 15 (1980), 305-338. The article gives translation and commentary.

Auswahl von 25 Schriften aus den Jahren 1934 – 1967. In den folgenden Jahren kam eine Reihe gewichtiger weiterer Titel hinzu. Hartners Arbeiten sind Musterstücke interdisziplinärer, Fachgrenzen überschreitender Studien, die zugleich das Charakteristische der Leistungen innerhalb einzelner Kulturen wie auch die Verbindungen und Übergänge zwischen den Kulturen und deren gegenseitige Einflüsse sichtbar machen.

Der Verstorbene war über die Grenzen Deutschlands weithin bekannt. Er geizte nicht mit seinen Kräften und Kenntnissen und stellte sich bereitwillig in den Dienst wissenschaftlicher Gesellschaften und internationaler Gremien. Von 1971-77 war er Präsident der Académie Internationale d'Histoire des Sciences. Aus vielen Ländern wurden ihm im Lauf der Jahre Ehrungen zuteil.

Willy Hartner vereinte in sich aufs glücklichste die Eigenschaften des grossen Gelehrten mit denen eines noblen Charakters und eines Freundes für alle, die seine Hilfe suchten. In gefährlicher Zeit – wird berichtet – bot er Bedrängten uneigennützig und ohne Rücksicht auf eigene Gefährdung tatkräftige Unterstützung. Wer mit ihm zusammentraf, fand in ihm den gewandten, welterfahrenen, kenntnisreichen Mann, dessen Umgang Genuss gewährte und Bereicherung schenkte.

Die angemessenste Art, das Andenken dieses grossen Gelehrten zu ehren, wäre jetzt wohl, das Institut für Geschichte der Naturwissenschaften an der Universität Frankfurt im Geiste seines Gründers Willy Hartner weiterzuführen. Wenn es zunächst leider auch aussah, als ob dies nicht der Fall sein würde, gibt es in jüngster Zeit doch erfreulicherweise Nachrichten aus Frankfurt, die hoffen lassen, dass das Institut wieder belebt und Hartners verwaister Lehrstuhl neu besetzt werden soll.

Paul Kunitzsch*

*Institut für Semitistik der Universität München.

Die biographischen Angaben stützen sich auf den Nachruf von Matthias Schramm in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* vom 21.5.1981.

Éloge

WILLY HARTNER

1905 - 1981

Am 16. Mai 1981 verstarb in seinem Haus in Bad Homburg nahe Frankfurt plötzlich mitten aus dem Leben und Schaffen heraus Willy Hartner. Mit ihm verlor die Welt der Wissenschaft einen ihrer universellsten Vertreter. Seine Kenntnisse und seine Urteilskraft umschlossen den Raum von Ostasien bis ins germanische Skandinavien, die Zeitspanne von den Babyloniern über die Renaissance und Copernicus bis zu Newton und Einstein. Am 22. Januar 1905 in Ennigerloh /Westfalen geboren, hatte er sich in seiner Ausbildung, einer familiären Tradition folgend, besonders den Naturwissenschaften gewidmet und zunächst Chemie studiert. Nachdem dieses Studium erfolgreich abgeschlossen war, wandte er sich der Astronomie zu und absolvierte auch darin ein fruchtbares Studium, das er 1928 an der Frankfurter Universität mit der Promotion beenden konnte. Er arbeitete dann hier an der Universität weiter und geriet dabei zunehmend in den Sog der Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften, die freilich nur in Form einer losen Interessengemeinschaft interessierter Gelehrter betrieben wurde und die noch nicht ihre Heimstatt in einem eigenen Institut gefunden hatte. Seine Begabung und seine weitgespannten Interessen kamen schon bald zum Durchbruch: er arbeitete am China-Institut der Frankfurter Universität über Gegenstände zur Geschichte der Naturwissenschaft in China, und im Kreise der Völkerkundler um Leo Frobenius über Zahlen und Zahlensysteme bei Primitiv- und Hochkulturvölkern. 1935-37 war er Gastprofessor an der Harvard-Universität, wo er im Umgang mit George Sarton seine Beziehung zum Studium der Geschichte der Naturwissenschaften weiter vertiefen und verfeinern konnte. Nach der Rückkehr nach Deutschland und weiteren Arbeitsjahren in Frankfurt erhielt er 1940 eine Dozentur an der Frankfurter Universität. Auf seine Initiative hin wurde schliesslich 1943 an der Frankfurter Universität das Institut für die Geschichte der Naturwissenschaften eingerichtet, dessen Leiter er bis zu seiner Emeritierung war und dessen Adresse unzähligen Kollegen und Schülern in aller Welt als Anlaufstelle wohl bekannt war, wenn sie Rat, Hilfe und Austausch von Meinungen suchten.

Von der einmaligen Begabung Willy Hartners, seinen vielfältigen Sprachkenntnissen, seiner Beherrschung der naturwissenschaftlichen Probleme und Verfahren und seinem sicheren Blick bei der historischen Bewertung und Einordnung der Phänomene zeugen unübersehbar seine zahlreichen Schriften. Die 1968 in Hildesheim erschienene Sammlung *Oriens – Occidens* vereint eine

Landauer: Samuel Landauer, ed., *Themistii in Aristotelis Metaphysicorum Librum Λ Paraphrasis. Hebraice et Latine*, Commentaria in Aristotelem Graeca, vol.V, part V (Berlin, 1903).

Lewin: B. Lewin, "Notes sur un texte de Proclus en traduction arabe", *Orientalia Suecana*, 4(1955), 101-108.

Lorch: Richard Lorch, "Al-Khāzinī's 'Sphere That Rotates by Itself'", *Journal for the History of Arabic Science*, 4 (1980), 287-329.

Matthaei: C. F. Matthaeī, *Nemesius Emesenus De natura hominis* (Halle: J. J. Gebauer, 1802).

Pines, 1955: S. Pines, "Une version arabe de trois propositions de la Στοιχείωσις θεολογική de Proclus", *Oriens* 8 (1955), 195-203.

Pines, 1961: S. Pines, "A New Fragment of Xenocrates and Its Implications", *Transactions of the American Philosophical Society*, N. S. 51/2 (1961).

Pingree: David Pingree, *The Thousands of Abū Maᶜshar* (London: The Warburg Institute, 1968).

Sbath: Paul Sbath, *Bibliothèque de Manuscrits*, 3 vols. (Cairo: Friedrich, 1928-1934).

Storey: C. A. Storey, *Persian Literature, a Bio-bibliographical Survey*, Vol. 1, part 2 (London: Luzac and Company, 1972).

Suter: Heinrich Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke* (Leipzig: Teubner, 1900).

Telfer: William Telfer, *Cyril of Jerusalem and Nemesius of Emesa*, The Library of Christian Classics, Vol. IV (Philadelphia: The Westminster Press, 1955).

Türker: Mubahat Türker, "Yaḥyā ibn-i ᶜAdī'nin varlıklar hakkındaki makalesi", *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 17 (1959), 145-157.

Ullmann: Manfred Ullmann, "Zur arabischen Überlieferung der *Disputatio de anima ad Tatianum* des Gregorios Thaumaturgos", *Der Islam*, 54 (1977), 114-117.

Van Ess: Josef van Ess, "Über einige neue Fragmente des Alexander von Aphrodisias und des Proklos in arabischer Übersetzung", *Der Islam*, 42 (1966), 148-168.

Van Riet: Simone van Riet, "Stoicorum Veterum Fragmenta arabica", *Mélanges d'Islamologie*, volume dédié à la mémoire de Armand Abel, sous la rédaction de P. Salmon (Leiden: Brill, 1974), pp. 254-263.

Verbeke & Moncho: G. Verbeke et J. R. Moncho, *Némésius d'Émèse. De Natura Hominis. Traduction de Burgundio de Pise* (Leiden: E. J. Brill, 1975).

Wiedemann: Eilhard Wiedemann, *Aufsätze zur arabischen Wissenschaft*, 2 volumes (Hildesheim: Olms, 1970).

Yaḥyā: ᶜUthmān Yaḥyā, ed., "Al-Ṣuḥuf al-yūnāniyya", in *Al-Kitāb al-Tidhkārī: Shaykh al-Ishrāq Shihāb al-Dīn al-Suhrawardī ...*, ed. I. B. Madkour (Cairo: Al-Hay'at al-Miṣriyyat al-ᶜāmma li'l-kitāb, 1394/1974).

Ẓāhiriyya Catal.: *Fihris makhṭūṭāt dār al-kutub al-Ẓāhiriyya*; Vol. 6, Ibrāhīm Khūrī, *ᶜIlm al-hay'a wa-mulḥaqātuhu* (Damascus, 1969). Vol. 8, ᶜAbd al-Ḥamīd al-Ḥasan, *Al-Falsafa wa'l-manṭiq wa-ādāb al-baḥth* (Damascus, 1970). Vol. 12, Muḥammad Ṣalāḥ ᶜĀyadī, *Al-Riyāḍiyyāt* (Damascus, 1973).

Bibliography

Badawi, 1947: ᶜAbd al-Raḥmān Badawī, *Arisṭū ᶜind al-ᶜarab*, Dirāsāt islāmiyya 5 (Cairo: Maktabat al-Nahḍat al-Miṣriyya, 1947).

Badawi, 1954: Idem, *Arisṭūṭālis, fī al-nafs*, Dirāsāt islāmiyya 16 (Cairo, 1954).

Badawi, 1955: Idem, *Al-Aflāṭūniyya al-muḥdatha ᶜind al-ᶜarab*, Dirāsāt islāmiyya 19 (Cairo, 1955).

Badawi, 1968: Idem, *La transmission de la philosophie grecque au monde arabe*, Études de philosophie médiévale 56 (Paris: Librairie philosophique J. Vrin, 1968).

Daiber: Hans Daiber, *Die arabische Übersetzung der Placita philosophorum* (Saarbrücken: Phil. Diss., 1968).

Dietrich: Albert Dietrich, "Die arabische Version einer unbekannten Schrift des Alexander von Aphrodisias...", *Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen*, I. *Philologisch-Historische Klasse*, 1964, No. 2, pp. 85-148.

DSB: *Dictionary of Scientific Biography*, 16 vols. (New York: Charles Scribner's Sons, 1970-80).

EI²: *Encyclopaedia of Islam*, 2d. ed, 4 vols. to date (Leiden: E. J. Brill, 1960...).

Endress, Proclus: Gerhard Endress, *Proclus arabus*, Beiruter Texte und Studien, herausg. vom Orient-Institut der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft 10 (Beirut, 1973).

Endress, Yaḥyā: Idem, *The works of Yaḥyā b. ᶜAdī* (Wiesbaden: Reichert, 1977).

GAL: Carl Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur* (Leiden: Brill, 1937-1949), 2 vols. plus 3 suppl. vols.

GAS: Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* (Leiden: Brill, 1967-1979), 7 vols. to date.

Gätje: Helmut Gätje, *Studien zur Überlieferung der aristotelischen Psychologie im Islam*, Annales Universitatis Saraviensis, Reihe: Philosophische Fakultät, Bd. II (Heidelberg: Carl Winter, Universitätsverlag, 1971).

GCAL: Georg Graf, *Geschichte der christlichen arabischen Literatur*, Bd. 1-5 (Città del Vaticano: Biblioteca Apostolica Vaticana, 1944-53).

Gimaret: D. Gimaret, "Sur un passage énigmatique du *Tabyīn* d'Ibn ᶜAsākir", *Studia Islamica*, 47 (1978), 143-163.

Goldstein & Swerdlow: B. R. Goldstein and Noel Swerdlow, "Planetary Distances and Sizes ...," *Centaurus*, 15 (1970), 135-170.

Hill: Donald R. Hill, *Arabic Water-Clocks* (University of Aleppo, 1981).

Kennedy & Mawaldi: E. S. Kennedy and Mustafa Mawaldi, "Abū al-Wafā' and the Heron Theorems", *Journal for the History of Arabic Science*, 3 (1979), 19-30.

Kurd ᶜAlī, Makhṭūṭ: Kurd ᶜAlī, "Makhṭūṭ nādir", *Majallat al-majmaᶜ al-ᶜilmī al-ᶜarabī*, 20 (1945), 1-7, 41-43.

Kurd ᶜAlī, Rasā'il: M. Kurd ᶜAlī, *Rasā'il al-Bulaghā'* 2d. ed. (Cairo, 1913), 3d. ed. (Cairo, 1946; repr. 1954).

21. Why were some things created prior to others, and why were they not created all at once?

لم صارت أنواع الخلائق بعضها متقدما وبعضها متأخرا ولم تخلق في دفعة ؟

22. Why have we said that all things are dependent on God and are realized through Him, while we have stated elsewhere that God is realized from the various created things?

لم قلنا إن جميع الأشياء إنما تعلقها بالله تعالى ونعرفها به وقد قلنا في موضع آخر إن الله تعالى يعرف بأنواع الخلائق ؟

23. Why have we said that God cannot be realized from a demonstration or a definition?

لم قلنا إن الله تعالى لا يعرف بالبرهان ولا بحد ؟

24. Why is God's (existence) demonstrated in a negative and not a positive way?

لم صار إنما يبرهن على الله عز وجل بطريق السلب لا بطريق الإيجاب ؟

25. How does one realize the attributes of God even though He cannot be described?

كيف تعرف صفات الله تعالى وإن كان لا يوصف ؟

26. Why does every existing thing, in general, have (only) one name whereas God has many?

لم صار لكل موجود في أكثر الأمر اسم واحد ولله تعالى عدة أسماء ؟

27. Why is it said that some attributes of God are essential while others are not?

لم قيل إن بعضها صفات الله ذاتية وبعضها غير ذاتية ؟

28. Why does one say "the realization of God", "the realization of His unity", and "someone has realized God", but seldom does one say "someone knows God", "he knows the unity of God", or "he knows (   )"? Realization is by sense perception, while knowledge is through the intellect; God, however, is an intelligible and not a sensible. What (then) is the difference between realization and knowledge?

لم يقال معرفة الله ومعرفة التوحيد وفلان عرف الله وقل ما يقال فلان علم الله وعلم التوحيد وعلم (   )
المعرفة إنما تكون بالحس والعلم بالعقل والله معقول لا محسوس وما الفرق بين المعرفة والعلم ؟

7. Why is the proof of the unity of God that derives from the motion of the heavens sounder than the proof from all the other motions?

لم صار ما يستدل به من حركة الفلك على توحيد الله تعالى أصح مما يستدل به من جميع الحركات الأخر ؟

8. Why is the evidence from the motion of the heavens for the Prime Mover, which is external to it, greater than (the motion's) evidence for its being natural (motion) or (motion) of a soul?

لم صارت دلالة حركة الفلك على المحرك الأول الخارج عنه أكثر من دلالتها على أنها طبيعية له أو نفسانية ؟

9. Why did the Logician determine that the motion of the heavens is natural, of a soul, and from a mover?

لم حكم صاحب المنطق على حركة الفلك بأنها طبيعية وبأنها نفسانية وبأنها من محرك ؟

10. Why do the Logician's statements concerning the reason for the motion of the heavens contradict one another?

لم صارت أقاويل صاحب المنطق في سبب حركة الفلك مخالفاً بعضها لبعض ؟

11. Why have we said that some things move by themselves and other things move due to something else; and then, in the end, we assert that everything is moved by the Prime Mover?

لم قلنا إن الأشياء منها ما يتحرك بذاته ومنها ما يتحرك بغيره ثم جزمنا القول بآخره إن جميعها إنما يتحرك من المحرك الأول ؟

12. How does one prove that the Prime Mover does not move in any direction?

بم يستدل على أن المحرك الأول ليس يتحرك بجهة من الجهات ؟

13. How does one prove that the Prime Mover is not a body?

بم يستدل على أن المحرك الأول ليس بجسم ؟

14. How does one prove that the Prime Mover is eternal?

بم يستدل على أن المحرك الأول أزلي ؟

15. How does one prove that the Prime Mover is simple?

بم يستدل على أن المحرك الأول بسيط ؟

16. How does one prove that the Prime Mover is one?

بم يستدل على أن المحرك الأول واحد ؟

17. How does one prove that the Prime Mover is the cause of all existing things, the Creator of all created things, and the giver of life to all living creatures?

بم يستدل على أن المحرك الأول هو العلة لجميع الأشياء الموجودة والكون (والمكون ؟) لجميع الأشياء المتكونة والمحيي لجميع الحيوان ؟

18. Why have we stated that God originated something from nothing, whereas we observe that He creates all things from what (already) exists?

لم قلنا إن الله أبدع الشيء لا من شيء وقد رأينا جميع الأشياء إنما يخلقها جل وعز من الشيء الموجود ؟

19. Why have we stated in logic that substance is self-subsistent while in theology we say that it subsists through the power of God ?

لم قلنا في الأقاويل المنطقية إن الجوهر قائم بنفسه وقلنا في الأقاويل الإلهية إنما يقوم بقدرة الله تعالى ؟

20. Why did God create the world and what was the reason that occasioned it?

لم خلق الله العالم وما السبب الداعي اليه ؟

it is a rather early example of an elementary text intended for teaching purposes. Following Ibn Bahrīz's page-and-a-half introduction, the rest of the work consists of a series of schematic diagrams.

No. 41. ff. 132b-133b. **Ḥujaj Ubruqlus allatī yubarhin bihā anna al-ʿālam abadī (Proclus' Proofs that the Universe Is Eternal).**

Edited in *Badawi*, 1955, pp. 34-42; see *Endress, Proclus*, pp. 15-18; French translation of the first proof in *Badawi*, 1968, pp. 119-20.

No. 42. f. 134a,b **Masā'il Furuqlus fī al-ashyā' al-ṭabīʿiyya**) Questions on Physical Matters), by **Proclus.**

Edited in *Badawi*, 1955, pp. 43-49; see *Endress, Proclus*, p. 26.

No. 43. ff. 135a-144b. **Kitāb fī al-umūr al-ilāhiyya** (A Book on Theological Matters), by *Abū Aḥmad b. Isḥāq* **al-Isfizārī.**

Concerning the elusive al-Isfizārī (fl. middle of 10th century A. D.), see *Gimaret* (esp. pp. 153-163). This MS represents the only known surviving text of the author, who is not to be confused with abū Ḥātim al-Muẓaffar b. Ismāʿīl al-Isfizārī, the contemporary of Omar Khayyām mentioned by al-Khāzinī in his *Mīzān al-Ḥikma* (Introduction, fourth *faṣl*, and more extensively later). Hence a table of contents in English translation is given below, each item followed by its Arabic original.

In the colophon the author states that he has completed this work while awaiting unjust execution in a prison in Khuwārizm, this in spite of having obeyed God's command to seek the truth and to live according to it, to the extent of his ability.

Table of Contents

1. Why do we not sense the Prime Mover, for it is stronger than that which is moved and we *do* sense the thing moved?

لم صار المحرك الأول لا نحس به اذ كان أقوى من المتحرك ونحن نحس بالمتحرك ؟

2. Why are the intelligibles more permanent and yet less accessible than the sensibles?

لم صارت المعقولات أبقى وأخفى من المحسوسات ؟

3. Why is the discussion of theological matters more difficult than that of other fields of knowledge?

لم صار الكلام في الأمور الإلهية أصعب منه في سائر العلوم ؟

4. Why is the aim of all philosophy the realization of God and the following of His commandment and action ?

لم صار غرض جميع الفلسفة معرفة الله عز وجل والا بتداء (الاقتداء ؟) بأمره وفعله ؟

5. Why is the realization of the unity of God the last step in all of philosophy, whereas God is the first of all things ?

لم صارت معرفة التوحيد آخر مراتب جميع الفلسفة والله تعالى أول جميع الأشياء ؟

6. Why is the most convincing of the indications by which one shows the way to the realization of the Creator taken from motion?

لم صار ألزم الدلائل التي يستدل بها على معرفة الخالق عز وجل المأخوذة من الحركة ؟

No. 37. ff. 119b-123a *Maqāla* **fī al-radd ᶜalā Maqsimūs fī taḥlīl al-shakl al-thānī wa'l-thālith ilā al-awwal** (A Treatise in Refutation of Maximus' Reduction of the Second and Third Figures of the Syllogism into the First), by **Themistius** (author of No. 6 above, which see).

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 309-325. French translation in *Badawi*, 1968, pp. 166-180.

At the bottom of f. 123a is a selection from *Kitāb al-Mufīd* by a certain Abū ᶜAbdallāh (the rest of the name is illegible). Possibly it is a fragment of the *Mufīd al-ᶜulūm wa-mubīd al-humūm* by Jamāl al-Dīn abū ᶜAbdallāh Muḥammad b. Aḥmad al-Qazwīnī (see *GAL*, Gl, p. 499; Sl, p. 914).

No. 38. ff. 123b, 39bl-39bl5. **Ajwibat al-masā'il al-wārida min balad al-Shaykh al-Fāḍil al-Ḥakīm Abī al-Khayr al-Ḥasan b. Suwār** (Answers to the questions posed or answered by Ibn Suwār).

The author (b. 331/943) was a logician and philosopher of Baghdad who studied under Yaḥyā b. ᶜAdī. It is difficult to decide from the title whether he has posed the questions which are here being answered, or whether he is the respondent. It is clear from the text, however, that the person asking the questions is either ignorant of, or else wishes to challenge, basic Aristotelian notions. Since the answers follow the standard Peripatetic formulations, it would seem that the questions are being answered by Ibn Suwār.

There are three questions: (1) On whether fire can be both a substance (*jawhar*) and a body (*jism*), (2) concerning the problem of the form of an element falling under two genera, and (3) can a substance have an opposite?

No. 39. ff. 125a-128b. *Risāla* **fī al-madkhal ilā ᶜilm al-manṭiq** (Introduction to Logic), by **Abū al-Ḥasan ᶜAlī b. Aḥmad al-Nasawī** (author of No. 26 above, which see).

There is a note in the beginning to the effect that this text was copied from a copy in the hand of one of al-Nasawī's students, to whom the work was dictated. The work follows the normal order of the Organon and seems to be, as the title states, an introduction to logic in much the same way that the *Tajrīd* (No. 26) is an introduction to geometry. There is one schematic drawing on f. 126a. A note at the bottom of 128b discusses the "universal intellect" and the "world soul".

No. 40. ff. 129a-132a. *Kitāb* **taqyīd ḥudūd al-manṭiq allatī waḍaᶜa Arisṭāṭālīs al-faylasūf** (A book Setting Forth the Definitions of Logic Established by Aristotle the Philosopher), compiled by **ᶜAbd Yashūᶜ b. Bahrīz,** archbishop of Mosul during the reign of the Caliph al-Ma'mūn (see *GCAL*, vol. 2, pp. 119-120).

We are told in the introductory sentences that this work was compiled for the Caliph al-Ma'mūn in order to aid in the understanding and memorization of the basic definitions and classifications of logic. As such, it seems clear that

Edited in *Badawi*, 1947, p. 283; see *Dietrich*, p. 94, and *Van Ess*, p. 150; French translation in *Badawi*, 1968, pp. 145-6.

No. 31. f. 114a. *Maqāla* **fī anna al-quwwat al-wāḥida yumkin an takūn qābila li'l-aḍdād jamīʿan** *ʿalā ra'y Arisṭūṭālīs* (A Treatise to the Effect that It Is Possible for One Faculty to Receive Simultaneously Opposite Stimuli, according to the Opinion of Aristotle), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 284-5; see *Dietrich*, p.95, and *Van Ess*, p. 150; French translation in *Badawi*, 1968, pp. 147-8.

No. 32. f. 114a,b. *Maqāla* **fī anna al-mukawwan idhā istaḥāl min ʿadamihi istaḥāl min ḍiddihi ayḍan maʿan** *ʿalā ra'y Arisṭūṭālīs* (A treatise to the Effect that the Generated Being, when It Is Transformed from Non-existence, Is also Transformed from Its Opposite Simultaneously, according to the opinion of Aristotle), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 286-8; see *Dietrich*, p. 95, and *Van Ess*, pp. 150-1; French translation in *Badawi*, 1968, pp. 149-50.

No. 33. f. 114b. *Maqāla* **fī al-ṣūra wa-annahā tamām al-ḥaraka wa-kamāluhā** *ʿalā ra'y Arisṭū* (A Treatise to the Effect that the Form Is the Completion and Perfection of Motion, according to the opinion of Aristotle), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 289-90; see *Dietrich*, p. 95; French translation in *Badawi*, 1968, pp. 151-2.

No. 34. f. 115a. *Maqāla* **fī ithbāt al-ṣuwar al-rūḥāniyyat allatī lā hayūlā lahā** (A Treatise on the Establishment of the Spiritual Forms Which Are Devoid of Matter), by **Proclus.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 291-2; also in *Endress, Proclus*, with German translation and study, pp. 12-18, 260-266; see *Dietrich*, p.95. *Pines*, 1955, and *Lewin*, have pointed out that this treatise, in the MS attributed to Alexander, is actually Propositions 15-17 of Proclus' *The Elements of Theology*.

No. 35. f. 115a,b. *Maqāla* **fī anna al-fiʿl aʿamm min al-ḥaraka** *ʿalā ra'y Arisṭū* (A Treatise to the Effect that Action Is More Comprehensive than Motion, according to the opinion of Aristotle), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 293-4; see *Dietrich*, p. 95; French translation in *Badawi*, 1968, pp. 153-154.

No. 36. ff. 115b-119a. *Maqāla* **fī anna al-fuṣūl allatī bihā yuqassam jins min al-ajnās ...** (A Treatise to the Effect that the Characteristics by which One Genus Is Distinguished from Another ....), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 295-308, see *Dietrich*, p. 96; French translation in *Badawi*, 1968, pp. 155-165. There are glosses by Abū Bishr Mattā b. Yūnus.

this is difficult to read, but it is well worth translation in extenso. Apparently the scientist was a well-to-do citizen of Rayy (near modern Tehran) who kept open house for students who came to study under him. He would sit, surrounded by books, to consult when callers asked questions. When thirsty he pulled on a rope, at the end of which was a jug. There Avicenna visited him, to consult about the *Qānūn*; also another savant, whose name defies reading.

The following eleven treatises (with the exception of No. 34) are by the third-century Peripatetic philosopher Alexander of Aphrodisias. For a discussion and bibliography of the Arabic Alexander, see G. Strohmaier's article "Al-Iskandar al-Afrūdīsī" in *EI*², vol. 4, pp. 129-130.

No. 27. ff. 107b-112b. **Maqāla fī al-qawl fī mabādi' al-kull bi-ḥasab ra'y Arisṭāṭālis** (A Treatise on the Doctrine Concerning the Principles of the Universe According to the Opinion of Aristotle), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 253-277. There are other MS copies; for a bibliography, see *Dietrich*, p. 93, and *Van Ess*, p. 150. A French translation is in *Badawi*, 1968, pp. 121-139.

At the bottom of f. 112b are short quotations from al-Kindī, Ibn al-Ṭayyib and Thābit b. Qurra.

No. 28. f. 113a. **Hal al-mutaḥarrik ʿalā ʿiẓam mā yataḥarrak fī awwal ḥarakatihi ʿalā awwal juz' minhu am lā?** (For an object moving along a given distance, does it move, at the beginning of its motion, along the first part (of the given distance) or not?), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 278-9; see *Dietrich*, p. 94; French translation in *Badawi*, 1968, pp. 140-141.

No. 28a. f. 113a,b. **ʿAn qawl Arisṭāṭālīs fī kitāb al-nafs: inna al-ḥayawān al-kullī...** (On the Doctrine of Aristotle in *De anima* that the Universal Living Creature ....), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 279-80; see *Dietrich*, p. 94; French translation in *Badawi*, 1968, pp. 141-142. In the MS, this treatise appears as part of the preceding work.

No. 29. f. 113b. *Maqāla* **fī al-radd ʿalā Ks (in) qrāṭīs** *fī anna al-ṣūra qabl al-jins ...* (A Treatise in Refutation of Xenocrates' (assertion) that Species Precedes Genus...), by **Alexander of Aphrodisias.**

Edited in *Badawi*, 1947, pp. 281-2; see *Dietrich*, p. 94. French translation in *Badawi*, 1968, pp. 143-4; English translation and study in *Pines*, 1961.

No. 30. f. 113b. *Maqala* **fī annahu qad yumkin an yaltadhdh al-multadhdh wa-yaḥzan maʿan** *ʿalā ra'y Arisṭū* (A Treatise to the Effect that It Is Possible that the Happy (individual) Be Simultaneously Happy and Sad, according to the opinion of Aristotle), by **Alexander of Aphrodisias.**

the length of the Prophet's life, the fall of the Persian empire, rise of the ʿAbbāsid dynasty, and so on. Professor David Pingree remarks that this document utilizes not only inferences from conjunctions, but also the concepts of *intihā'* and *qisma*.

No. 26. ff. 86a-106b, 145a. **Kitāb al-tajrīd fī uṣūl al-handasa** (An Epitome of the Elements of Geometry) by **Abū al-Ḥasan ʿAlī b. Aḥmad al-Nasawī** (fl. 5/11th century).

The book is dedicated to a certain Imām al-Murtaḍā al-Fakhr b. abī al-Ḥasan al-Muṭahhar b. Sayyid al-Zakī Dhī al-Ḥasabayn b. abī al-Qasm (?). It is a textbook for beginners in geometry. In the colophon the author suggests that students who have completed his book may then turn to the Elements of Euclid.

The book consists of an introduction and seven treatises (maqālāt); within the treatises propositions or sections are numbered in the margin.

Treatise 1 (f. 86b): definitions of geometric entities – point, line, surface, etc. There are theorems involving intersecting lines, parallels, and triangles; in particular the Pythagorean Theorem.

Treatise 2 (f. 90a) : seems to be an introduction to geometric algebra, involving the representation of arithmetic operations by geometric figures.

Treatise 3 (f. 91a) : introduces circles and theorems involving chords, tangents, inscribed angles, and such-like.

Treatise 4 (f. 94a): involves polygons inscribed in or circumscribed about a circle.

Treatise 5 (f. 95b): is on the theory of proportions, including combined ratios.

Treatise 6 (f. 99a): deals with similar figures and their properties, especially triangles.

Treatise 7 (f. 103a): introduces solid geometry, including considerable material on the properties of spheres.

The colophon (f. 145a) recommends that one who seeks further enlightenment may study the author's *Kitāb al-balāgh*, a commentary on Euclid's Elements. This copy of the *Tajrīd* was completed in the last part of Dhū al-Qaʿda, 557/November, 1162.

The book seems not to be of fundamental importance. Nevertheless its contents should be studied in detail. Mr. Mustafa Mawaldi, of the Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, is preparing a critical edition of the *Tajrīd*.

(Cf. *GAS*, vol. 5, pp. 345-8, which has other references).

Al-Nasawī's Life-Style

The lower part of f. 145a is taken up with a paragraph of recollections by a certain judge, al-Ṣanawbarī, about al-Nasawī, his life and times. Much of

No. 20. f. 82a19-82b. **Jawāb Abī al-Wafā' Muḥammad b. Muḥammad al-Būzjānī ʿammā sa'alahu al-Faqīh Abū ʿAlī al-Ḥasan b. Ḥārith al-Ḥubūbī** (The Answer of Abū al-Wafā' Muḥammad b. Muḥammad al-Būzjānī to a Question Put Him by the Jurist Abū ʿAlī al-Ḥasan b. Ḥārith al-Ḥubūbī).

This text has been published in facsimile in *Kennedy & Mawaldi*, together with a paraphrase using modern symbols and a commentary. In it the famous scientist Abū al-Wafā' (328/940-387/997) was challenged by al-Ḥubūbī to produce and prove a rule for calculating the area of a triangle in terms of its sides. He gives in fact three such rules, none identical with the well-known "Heron's Rule", but all, of course, equivalent to it.

No. 21. f. 83a. **Risāla fī istikhrāj samt al-qibla** (A Paper on extracting the Direction of Prayer) by **Naṣr b. ʿAbdallāh** (al-ʿAzīzī, fl. 4/10th century, see *GAS*, vol. 5, p. 314; vol. 6, p. 208) the Geometer (*muhandis*).

The author's method avoids the difficulties of trigonometric computation by plotting the coordinates of Mecca and the locality in question upon a physical hemisphere, the base of which is the local horizon - plane. Then the required azimuth is constructed.

No. 22. f. 83b. **Al-burhān ʿalā anna al-falak laysa huwa fī ghāyat al-ṣafā'** (A Proof that the Heavens Are Not Completely Transparent), by **Abū Saʿd al-ʿAlā' b. Sahl** (the author of No. 19 above, which see).

There is a reference to the fifth treatise of Ptolemy's *Optics*. The treatise has four figures. In the colophon is a remark to the effect that this version was copied from a copy made from a copy in the hand of Ibn al-Haytham.

No. 23. f. 84a. A page of quotations from Aristotle, Hippocrates, Galen, Ptolemy, Apollonius (Balīnās), and Plato.

No. 24. f. 84b. **Al-Adab al-ṣaghīr** (The Small (Treatise on) Good Manners).

Despite the title, this page of aphorisms does not correspond to Ibn al-Muqaffaʿ's well-known and oft-printed work (cf. *GAL*, SI, p. 233). But as M. Kurd ʿAlī has pointed out, this work does contain many of the same sayings to be found in the text of a Cairo MS called *Kitāb al-Adab*. This latter work, which is likewise attributed to Ibn al-Muqaffaʿ, was published in *Kurd ʿAlī, Rasā'il* (second edition, p. 118). In subsequent editions those additional sayings from the Ẓāhiriyya MS (some 70 in all) were published as a supplement. A selection of them can also be found in *Kurd ʿAlī, Makhṭūṭ*.

No. 25. f. 85a. This is the last page only, including a colophon, of an astrological work by a certain al-Rāzī.

It is evidently another example of the category of world histories based on Jupiter-Saturn conjunctions (see e.g. *Pingree*). This one is centered on the rise of Islam, establishing correlations between astrological indications and

The full name of the author (d. 379/990) was Abū Ḥāmid Aḥmad b. Muḥammad al-Ṣaghānī, see *GAS*, vol. 5, p. 311; vol. 6, p. 217, which spells it Ṣāghānī and which gives other references. This is another example of a category of astronomical writing which commenced with Ptolemy's "Planetary Hypotheses" and which was carried on by Kūshyār, Ibn al-Shāṭir, al-Kāshī, and others (see *Goldstein & Swerdlow*).

Al-Ṣaghānī's paper has three chapters: the first is an introduction, the second is on planetary distances, the third on planetary magnitudes. He refers to a book by Thābit (b. Qurra) and to one by Abū Jaᶜfar Muḥammad b. al-Ḥusayn (cf. *Suter*, p. 80) thus increasing by one the writings ascribed to the latter.

No.17. f. 80a,b. **Risāla Maḥmūd ibn abī al-Qāsim al-tājir fī al-iḥtiyāl li-maᶜrifa miqdārayn min al-dhahab w'al-fiḍḍa fī jism murakkab** (A Paper by Maḥmūd b. abī al-Qāsim the Merchant on the Determination of the Amounts of Gold and Silver in an Alloy).

Who Maḥmūd b. Abī al-Qāsim was we have not a clue. This treatise, however, is a work of ᶜUmar al-Khayyām and has been printed and translated several times. The treatise (or parts of it) either occurs separately (as here) or as part of al-Khāzinī's *Mīzān al-Ḥikma* (Hyderabad, 1359 H., $87_{,18} - 92_{,7}$). It should be noted that there are a number of variations between our copy and other versions, particularly in the beginning. (For the complete bibliography, see Youschkevitch and Rosenfeld's article "Al-Khayyāmī", *DSB*, vol. 7, p. 332).

No. 18. f. 80b. **Mas'ala handasiyya** ((two) Geometric Problem(s)). Anonymous, (two figures).

The author first announces and proves the trivial theorem: in any right triangle the diameter of the incircle is the excess of the sum of the two legs over the hypotenuse.

He then proves that for any triangle the diameter of the incircle is equal to the area divided by the perimeter. In so doing he uses a theorem he attributes to the Banū Mūsā to the effect that the area of a triangle is the product of the semiperimeter times the inradius. He also states that the area of a triangle can be calculated in terms of its sides, thus assuming knowledge of Heron's Theorem or its equivalent (see No. 20 below).

No. 19. ff. 81a-82a. **Risāla fī al-ālat al-muḥriqa** (A Paper on the Burning Instrument) by **Abū Saᶜd al-ᶜAlā' b. Sahl** (The author of No. 22 below, 5 figures).

According to Sezgin (in *GAS*, vol. 5, pp. 341-2; vol. 6, pp. 232-3) the author lived in the 4/10th century, but no reference names this particular treatise.

The problem posed is to construct a device to burn an object from a given distance, either by refraction (*yanfudhu*) or reflection. However, in the discussion only reflection is discussed. A parabola is mentioned, so that the contrivance is no doubt a parabolic mirror. Most of the text consists of geometric proofs.

Question 15, a solar eclipse.

Question 16, a matter concerning the king.

Questions 17 *and* 18, the rise or fall of a price (f. 75b).

Question 19, on encountering the enemy at the beginning of a war.

We find no mention in the literature of a work of this sort attributed to Khayyām, see e.g. *DSB*, vol.7, pp. 323-334.

No. 12. f. 75b. **Ṣanᶜat al-ālat al-zamriyya li-Īliyūs al-Ḥakīm** (Construction of the Whistling Instrument by Īliyūs the Sage).

The device is illustrated by a complicated, poorly drawn figure, which with the explanatory text, takes up only half of a page. The mechanism is water driven and involves a gear train, valves, levers, and two pierced floats (*ṭarjahāra*).

The author's name is probably a mistranscription of Abulīnūs (only a slight emendation is needed). The text is a short account of the "fluting machine" – described in a treatise on musical automata ascribed to "Apollonius the Carpenter". For MSS of this, see *GAS*, vol. 5, p. 143, and *Hill*, pp.15-16. *Wiedemann*, II, pp. 50-57, gives a German translation of the part on the "fluting machine".

No.13. f. 76a. **ᶜAmal āla li-qiyās al-kawākib al-thābita** (Construction of an Instrument for Taking Measurements of the Fixed Stars). Anonymous.

From a drawing it seems that the device is simply a vertical, circular protractor equipped with an alidade for taking altitudes.

No. 14. ff. 76b-77a. **Naᶜmal āla yuᶜlam bihā ᶜamūd kull jabal wa-ṭūl kull ḥā'iṭ wa-irtifāᶜ kull shay' aradnāhu** (We construct an instrument for determining the height of any mountain, the length of any wall, or the altidude of anything desired). Anonymous.

There are four simple drawings. The material seems to consist of applications of elementary geometry.

No. 15. ff. 77a-78a. **ᶜAmal al-ṣandūq li'l-sāᶜāt** (Operation of the Hour Box). Anonymous.

On f. 77b are two simple drawings; on f. 78a eight drawings of details plus one (or two) crude but very complicated representations of the whole apparatus. It is apparently water driven .There are twelve small metallic spheres, one for each hour, presumably to be dropped at appropriate instants. There is a semicircular dial containing the names of the zodiacal signs, perhaps to make arrangements for the seasonal hours.

No. 16. ff. 78b-79b. **Maqālat al-Ṣaghānī fī al-abᶜād wa'l-ajrām** (Al-Ṣaghānī's Treatise on (Planetary) Sizes and Distances).

The device it describes consists of a celestial sphere set down halfway through the top of a chest so that the top corresponds to the horizon plane for the locality. The sphere is caused to rotate about its polar axis with the speed of the daily rotation. It is driven by means of a weight which rests on a slowly sinking surface of sand.

The sphere thus reproduces quantitatively the situation on the celestial sphere in the course of each twenty-four hours. Hence problems may be solved by direct measurement on it.

No. 11. ff. 74b-75b. Masā'il nujūmiyya, aẓunnuhā min kalām ᶜUmar al-Khayyāmī (Astrological inquiries which I take to be from the work of ᶜUmar Khayyām (d. c. 517/1123).

This curious document consists of a set of nineteen questions, presumably addressed to some astrologer. For each, a horoscope has allegedly been cast from which predictions are to be inferred . As an example we give Question 2 in full. Each (except Question 13) has a response written out. What is peculiar is that every single one of the responses is a demonstration that the configuration described is astronomically impossible. For instance the position of a superior planet in its epicycle may be incompatible with the stated solar position. Has this set been compiled to entrap incompetent astrologers? Cf. No. 9 above.

Question 1, concerning an impending difficulty.

Question 2. The commander of a certain army has drawn up his troops in the face of the enemy. The moon is near the first of the (lunar) month. The two luminaries are in the seventh locus, in auspicious aspect with Venus, which is in the fifth locus, with Jupiter. The horoscope is in Cancer, in a propitious situation, except that the moon is in its deferent apogee opposite Jupiter, in its epicyclic perigee, whereas Mars is ascending in its epicycle in the seventh locus. Will the general be victorious or not?

Question 3, concerning a prospective journey.

Question 4, concerning a prisoner, will he be released?

Question 5, a runaway slave, will he be recovered?

Question 6, concerning rain.

Question 7, a nativity.

Questions 8 *and* 9, on insanity (?) (f. 75a).

Question 10, concerning love.

Question 11, on an enthronement.

Question 12, another nativity.

Question 13, a marriage .

Question 14, on an impending birth.

Problem 15. If the descending node is the nativity *kadkhudā*, does this decrease the length of life (f. 70a)?

Problem 16. A topic involving the *intihā'*.

Problem 17. If the indicators at the year-transfer are the indicators for the first month of the year, ... (f. 70b)?

Problem 18. If the *tasyīr* ends at the ascendant, or if ....?

Problem 19. In an interrogation, determine the *mubtazz*.

Problem 20. Action upon being interrogated simultaneously concerning two affairs (f. 71a).

Problem 21. What if the domicile of the request is split between two signs...?

Problem 22. What if a client asks about about a journey and you do not know his nativity ?

Problem 23. A client inquires about undertaking a raid (*ghazw*), and the horoscope which is the indicator ...

Problem 24. If the choice indicated by the indicators is maleficent (?), and ... (f. 71b).

Problem 25. An inquiry about sickness (f. 72a).

Problem 26. If the moon is eclipsed in Aquarius, and Saturn is in Pisces in its domicile, and ...

Problem 27. At a locality of latitude 16°, what is the length of daylight if the solar altitude is 90° (f. 72a)?

Problem 28. This is a quotation from the poet Dhū al-Rumma involving the Pleiades. Question: what is the latitude of the poet's locality?

Problem 29. Determine the height of a tree or a wall.

Problem 30. Find the shortest distance between two localities by the best method in the *zīj*.

The colophon gives the date of copying as the latter part of Ramaḍān, 555 / the early part of October, 1160.

(For other MSS, see *GAL*, GI, p. 233; SI, p. 399, also according to the catalogue prepared by D. A. King: Cairo, Dār al-kutub, Mīqāt 447,1.)

No. 10. ff. 73a-74a. **Maqāla li'l-Khāzinī** (text: al-Khāzimī) fī **ittikhādh kura tadūr bidhātihā bi-ḥaraka musāwiya li-ḥarakat al-falak wa-maʿrifat al-ʿamal bihā sākina wa-mutaḥarrika** (A Treatise by al-Khāzinī (fl. 520/1126) On Constructing a Sphere That Rotates by Itself with a Motion Equal to the Motion of the Heavens, and Instructions for Its Use, Both at Rest and in Motion).

The author's full name is Abū al-Fatḥ ʿAbd al-Raḥmān al-Khāzinī (*DSB*, vol. 7, p. 335). This work is published in *Lorch* with translation and commentary.

states that the astrological profession is plagued by ignoramuses who should have no right to practise. He therefore propounds a set of thirty problems, together with their solutions, three for each of the ten branches of the discipline.

He divides the art of judgments *(aḥkām)* into the following categories:

1. That having to do with the fate of the universe: year-transfers, eclipses, conjunctions, etc.
2. Everything concerning nativities: the *haylāj*, the *kadkhudā*, etc.
3. Year-transfer of the nativity, the *intihā'āt*, the lord of the year (*sālkhudā*), etc.
4. Interrogations.
5. Choices (*ikhtiyārāt*).

The author requests that the Amīr not divulge the contents to any save qualified persons, lest the ignorant take to learning the answers by heart and it become impossible to distinguish the learned from the charlatan.

Problem 1. Why does the moon not retrodgrade (f. 67b)?

Problem 2. Why are Mercury and Venus never eclipsed?

Problem 3. Why is there zero duration of totality for a solar eclipse?

Problem 4. Calculate a value of the solar equation without a table (f. 68a).

Problem 5. Determine the latitude of a locality on a cloudy day.

Problem 6. Determine the solar true and mean longitudes at given time, and the solar equation, there being no observational instrument at hand.

Problem 7. Is it possible to take (celestial) altitudes with an astrolabe on a cloudy day (f. 68b)?

Problem 8. Is it possible to make an instrument to measure the magnitude of an eclipse or the portion of the moon's face which is illuminated?

Problem 9. Given a local latitude, inscribe certain curves on an astrolabe plate (f. 69a).

Problem 10. Suppose a solar eclipse, visible in one locality, invisible in another, is taking place at the instant horoscopes are cast in the two localities. What are the astrological implications?

Problem 11. Why are judgments for a year taken from the entry of the sun into Aries, and why are judgments not taken for months at the instants of entry of the sun into the signs?

Problem 12. How are the lots to be calculated for a nativity?

Problem 13. How can the horoscope be verified by use of the *nimūdār* (f. 69b)?

Problem 14. A topic involving the *haylāj*.

This fragment consisting of Chapter 1 and part of Chapter 2 of Themistius' (fourth century A. D.) commentary/paraphrase of Book Λ of Aristotle's *Metaphysics* has been edited from this copy by *Badawī* 1947, pp. 329 - 333. The Greek original is not extant, but the Hebrew translation from the Arabic and the Latin translation from the Hebrew have both been edited by *Landauer*.

Themistius spent most of his life in Constantinople as a politician and philosopher. He wrote paraphrases and commentaries on the works of Aristotle and Plato, many of which were translated into Arabic (*DSB*, vol. 13, pp. 307-309).

No. 7. ff. 39b16 - 39b34, 39a; 124a - 124b. *Maqālat al - Shaykh* **Abī Zakariyyā Yaḥyā b. ᶜAdī** *fī mā intazaᶜahu min kitāb al-samāᶜ al-ṭabīᶜī wa-ghayrihi li-Arisṭū* (A treatise by Abū Zakariyyā Yaḥyā b. ᶜAdī concerning what he has extracted from the *Physics* and other (works) of Aristotle).

The text of this essay by the celebrated logician of Baghdad (d. c. 975, *GAL*,Gl, p. 207; Sl, pp.342, 370) has been edited by *Türker*, based on MS Istanbul Üniversite Kütüphanesi ar. 1458, ff. 106a-108a. *Endress* (*Yaḥyā*, pp. 66-67) lists other MSS.

No. 8. ff. 63b-66a. An untitled set of topics on astronomy, by one **Muḥammad b. Manṣūr al- Marwazī** having the *kunya* **Abū ᶜAbdallāh** (cf. *GAS*, vol. 6, p.191).

There are thirteen routine questions, with answers, involving spherical astronomy. E.g.: in two localities of different latitude, the sums of the meridian altitudes of the first points of Capricorn and Cancer are the same. What is the latitude of each locality?

There follows a paragraph of problems on eclipses, without answers. The first question asks for the difference in immersion of a lunar eclipse as a function of local latitude. Either this is a trick question or the propounder was ignorant, for any lunar eclipse presents the same appearance at all locations.

The concluding paragraph is of questions concerning first visibility of the lunar crescent. The author seems to have commenced an explanation which terminates unfinished, followed by the colophon.

On f. 66a, written in vertical lines in the lower half of the folio, is a list of the "middle books" is astronomy, these to be studied before the Almagest but after Euclid's Elements.

No. 9. ff. 66 b - 72 a. *Risāla ᶜAbd al-ᶜAzīzb. ᶜUthmān* **al-Qabīṣī** *al-munajjim ilā al-amīr Sayf al-Dawla*, **fī imtiḥān al-munajjimīn mimman huwa muttasim bi-hādhā al-ism** (A letter by the astrologer al-Qabīṣī (d.356/967) to the prince Sayf al-Dawla, "On Putting to the Test Those Who are Called Astrologers").

Al-Qabīṣī (*DSB*, vol. 11, p. 226; *GAS*, vol. 6, pp. 208-210) addresses this to the Ḥamdānid governor of Aleppo. In a long-winded introduction the author

Patrologia graeca, X, col. 1137-1146). Gätje has edited two Arabic versions of the work (pp. 95-129) from several MSS. This copy, which he has not used in his edition, corresponds to what he calls the "longer version", though there are some textual differences.

Ullmann has recently described another copy of the longer version that occurs in a Lisbon MS (Academia das Ciências de Lisboa, Arabic MS V. 292, 60bll-63b) and has listed a substantial number of variations from Gätje's text.

For further bibliographical details concerning other editions and translations of this work, see *Gätje* (pp. 54-62) and *Ullmann*.

No. 4. ff. 21a - 35a. **Kitāb al-Fawz** (The Book of Attainment), **by Abū ᶜAlī Aḥmad b. Muḥammad Miskawayh** (d. 421/1030).

This work is not the *Kitāb al-Fawz al-akbar* (The Larger Book of Attainment), which Miskawayh promises to resume at the conclusion of the text; rather, it is the *Kitāb al-Fawz al-aṣghar* (The Smaller Book...), which has been printed twice: once in Beirut (1319/1901), and once in Cairo (1325/1907). Concerning the other writings of Miskawayh, see *GAL*, GI, p. 342; SI, p. 582.

No. 5. ff. 36a-37b, 40a - 62a. *Hādhā Kitāb Gharghūryūs usquf Nūsā al-maᶜrūf bi-***Kitāb al-Abwāb fī ṭabīᶜat al-insān wa-hiya thalātha wa-arbaᶜūn bāb** (This is the book by Gregory, the Bishop of Nyssa, known as the "Book of Chapters on the Nature of Man" (consisting of) 43 chapters.)

This work, *De natura hominis*, is not by the well-known Saint Gregory of Nyssa, but by his rather lesser known contemporary Nemesius of Emesa (fl. fourth century A.D.). (For details of how this misidentification occurred, see *Telfer*, pp. 203, 216-17). The edition of the Greek text is due to *Matthaei* (reprinted in Migne's *Patrologia graeca*, XL, col. 503-818), and the work has been translated into various languages. In particular, we should mention the English translation by *Telfer* and the recent edition of the Latin translation (due to Burgundio of Pisa) by *Verbeke & Moncho* (both of which see for information concerning Nemesius and for bibliography).

The Arabic text has not been handled with similar scholarly enthusiasm; it has yet to be edited. The translation is apparently due to Isḥāq b. Ḥunayn (see *Van Riet*, p. 255). This attribution does not occur in our particular MS. *Van Riet* has recently called attention to the need for a critical edition of the *Abwāb*, arguing that it contains important information on the transmission of Stoic ideas to Islamic civilization.

For other MSS, see *GCAL*, II, 130; also *Van Riet*, p. 255. For the table of contents, see the description by *Sbath* (MS 1010, vol. 2, pp. 128-9).

No. 6. f. 38a,b. **Maqālat al-lām. Sharḥ Thāmisṭyūs, tarjamahu Isḥāq b. Ḥunayn** (Book Λ Commentary by Themistius, translated by Isḥāq b. Ḥunayn).

And finally, back on f. 36a, a note states that in Muḥarram 1292 / February 1875 it was bought by Abū al-Ḥasan b. al-Sayyid Muḥammad Riḍwān al-Khurāsānī al-Mashhadī, from the estate of the "Sultan of India", the purchaser being a teacher in the shrine of the Imām Riḍā at Meshed in northeastern Iran.

The owner named in the next to the last paragraph above appears to have been a great - grandson of Muḥammad Shāh, the Mughal emperor (*Storey*, p. 1133, where his name and genealogy are given as Mīrzā M. Ḥ-Sh. b. Mīrzā M. Kāmbakhsh Bahādur b. Mīrzā M. Sulaimān-Shukōh b. M. Shāh).

Thus Ẓāhiriyya 4871 has an illustrious span: in time extending over seven centuries, and in space from Turkey in the west to India in the east, finally returning to safe haven in Damascus,.

5. *The Contents*

No. 1.ff. 5a-6b, 1a-4b. Al-Ṣuḥuf. In other manuscripts the title is *Al-Ṣuḥuf al-Yūnāniyya* (The Greek Epistles), Anonymous.

(A part of the first chapter *Al-Ṣaḥīfat al-gharrā'* is lost; f. 5al corresponds to p. 333.3 of Yaḥyā's edition .This disarranged copy is otherwise complete.)

This work of ethical exhortation has recently been published by ᶜUthmān *Yaḥyā* (pp. 319-389), who claims that it had an indirect influence on Shihāb al-Dīn al-Suhrawardī. Yaḥyā used only MS Aya Sofya 2144 (ff. 65b-89a) for his edition, though other copies exist: Aya Sofya 2460,2 and Chester Beatty 4819,1 (ff. 1-16). *Kurd ᶜAlī, Makhṭūṭ*, states that another copy of the work exists in the Ẓāhiriyya, but we have been unable to confirm this. The same volume of the same journal (pp. 41-43) contains an extract from this work ("Fī mukhāṭabat al-ghanīy").

No. 2. ff. 7b -19a. Al-Ārā' al-ṭabīᶜiyya allatī tarḍā bihā al-falāsifa (Opinions on Natural Philosophy Accepted by the Philosophers).

This is the translation by Qusṭā b. Lūqā (ca. 205/820-300/912) of the *Placita philosophorum*. The work had usually been attributed to Plutarch until Diels in his *Doxographi graeci* (1879) showed it to have been composed by a certain Aëtius (1st or 2nd century A.D.).

Badawī, 1954 (pp. 89-188) originally published the work using this single manuscript. The excellent edition by *Daiber*, which includes a German translation and commentary, makes use of several other manuscripts.

No. 3. ff. 19b - 20b. **Nuskhat al-sabᶜat abwāb allatī waḍaᶜahā al-Ḥakīm fī ṣifat al-nafs** (A copy of "The Seven Chapters Set Forth by the Philosopher on the Character of the Soul").

According to *Gätje*, this pseudo-Aristotelian work is a rather free translation of the Syriac version of the Λόγος κεφαλαιώδης περὶ ψυχῆς πρὸς Τατιανόν by Gregorios Thaumaturgos (3rd century A. D.) (edition of the Greek text in Migne's

But at present the page on the right is blank, and there are only forty-there treatises in the volume. Evidently about half of the original has vanished, and the remaining folia have been rebound, out of order, for presumably f. 36a was the original title page.

That Baghdad was the place of origin is clear from the fact that the colophons of several treatises (e. g. Nos. 2, 4, and 19) give it as the place of copying.

Another note indicates that in the year 550/1155 a certain Haykal b. Faḍlallāh al-Ḥillī of Baghdad examined the volume, and a third states that in Shaᶜbān 777 / January 1376 it was purchased by Aḥmad b. Ḥasan al-Marḥā al-ᶜAlawī for thirty dīnārs.

The name of a subsequent owner, ᶜAlī b. ᶜAlī b. Ḥusayn b. al-Jammāl al-Jahīrī appears four times, thrice on f. 36a, and once on f. 107a, associated with the date 825 / 1422.

A note on f. 85 b states that a certain Aḥmad b. Ḥasan b. Ḥasan b. Ḥākim examined the manuscript in the year 856/1452.

The names of four additional readers appear, but without dates. They are:

1. Aḥmad b. Maᶜrūf b. Khalīfa b. Malik
2. Ismāᶜīl b. Muḥammad b. Ismāᶜīl al-Juwaynī (named on ff. 36a and 85b)
3. Muḥammad b. ᶜAlī b. Jahīr b. al-Jammāl (the son of ᶜAlī... al-Jahīrī ?)
4. Muḥammad al-Ḥijāzī

Thus far no evidence has been exhibited of its having left Baghdad, but one of the inscriptions on f. 36a, dated 13 Jumādā I, 919 / 17 July 1513, cites an owner in Constantinople, ᶜAbd al-Raḥmān b. ᶜAlī b. al-Mu'ayyad, a Ḥanafī jurist (*GAL*, G2, pp. 209, 227-8; S2, p. 319).

On the same folio a further displacement is indicated by a remark that Abū al-Fatḥ Muḥammad b. ᶜAbd al-Salām, the Mālikite muftī, presumably of Damascus, borrowed the book in 943/1536. The new location is confirmed by a statement that Maᶜrūf b. Aḥmad b. ᶜUmar purchased it in Damascus in the year given above. The volume changed hands again in 1075 / 1665, still in Damascus, when Ibrāhīm Amīn al-Fatawī bought it from the estate of Anīs Effendi. Another owner, in 1113/1701, was Muḥammad Tāj al-Dīn b. ᶜAbd al-Ḥusayn al-Qalᶜī (f. 36a).

The last four dates given above are all from f. 36a. However, on the present title page, f. 1a (hence written after the volume was rebound) is a statement to the effect that on 9 Shawwāl 1238 / 19 June 1823 the book was placed in the library (Persian *kitābkhāna*) of Mīrzā Muḥammad (?) Kay Ḥaydar-Shukōh Bahādur.

only one folio has survived, the total given, 14ff., can be used to estimate the length of the non-extant complete Arabic text of Themistius' commentary.

In the instances listed below in chronological order the scribe has given dates, hence some information concerning the original order of the treatises. When part or all of a work appears on a folio belonging to one which is dated, approximately the same date applies to both.

No. of Work	Title	Date	Folio	Remarks
5	De natura hominis (*al-Abwāb*)	550/1155	36a	
9	*Imtiḥān al-munajjimīn*	Beginning of Ramaḍān, 555/September, 1160	72a	Same date for No. 8
39	*Al-Madkhal ilā ʿilm al-manṭiq*	Dhū al-Ḥijja, 556/ October, 1161	128b	Copied in one evening
2	Placita (al-Ārā')	Beginning of Muḥarram, 557/ December, 1161	19a	Same date for No. 3
4	*Kitāb al-Fawz*	Beginning of Muḥarram, 557/ December, 1161	35a	
36	Alexander's *al-Fuṣūl*	End of Rabīʿ I, 557/ March, 1162	119a	Probably includes Nos. 28-35
37	Maximus	Beginning of Rabīʿ II, 557/March, 1162	123a	Probably includes Nos. 38 and 7
26	*Tajrīd*	End of Dhū al-Qaʿda, 557/ November, 1162	145a	
21	*Samt al-qibla*	557/1162	83a	Probably same date for No. 22
40	*Taqyīd ḥudūd al-manṭiq*	557/1162	132a	Perhaps should follow No. 39; same date as No. 41.
27	Alexander's *Mabādi' al-kull*	Dhū al-Qaʿda, 558/ October, 1163	112b	

So the copying of the collection spanned at least eight years, suggesting that it may have been done by the owner, slowly obtaining access to works he wished to have for himself.

4. *History of the Manuscript*

F.36a, the title page of *al-Abwāb*, is covered with over a dozen annotations in various hands (cf. *Ẓāhiriyya Catal.*, vol. 8, pp. 5-7). One of these states that, "This collection contains eighty works. The table of contents is on your right".

The second category is sharper, involving the exact sciences and technology, subdivided further into: mathematics (Nos. 18, 20, and 26), astronomy and astrology (Nos. 8, 9, 11, 16, 21, and 25), instruments (Nos. 10, and 12-15), optics (Nos. 19 and 22), and specific gravity (No.17).

All the works are from the *awā'il* (or, as some Muslims called them, the "foreign") sciences. Of those from the exact sciences, none are of fundamental importance, although several are of considerable interest. Some are of a preparatory nature. Thus, al-Nasawī's two works (Nos. 26 and 39) are introductions to geometry and logic, and Ibn Bahrīz states that his (No. 40) is to aid the student with the basic terminology of logic.

It looks as though the collection were assembled on behalf of a person whose primary or professional interests were humanistic, but who desired also a speaking acquaintance with scientific matters. This notion is reinforced by the fact that at least two of the people whose names appear on the title page were jurists.

3. *The Manuscript and the Copyist*

At present the volume has 146 folios, 17×26 cm., badly preserved, with ragged edges and some holes. There are usually 39 to 41 lines per page, although sometimes as many as 46. The hand is a cramped but legible *naskh*, frequently with dots left out, and normally no vocalization. Margins are narrow; the scribe squeezed in maximum words per page.

Although there is some variation in the handwriting, we believe the entire manuscript should be attributed to the same anonymous copyist, resident in Baghdad. He was conscientious, inserting numerous marginal corrections, and collating twelve of the surviving forty-three treatises (Nos. 1-5, 9, 11, 27, 31, 36, 37, and 41) with other copies. In the colophons of Nos. 4, 9, 21, and 40 he remarks that the version he is copying is bad (*saqīm*), and urges collation with other copies.

He names some of his predecessors, stating that for Nos. 19, 21, and 22 he is using the copy made by the Qāḍī ibn al-Murakhkhim. In turn, the latter used for No. 19 the copy of "al-ᶜAbd Ḥānī", and for No. 22 that of Ibn al-Haytham. No. 27 is from the hand of "Tumā", and No. 36 from al-Dimashqī, the translator of the work.

The Ibn al-Murakhkhim named above was for some time one of the great judges of Baghdad, and had amassed a large library. However, upon the accession of the Caliph al-Mustanjid in 555/1160 he was relieved of his post. His library was dispersed, and the philosophical works burned (See, e.g., Ibn al-Athīr, *al-Kāmil*, *S. a.* 555).

In a few cases the scribe has indicated the number of folios in a particular treatise, or set of treatises. In the case of No. 6, "The *Lām* Chapter," where

22	Proof the Heavens Are Not Completely Transparent	al- ʿAlāʾ b. Sahl	1	
23	Aphorisms	various authors	1	
24	Treatise on Good Manners	Ibn al-Muqaffaʿ	1	
25	Astrological History	al-Rāzī	1	
26	Kitāb al-Tajrīd (Geometry)	al-Nasawī	42	
27	Principles of the Universe	Alexander of Aphrodisias	11	*
28	A Moving Object	Alexander of Aphrodisias	1+	*
29	Species and Genus	Alexander of Aphrodisias	½	*
30	Happiness and Sadness	Alexander of Aphrodisias	½	*
31	Faculties and Stimuli	Alexander of Aphrodisias	½	*
32	Generation and Non-existence	Alexander of Aphrodisias	1	*
33	Form the Perfection of Motion	Alexander of Aphrodisias	½	*
34	Spiritual Forms Devoid of Matter	Proclus	½	*
35	Action and Motion	Alexander of Aphrodisias	1	*
36	Differentiating Between Genera	Alexander of Aphrodisias	8	*
37	On Maximus' Reduction of the Syllogism	Themistius	8	*
38	Questions to (or from ? Ibn Suwār		1 ½	
39	Introduction to Logic	al-Nasawī	8	
40	Definitions of Aristotelian Logic	Ibn Bahriz	7	
41	Proofs that the Universe is Eternal	Proclus	3	*
42	Questions on Physical Matters	Proclus	2	*
43	Book on Theological Matters	al-Isfizārī	20	

Leaving out two sets of aphorisms (Nos. 23 and 24), we may put the remainder into two categories: *philosophical*, twenty-four; and *scientific*, seventeen.

Philosophy is here broadly conceived as including not only logic (Nos. 37, 39, and 40), but also physics, psychology, ethics, and theology (Nos. 1-7, 27-36, 38, and 41-43).

Smithsonian Institution, the Fulbright Commission, and the Fellowship Program of the American Research Center in Egypt.

2. Contents of the Collection

A good notion can be obtained of the range of subject matter by consulting the list below. It gives the title or topic, author, and approximate length of each of the forty-three treatises or parts of treatises remaining in the collection, in their present order. Asterisks denote those which have been published.

Nº	Title and/or Topic	Author	Length in pp.	Publ.
1	Al-Ṣuḥuf (ethics)	Anon.	12	*
2	Placita philosophorum	Aëtius	24	*
3	Seven Chapters ... on the soul	Gregorios Thaumaturgos	3	*
4	Kitāb al-Fawz	Miskawayh	28	*
5	De natura hominis	Nemesius of Emesa	48	
6	Commentary on Aristotle's Metaphysics	Themistius	2	*
7	On Aristotle's Physics	Ibn ʿAdī	3½	*
8	Questions on Astronomy	al-Marwazī	6	
9	Questions on Astrology	al-Qabīṣī	12	
10	A Rotating Sphera Solida	al-Khāzinī	3	*
11	Questions on Astrology	al-Khayyām	2½	
12	Construction of a Whistling Instrument	Apollonius	½	
13	An Instrument for Observing the Fixed Stars	Anon.	1	
14	An Observational Instrument	Anon.	1+	
15	The Hour Box (a clock)	Anon.	3	
16	(Planetary) Sizes and Distances	al-Ṣaghānī	3	
17	Specific Gravities of Alloys	Maḥmūd b. Abī al-Qāsim	1½	*
18	Two Geometric Problems	Anon.	½	
19	A Burning Instrument	al- ʿAlā' b. Sahl	2½	
20	Area of the Triangle	Abū al-Wafā' al-Būzjānī	1½	*
21	On Determining the Direction of Prayer	Naṣr b. ʿAbdallāh	1	

A Description of Ẓāhiriyya (Damascus) MS 4871: A Philosophical and Scientific Collection

JAMIL RAGEP* AND E. S. KENNEDY**

1. *Introduction*

The manuscript volume here described has already received considerable attention. The contents have been listed in Arabic in *Kurd ᶜAlī, Makhṭūṭ*, in *Badawī*, 1954, and in the *Ẓāhiriyya Catal.*, vol. 8. (Here and in the sequel, references in italics are short titles of items in the bibliography which follows the paper.) Twenty-two of the forty-three treatises which survive have been published. However, almost half of the forty-three are on scientific subjects, and until recently these have been ignored in favor of the philosophical material. It seemed worthwhile to survey the work done thus far, to indicate the contents of and assess those treatises as yet unpublished, to sketch the seven-century history of the volume, and to speculate concerning the motives of the unknown individual who selected these particular works for copying.

Section 2 below lists and classifies the components of the collection. Section 3 describes the manuscript as such, and Section 4 reconstructs its history. The concluding Section 5, by far the longest, lists each treatise separately, locating it in the manuscript. The length of the entry which succeeds depends upon whether or not the text has been published, and upon our estimate of its significance. In some cases tables of contents are given.

Our convention with dates is usually to give the Hijra, then the Christian, separated by a slash. Years and months in one calendar normally fall into two of the corresponding units in the other calendar. Here the Christian year or month cited is the one more nearly corresponding to the Hijra unit.

In an effort involving such divers fields, it was inevitable that the authors become essentially dependent upon assistance from friends and colleagues. Without implicating them in blunders committed by us we thank Professors Gerhard Endress, Josef van Ess, Dmitri Gutas, F. W. Zimmermann, A. I. Sabra, Aḥmad Harīdī, L. Richter-Bernburg, and Aron Zysow.

Part of the work for this study was done while both authors were at the American Research Center in Egypt, appointments made possible by the

* Department of the History of Science, Science Center 235, Harvard University, Cambridge, Mass. 02138, U. S. A.

** Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria

in *Proceedings of the Second International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo*, 1979.

Kunitzsch 3 P. Kunitzsch, "On the Authenticity of the Treatise on the Composition and Use of the Astrolabe Ascribed to Messahalla", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 31 (1981), 42-62.

Lane E. W. Lane, *An Arabic-English Lexicon*, 8 pts., London: Williams and Norgate, 1863, reprinted Beirut: Librairie du Liban, 1968.

Maher S. Maher, *al-Baḥrīya fī Miṣr al-islāmīya wa-āthāruha l-bāqiya* (*The Navy in Islamic Egypt and its Vestiges*) (Cairo: Dār al-Kātib al-ʿArabī, n. d. (1968?)).

Michel 1 H. Michel, "Méthodes de tracé et d'exécution des Astrolabes persans," *Ciel et Terre*, 57 (1941), 481-496.

2 , *Traité de l'Astrolabe* (Paris: Gauthiers-Villars, 1947).

Morley W. H. Morley, *Description of a Planispheric Astrolabe Constructed for Shah Sultan Husain Safawi* (London: Williams and Norgate, 1856), reprinted in *Gunther*, vol. I.

Mukhtār al-Ghāzī Aḥmad Bāshā Mukhtār, *Kitāb Riyāḍ al-Mukhtār: mirāt al-mīqāt wa'l-adwār* (Arabic trans. of the Turkish original), (Bulaq: al-Maṭbaʿa al-kubrā al-Amīrīya, 1306H (= 1888-89).

Neugebauer 1 O. Neugebauer, "The Early History of the Astrolabe", *Isis*, 40 (1949), 240-256.

Neugebauer 2 O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, 3 Pts. (Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag, 1975).

Pines S. Pines, "The Semantic Distinction between the Terms *Astronomy* and *Astrology* according to al-Bīrūnī", *Isis*, 55 (1964), 343-349.

Renaud H. J. P. Renaud, "Additions et Corrections à Suter 'Die Mathematiker und Astronomen der Araber'", *Isis*, 18 (1932), 166-183.

Rosenthal F. Rosenthal, "al-Asṭurlābī and as-Samaw'al on scientific progress", *Osiris*, 9 (1950), 555-564.

Segonds A. P. Segonds, *Jean Philopon: Traité de l'Astrolabe*, Astrolabica 2 (Paris: A. Brieux 1981).

Sezgin F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*. 7 vols. to date (Leiden: E. J. Brill, 1967, onwards).

Skeat W. W. Skeat, ed., *A Treatise on the Astrolabe addressed to his son Lowys by Geoffrey Chaucer, A. D.* 1391 (London: N. Trübner & Co., 1872).

de Slane MacG. de Slane, *Ibn Khallikān's Biographical Dictionary*, 3 vols. (Paris: no printing house mentioned, 1868).

Southgate M. S. Southgate, *Iskandarnamah: A Persian Medieval Alexander-Romance* (New York : Columbia University Press, 1978).

Steingass F. Steingass, *A Comprehensive Persian-English Dictionary* (London, 1892; reprinted Beirut : Librairie du Liban, 1975).

Steinschneider M. Steinschneider, *Die arabische Literatur der Juden* (1902; reprinted Hildesheim, 1964).

Storey C. A. Storey, *Persian Literature: a Bio-Bibliographical Survey*, 2. vols. (London: Luzac & Co., reprinted 1970-1972).

Suter H. Suter, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900).

Boilot D. J. Boilot. "L'Oeuvre d'al-Bīrūnī: Essai bibliographique", *Melanges de l'Institut Dominicain d'études orientales du Caire*, 2 (1955), 161-255, and "Corrigenda et Addenda," *ibid.*, 3 (1956), 391-396.

Brockelmann C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2 vols. (2nd ed.), (Leiden: E. J. Brill, 1943-49); Supplementbände: 3 vols. (Leiden: E.J. Brill, 1937-42).

Carmody F. J. Carmody, *The Astronomical Works of Thābit b. Qurra* (Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1960).

Cary G. Cary, *The Medieval Alexander* (Cambridge: Cambridge University Press, 1956).

Chelkowski P. Chelkowski, "Niẓāmī's Iskandarnāmeh," *Colloquio sul Poeta Persiano Niẓāmī e la Leggenda Iranica di Alessandro Magno*, (Rome: 1975), pp. 11-53.

Dodge B. Dodge, ed. and trans., *The Fihrist of al-Nadīm*, 2 vols. (New York and London: Columbia University Press, 1970).

Dozy R. Dozy, *Supplément aux Dictionnaires Arabes*, 2nd ed., 2 vols. (Leiden: E.J. Brill and Paris, Maisonneuve Frères, 1927; reprinted Beirut: Libraire de Liban, 1968).

DSB *Dictionary of Scientific Biography*, 15 vols. (New York: Charles Scribner's Sons, 1970-1978).

EI_1 *Encyclopaedia of Islam*. 1st ed., 4 vols. (Leiden: E. J. Brill, 1913-34).

EI_2 *Encyclopaedia of Islam*, 2nd ed., 4 vols. to date (Leiden: E.J. Brill, 1960-1978).

Gandz S. Gandz, "The Astrolabe in Jewish Literature", *Hebrew Union College Annual*, 4 (1927), 469-486.

Gunther R. T. Gunther, *The Astrolabes of the World*, 2 vols. (Oxford: The University Press, 1932).

Ḥājjī Khalīfa Ḥājjī Khalīfa, *Kashf al-ẓunūn ʿan asāmi l-kutub wa-l-funūn*, 2 vols. (Istanbul: Bahiya Press, 1941).

Hartner W. Hartner, "The Principle and Use of the Astrolabe" in *idem*, *Oriens-Occidens* (Hildesheim: Georg Olms, 1968), pp. 287-311.

Ibn Khallikān Ibn Khallikān, *Wāfayāt al-aʿyān* (Cairo, n. d.).

Ibn al-Nadīm Ibn al-Nadīm, *Kitāb al-Fihrist*, ed. G. Flügel (1871; repr. Beirut: Khayats, 1964).

Ibn al-Qifṭī Ibn al-Qifṭī, *Ta'rīkh al-ḥukamā'*, ed. J. Lippert (Leipzig: Dieterich'sche Verlagsbuchhandlung, 1903).

Kennedy See *al-Bīrūnī* 1 and 2.

al-Khwārizmī Abū ʿAbd Allāh al-Khwārizmī, *Mafātīḥ al-ʿulūm*, (Cairo: Maṭbaʿat al-Sharq, 1342H)

King 1 D.A. King, *A Catalogue of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in Arabic), 2 vols. (Cairo: General Egyptian Book Organization, 1981-82(?)), and *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in English), to be published by the American Research Center in Egypt with Undena Press.

King 2 D. A. King, "Ibn Yūnus and the Pendulum: a History of Errors", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 29 (1979), 35-52.

Krause M. Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie, und Physik*, Abt. B, 3:4 (1936), 437-532.

Kunitzsch 1 P. Kunitzsch, "Mittelalterliche astronomisch-astrologische Glossare mit arabischen Fachausdrücken", *Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, phil.-hist.Kl.*, 1977, 1-59.

Kunitzsch 2 P. Kunitzsch, "Observations on the Arabic Reception of the Astrolabe", to appear

(٣٢)

Extract from the travels of Chardin

Source: *Michel* 1, p. 485

Je viens à l'Astrolabe, & je dirai d'abord que ce nom vient d'Asterleb, terme Persan, qui veut dire lèvres des Etoiles; parce que c'est par cet Instrument que les Etoiles se font entendre. D'autres disent, qu'il faut prononcer Astir lab, c'est à dire, connaissance des Etoiles, & c'est comme les Persans apellent d'ordinaire cet Instrument-là; mais dans leurs livres & dans leurs leçons ils l'apellent Veza Kouré, mot abrégé de Veza el Kouré, qui signifie position de la Sphère, parce que cet Instrument & la projection des cercles de la Sphère est un plan. C'est sans doute de ce terme Veza el Kouré qu'est venu le terme barbare de Valzagore, qui se trouve dans Regiomontanus, & dans les auteurs qui l'ont devancé, pour signifier l'Astrolabe.

(٣٣)

قطعة من كتاب رياض المختار لاحمد باشا مختار

المصدر : مختار ، ص ٢٣٨

نبذة تاريخية في الاسطرلاب وشرح لفظه الاسطرلاب لفظ مركب من كلمتين لاتينيتين اسطر بمعنى كوكب وعلى الاصح جرم سماوي ولابيوم بمعنى لوحة او صفيحة وقد خفت الكلمة الثانية فصار الاسم اسطرلاب واستعملها بعضهم بدون تخفيف فقال اسطرلا بيوم وهو كما لا يخفى عبارة عن تسطيح هيئة الكرة السماوية على الواح صغيرة يمكن بواسطتها اجراء الحسابات المتعلقة بالاجرام السماوية واول من ابتكر هذه الآلة واشتغل بها هو بطلميوس الذي عاش بالاسكندرية في القرن الثاني من الميلاد ...

Bibliography of Published Material and Bibliographical Abbreviations

Awwad K. Awwad, "al-Asṭurlab wa-mā ullifa fīhi min kutub wa-rasāʾil fīʾl-ʿuṣūr al-Islāmīya", *Sumer*, 13 (1957), 154-178.

al-Bīrūnī Abūʾl-Rayḥān al-Bīrūnī, *Tamhīd al-mustaqarr li-maʿna l-mamarr*, No. 3 in *Rasāʾil al-Bīrūnī*, Hyderabad: Dāʾirat al-Maʿarif al-ʿUthmānīya, 1948. Translation by M. Saffouri and A. Ifram, and commentary by E. S. Kennedy, *Al-Bīrūnī on Transits* (Beirut: American University of Beirut Oriental Series No. 32, 1959).

al-Bīrūnī 2 Abūʾl-Rayḥān al-Bīrūnī, *Ifrād al-Maqal fī amr al-ẓilāl*, No. 2 in *Rasāʾil al-Bīrūnī* (see above). Translation and commentary in E. S. Kennedy, *The Exhaustive Treatise on Shadows by ... al-Bīrūnī*, 2 vols. (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1976).

السلام لانه مستنبطه على ما قيل ثم فتحت لام الجر لمجاورة فتحة الهمزة بعدها وعلى [؟] كل فالاسطر جمع سطر اسم للرسوم التي فيه اي اسطر الفلك والحكيم فهو مركب اضافي نقل اسما للالة وتعرف فيه بمقتضى لغة العجم في المنقول بالجمع بين ال والاضافة وتسكين اخر كل من الجزئين لاكنه يستدعي ان يكون همزة اسطر مفتوحة ولا تسمعها في الكلام الا مضمومة منقولا ضمها للام قبلها الا ان يدعى التغيير المذكور فيه ايضاً على لغة من ذكر وحكى جماعة من المورخين ان اول من وضعه بطلميوس صاحب المجسطي وان سببه في وضعه انه كانت معه[٣] فكرة فلكية وهو راكب فسقطت منه فداستها[٤] دابتة فخسفتها فبقت عن هيئة الاسطرلاب وكانت ارباب الرياضة يعتقدون وان هاذه الصورة لا ترسم الا في جسم كري على شكل الفلك فلما رءاه على تلك الصورة علم انه ترسم في السطح وتحصل منه مقاصد الكرة فوضع وتقدم بوضعه على جميع الرياضين ثم لم يهتد احد منهم الى انــه يتاتى المقصود مـــن الاسطرلاب في الخط حتى ظهر الشيخ شرف الدين الطوسي شيخ كمال الدين ابن يونس فوضع المضموم من الاسطرلاب والكرة خط على عصى وكان قد سهى في بعض المواضع فاصلحها الشيخ كمال الدين ابن يونس وهذبها لاكن الاستنباط للطوسي ...

٣– في الاصل : معود [!] ٤– في الاصل : فرامتها

قطعة من الشرح المختصر لمحمد بناني

المصدر : مخطوطة مكتبة محافظة الاسكندرية ، ٣٠٥٤ ج ، ق ٤ ظ

... والاسطرلاب قال ابن ابي الصلت الة يتوصل بها الى معرفة كثير من الامور النجومية التعليمية عــلى اقرب طريق واقرب ماخذ واسمه عجمي معناه عندهم مقياس النجوم وقيل لاب اسم الفلك باليونانية وقيل اسم لمستنبط هاذه الآلة وفي حياة الحيوان للعلامة الدميري اسطرلاب بفتح الهمزة وسكون السين وضم الطاء معناه ميزان الشمس لان اسطر اسم الميزان ولاب اسم الشمس بلسان اليونان انتهى واول من وضعه بطلميوس وله مع وضعه قصة غريبة حكيناها في الشرح ...

حاشية أخرى للرسالة

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية ميقات ٢١٣ ، ق ١ ظ

اسطرلاب معناه ميزان الشمس وقال كوشيار ١ يعني مرآة الشمس والاصح اسطر تصنيف ولاب ولد هرمس مصنفه يوناني

١- في الاصل : كشيار

(٣٠)

تعليق في هامش كتاب الاقنوم لعبد الرحمن الفاسي

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية ٣٦٦٤ج ، ق ١٧٩ ظ

الاسطرلاب بفتح الهمزة واسكان السين وضم الطاء ومعناه ميزان الشمس لان اسطر اسم للميزان ولاب اسم للشمس بلغة اليونان واول من وضعه بطلميوس بفتح الباء واللام واسكان الياء والطاء وضم الميم وله في وضعه قصة عجيبة

(٣١)

قطعة في الاسطرلاب من شرح منظومة عبد الرحمن الفاسي في الاسطرلاب لمحمد بناني بن عبد السلام بن حمدون

المصدر : مخطوطة دار الكتب تيمور رياضة ١١٣ ، ص ٩ — ١٠

قال ابن ابي الصلت هو الة يتوصل بها الى معرفة كثير مـــن الامور النجومية التعليمية على اسهل طريق واقرب ماخذ فخرج بقوله على اسهل طريق الى[١] الات[٢] الصحيفتين الزرقالية والشكازية[٢] وربع دايرة ولفظه قيل كلمة اعجمية ومعناها عندهم قيل مقياس النجوم او ميزانها وقيل لاب اسم للفلك باليونانية وقيل اسم لمخترع هاذه الالة من متقدمي الحكما وقيل اصله لاب بلام الجر ولفظته اب وهي عندهم اسم للمعلم والمراد به ادريس عليه

١- في الاصل : الخ
٢ – ٢ – في الاصل : الصيحتين الزرفانية السالشكازيج [هكذا]

عن ابي نصر القمى [5] انه قال ان لاب لما رسم [6] الدواير الفلكية في سطح مستو سيل عنه هرمس بان يقول من سطر هـذا ويقول هو في جوابه [7] سطره لاب [7] ولهـذا سموه بالاسطرلاب ...

٥– ناقص في أ ٦– في ب : رسم من ٧ – ٧ – في أ : سطرلاب

(٢٩)

حاشية لرسالة في العمل بالاسطرلاب
لمؤلف مجهول علق عليها اسحاق الزكالي (؟)

المصادر : أ مخطوطة دار الكتب المصرية طلعت ميقات ١٥٤ ، ١ ، ق ١ ظ
ب مخطوطة دار الكتب المصرية الزكية ٧٨٢ ، ٤ ، ق ١٤ ظ
ج مخطوطة دار الكتب المصرية ك ٣٨٤٤ ، ٢ ، ق ١٥ ظ

الاسطرلاب بالسين وعند البعض بالصاد وقال كوشيار الحكيم في بعض تصانيفه معناه ميزان الشمس ومن ثمة ظن البعض تركيبه مـن لفظة اسطر ولاب الاول بمعنى الميزان والثاني بمعنى الشمس وفي بعض تصانيف ابي ريحان [1] هو في لغة يونان اسطرلافون [2] معناه مرآة الكواكب وبعضهم قال واحد الكواكب وقال بعضهم اسطر بمعنى التصنيف ولاب اسم ولد هرمس [3] الحكيم وهو اول من اخترع الاسطرلاب وقيل اول من اخترعه بطلميوس نقل شارح مقامات الحريري عن ابي النصر القمى [4] لما رسم لاب ولد هرمس [5] دوائر الفلك في سطح مستو قال هرمس [4] من سطر هذا قيل في جوابه لاب ومن ثمة قيل اسطرلاب هـذا ما ذكر في شرح الفارسي [6] للرسالة الفارسية للنصير [7] الطوسي اسحق الزكالي [8] .

١– في ج : ركان
٢– في أ و ب و ج : اسطرلا نون
٣– في أ و ب و ج : هرميس
٤– في ا و ب و ج : العمى
٥– في ج : هرميس
٦– في ج : الفازي
٧– في أ و ب و ج : للنصر
٨– في أ : الزيحاني ، في ب ج : الركالي .

الطالع وسمت القبلة وعرض البلاد وغير ذلك او عن كيفية وضع الالة على ما بين في كتبه وهو من فروع علم الهيئة كما مر واصطرلاب كلمة يونانية اصلها بالسين وقد يستعمل على الاصل وقد تبدل صادا لانها في جوار الطاء وهو الاكثر يقال معناها ميزان الشمس وقيل مراة النجم ومقياسه ويقال له باليونانية ايضاً اصطرلافون واصطر هو النجم ولافون هو المراة ومن ذلك سمى علم النجوم اصطرنوميا وقيل ان الاوائل كانوا يتخذون كرة على مثال الفلك ويرسمون عليها الدوائر ويقسمون بها النهار والليل فيصححون بها المطالع الى زمن ادريس عليه السلام وكان لادريس ابن يسمى لاب وله معرفة في الهيئة فبسط الكرة واتخذ هذه الآلة فوصلت الى ابيه فتامل وقال من سطره فقيل سطرلاب فوقع عليه هذا الاسم وقيل اسطر جمع سطر ولاب اسم رجل وقيل فارسي معرب من استاره ياب اي مدرك احوال الكواكب قال بعضهم هذا اظهر واقرب الى الصواب لانه ليس بينهما فرق الا بتغيير الحروف وفي مفاتيح العلوم الوجه هو الاول وقيل اول من وضعه بطلميوس واول من عمله في الاسلام ابراهيم بن حبيب الفزاري ومن الكتب المصنفة فيه تحفة الناظر وبهجة الافكار وضياء الاعين

(٢٨)

قطعة من رسالة في الالات الفلكية لمنجمك

المصادر آ : مخطوطة دار الكتب المصرية ميقات **٧٣٥** ، **ق ١ ظ**

ب : مخطوطة دار الكتب المصرية ميقات **٧٠** ، **ق ١ ظ**

... المقالة الخامسة في رسم الالات الحادثة عن تسطيح الكرة كالاسطرلاب الشمالي والجنوبي والزرقاله والشكازية والارباع المستعملة بالخيط والمري مهدفة وهي مشتملة على عدة ابواب الباب الاول في رسم الاسطرلاب وهو الة شريفة منسوبة الى اليونانيين واورد[١] كوشيار في بعض تصانيفه ان معناه ميزان الشمس ولهذا ظن ان اسطرميزان ولاب شمس وفي بعض تصانيف ابي الريحان اسمها اسطرلافون[٢] اي مراة النجوم ولهذا خرج [له][٣] حمزة الاصفهاني من الفارسية ستاره ياب وزعم بعضهم ان اسطر تصنيف ولاب اسم حكيم اخترع الاسطرلاب وهو ابن هرمس الحكيم كما حكى[٤] شارح المقامات الحريرية[٤]

١– في ب : اورد
٢– في أ و ب : اسطرلاقون
٣– ناقص في الاصل فانظر ملتقط رقم ٧ اعلاه
٤ – ٤ – في آ : شارح المقامات الحريري ، وفي ب : صاحب المقامات الحريرية

(٢٥)

فائدة في الاصطرلاب يقال انها نقلت
من النفحة المسكية

المصدر : مخطوطة لندن المكتبة البريطانية اضافية ٩٥٩٩ ، ق ٧ و

فايدة اما بطلميوس الفالوذي فانه صنف كتاب المجسطي[١] بكسر الميم والجيم وتخفيف اليا كلمة يونانية معناها ... [؟][١] وهو اول من عمل الاصطرلاب وهو بفتح الهمزة وضم الطا قال[٢] كوشيار ابن لبان بن باشهري الجيلي ان الاصطرلاب كلمة يونانية معناها ميزان الشمس وقال بعض الحكما ان لاب اسم الشمس باليونانية[٣] اهـ من النفحة المسكية

١ – ١ – في الهامش ٢– في الاصل : هو (!) ٣– في الاصل : اليونان

(٢٦)

قطعة في الاصطرلاب
من شفاء الغليل فيما في كلام من الدخيل
لشهاب الدين الخفاجي

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية مصطفى فاضل لغة ٢٠ ، ق ٧٥ ظ

... اصطرلاب م والالات التي يعرف بها الوقت اصطرلاب والطرجهاره وهي ، له مائية وبنكام وهي رملية وكلها الفاظ غير عربية ذكره في نهاية الارب ...

(٢٧)

قطعة من كشف الظنون لحاجي خليفة

المصدر : النص المطبوع في استانبول عام ١٩٤١ م ، المجلد الاول ، عمود ١٠٦ – ١٠٧

علم الاسطرلاب

هو علم يبحث فيه عن كيفية استعمال آلة معهودة يتوصل بها الى معرفة كثير من الامور النجومية على اسهل طريق واقرب ماخذ مبين في كتبها كارتفاع الشمس ومعرفة

(٢٤)

قطعة في الاسطرلاب من شرح
على البرجندي على رسالة بيست
باب لنصير الدين الطوسي

المصادر : أ مخطوطة دار الكتب المصرية طلعت مجاميع ٣٩٨ ، ٢ ، ق ٤ ظ

ب مخطوطة دار الكتب المصرية طلعت ميقات فارسي ٢ ، ٢ ، ق ٣١ و

ج مخطوطة دار الكتب المصرية س ٤٤٣٥ ، ق ٥ و

.. لغت اصل اسطرلاب بسين است وبعضى [١] انرا بصاد بدل كرده اند [٢] كوشيار در بعضى تصانيف خسود [٣] اورده است كه معنى او ترازوي [٤] آفتاب است [٥] واز اينجاست كه[٥] بعضى كمان برده اند كه اسطر ترازوست [٦] ولاب افتاب بود [٧] ودر بعضى [٨] تصانيف ابي ريحان مذكور[٩] است كه اصل او در لغت [١٠] يونان اسطرلابون [١١] است ومعنى او آينه' كواكب [١٢] ونزديكيست [١٢] باين آنجه بعضى آنرا [١٣] بستاره[١٤] ياب تفسير كردهاند وبعضى كفتهاند كه اسطر تصنيف است ولاب نام پسر هرمس حكيم است[١٥] كه تسطيح[١٦] اسطرلاب اختراع اوست وشارح مقامات حريرى از ابي نصر قمى نقل كرده [١٧] است كه جون لاب [١٨] ولد هرمس [١٨] دواير فلكى را در سطح مستوى رسم ساخت هرمس ازو سئوال كرد كه من سطر هذا ودر جواب كفت سطره لاب وبدين سبب انرا [١٩] اسطرلاب كفتند ...

١- في ج : وبعض ٢- في أ و ب : كنند ٣- في ج : خو
٤- في ب : ترازو ٥ - ٥ - في أ : واز ينجاست ، في ج : وازين است
٦- في ب : ترازو است ٧- ناقص في أ و ج ٨- في ب : بعض ، في ج : بعض نرر (؟)
٩- في أ و ج : مسطور ١٠-في أ و ب و ج : لغة
١١- في ج : اسطرلا بو ١٢ - ١٢ - في أوج : نزديك است ١٣- في ب : اورا
١٤-في ج : ستاره ١٥- ناقص في أ و ب ١٦- ناقص في أ و ج
١٧- في أ و ج : آورده ١٨ - ١٨ - ناقص في ب و ج ١٩- في ب : اورا

(٢٠)

قطعة من اول رسالة في العمل بالاسطرلاب لشرف الدين الخليلي

المصدر : مخطوطة استانبول فاتح ٥٣٩٧ ، ق ٦٥ ظ

... الاسطرلاب لفظ اعجمي معناه مقياس النجوم وقيل ميزانها او مرآتها ...

(٢١)

قطعة من رسالة في العمل بالاسطرلاب الاكري لمؤلف مجهول

المصدر : مخطوطة استانبول حامدية ١٤٥٣ ، ق ٢١٣ ظ

... الاسطرلاب لفظة اعجمية تفسيرها [١] مرآة النجوم وقيل ميزان الشمس ...

١- في الاصل : تفسر

(٢٢)

قطعة من حياة الحيوان للدميري

انظر ٣٢

(٢٣)

فائدة عن لاب من القاموس المحيط لمجد الدين الفيروزابادي

المصادر : أ : مخطوطة دار الكتب المصرية لغة ٣٤ ، باب الباء ، فصل اللام
ب : مخطوطة دار الكتب المصرية مصطفى فاضل هيئة ١ ، ق ١ و

... واللاب [١] بالنوبة[٢] ورجل[١] سطر اسطرا [٣] وبنى عليها حسابا فقيل اسطرلاب ثم مزجا ونزعت الاضافة فقيل الاسطرلاب[٤] معرفة والاصطرلاب لتقدم السين على الطاء ...

١ - ١ - في ب : اسم رجل ٢- اي في بلد النوبة (؟) ٣- في ب : سطرا ٤- في ب : الاسطر اللاب

(١٦)
قطعة من مقدمة مقاصد ذوي الالباب في العلم بالعمل بالاصطرلاب لابي علي الفارسي

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية قوله ميقات ٢ ، ١ ، ق ٢ ظ

... الفصل الاول في التسمية اسطرلاب اسم مركب يوناني فأُسْطُر اسم للشمس ولاب اسم للميزان وقيل اسم المراة فمعناه حينئذ ميزان الشمس او مراة الشمس اذيجرزون تقديم المضاف اليه على المضاف عند التلفظ بها وعن العرب ان اسطر بفتح الهمزة جمع سطر عملها لاب وهو ابن ادريس عليه السلم على هذه الالة فصار مجموع الاسمين علما على هذه الآلة ...

(١٧)
قطعة من كتاب نهاية الارب للنويري

انظر ٢٦ ادنـــــاه

(١٨)
قطعة من رسالة في العمل بالاسطرلاب للمزي

المصدر : مخطوطة استانبول فاتح ٥٣٩٧، ٢٥ ، ق ١٩٥ ظ

... الاسطرلاب وهي لفظة يونانية فهم منها انه ميزان للشمس وبالجملة هو آلة يتوصل بها الى معرفة كثير من الاعمال النجومية التعليمية من غير الخمسة المتحيرة باسهل طريق و اقرب ماخذ .....

(١٩)
قطعة من تحفة الطلاب في العمل بالاسطرلاب لمؤلف مجهول

المصدر : مخطوطة استانبول فاتح ٥٣٩٧ ، ٢٤ ، ق ١٩٠ و

... اما الاسطرلاب فهي لفظة يونانية فهم منها انه ميزان الشمس واما لاب فهو رجل حكيم قد سطر هذه الاسطر فسمى بها اسطرلاب وبالجملة هو آلة يتوصل بها الى معرفة كثير من الاعمال باسهل طريق واقرب ماخذ ....

(١٣)

قطعة من رسالة مغربية او اندلسية مجهولة المؤلف

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية ميقات ١١٦٩ ، ٦ ، ق ٤٥ و

... الاسطرلاب وهي كلمة يونانية واصلها اسطرلابول [!] ومعنى الامر ذات النجوم حذف ما بعد الباء للتخفيف ...

(١٤)

قطعة من رسالة في الاسطرلاب لموسى بن ابراهيم

المصدر : مخطوطة نيويورك كولومبيا ٢٨٥ ، ١ ، ق ١ ظ

... الاستطرلاب [!] ومعناه باليونانية اخذ ارتفاع الكوكب لان اسطر في اللغة كوكب والاخذلات [!] وقال بعض ان معناه ميزان الكوكب وهو منسوب الى بطلميوس ..

(١٥)

قطعة من ملخص الالباب في العمل بالاسطرلاب
لابن جماعة الكناني

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية مصطفى فاضل ميقات تركي ٦ ، ١ ، ق ١ ظ

... الباب الاول معنى لفظ الاسطرلاب الاسطرلاب لفظ عجمي معناه باليونانية مقياس النجوم وقيل معناه ميزان الشمس ويجوز بالسين والصاد وقيل اصله الاسطرلاقون واسطر هو النجم ولاقون هو المراة ومعناه مراة النجوم ثم عرب فقيل اسطرلاب واما قول بعضهم ان لاب اسم رجل واسطر جمع سطر مضاف اليه [١] فلا يعتمد (؟) [١] عليه لانه اسم اعجمي فاشتقاق معناه من العربية بعيد ...

١ — ١ — في الاصل : في لا يعرج

(١٢)
قطعة من كتاب وفيات الاعيان
لابن خلكان

المصدر : النص المطبوع (القاهرة بلا تاريخ) ، المجلد الثاني ، ص **١٨٤ — ١٨٥**

ابو القاسم هبـــة الله بن الحسين ...
المنعوت بالبديع الاسطرلابي الشاعر المشهور
احـــــــد الادبـــــــاء الفضـــــــلاء

... والاسطرلابي بفتح الهمزة وسكون السين المهملة وضم الطاء المهملة وبعدها راء ثم لام الالف ثم باء موحدة هذه هي[1] النسبة الى الاسطرلاب وهو الآلة المعروفة قال كوشيار بن لبان بن باشهري الجيلي صاحب كتاب الزيج في رسالته التي وضعها في علم الاسطرلاب ان الاسطرلاب كلمة يونانية معناها ميزان الشمس وسمعت بعض المشايخ يقول ان لاب اسم الشمس بلسان اليونان فكانه قال اسطر الشمس اشارة الى الخطوط التي فيه وقيل ان اول من وضعه بطلميوس صاحب المجسطي وكان سبب وضعه له انه كان معه كرة فلكية وهو راكب فسقطت منه فداستها دابته فخسفتها فبقيت على هيئة الاسطرلاب وكان ارباب علم الرياضة يعتقدون ان هذه الصورة لا ترسم الا في جسم كري على هيئة الافلاك فلما رآه بطلميوس عـــلى تلك الصورة علم انه يرتسم في السطح ويكون نصف دائرة يحصل منه ما يحصل من الكرة فوضع الاسطرلاب ولم يسبق اليه وما اهتدى احد من المتقدمين الى ان هذا القدر يتأتى في الخط ولم يزل الامر مستمراً على استعمال الكرة والاسطرلاب الى ان استنبط الشيخ شرف الدين الطوسي المذكور في ترجمة الشيخ كمال الدين بن يونس رحمهما الله تعالى وهو شيخه في فن الرياضة ان يضع المقصود من الكرة والاسطرلاب في خط فوضعه وسماه العصا وعمل له رسالة بديعة وكان قـــد اخطأ في بعض هذا الوضع فاصلحه الشيخ كمال الدين المذكور وهذبه ...

١– ناقص في الاصل

يظهر فيه [12] الكواكب [13] ويجوز قلب [13] السين صادا لمجاورة الطاء لتعرب مخرجهما [14]
[15] انتهى من شرح مقامات الحريري [15]

١٢- في أ : في ١٣-١٣- في أ : وقلب ١٤- في ب : مخرجا هما
١٥-١٥- في أ : به (؟) شرح المقامات

فائدة في الاسطرلاب يقال انها
منقولة من شرح مقامات الحريري للمطرزي

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية طلعت ميقات ٢٥٥ ، **ق ٢ ظ**

اسطرلاب كلمة يونانية ومعناه ميزان الشمس عن ابي الحسن وقال ابو ريحان هو آلة اليونانيين اسمها اصطرلابون اي مراة [1] النجوم ولهذا خرج [له] [1] أ حمزة الاصبهاني من الفارسية انه [2] ستاره‌ياب [2] وعن ابي نصر [3] ان العلماء الاولين كانوا اتخذوا [4] كرة على مثال الفلك يتحرك على قطبين عليها دواير عظام كانوا يقيسون [5] بها الليل والنهار ويصححون بها الطالع الى أيام أدريس [6] عليه السلام [7] وكان له ابن يقال له لاب له معرفة حسنة في هيئة [7] الفلك فبسط الكرة واتخذ هذا الاسطرلاب وانفذه الى ابيه فقال من سطره فقيل سطره لاب فوقع عليه هذا الاسم والاول اصح والاصل فيه السين والصاد ابدل منه لمكان الطاء مقدمة شرح مقامات الحريري لناصر [8] بن ابي المكارم بن علي المطرزي .

١- في الاصل : مرات ١ أ ناقص في الاصل فانظر ملتقط رقم ٧ اعلاه
٢-٢- في الاصل : ستارة باب ٣- في الاصل : عمر ٤- في الاصل : تخذوا
٥- في الاصل : يقسمون ٦-٦- في الاصل : ع م ٧- في الاصل : هية (؟)
٨- في الاصل : ناصر

(١١)
قطعة من مقدمة الرسالة في عمل الاسطرلاب المسرطن
لابي نصر احمد بن زرير

المصدر : مخطوطة ليدن ٥٩١ ، **ق ٣٢ ظ**

... ان الاسطرلاب كلمة يونانية وهي آلة شريفة وميزان الشمس تحـــوي على اكثر الاعمال النجومية بالقوة وكانت تحويهـــا بالفعل لو امكن ان تنقسم دوايرها الى الدقايق والثواني ...

الكتب في تسطيح الكرة تسطيح الكرة لبطليموس والفرغاني واحسنها استيعاب الوجوه الممكنة [16] في صنعة الاسطرلاب للشيخ الامام ابي الريحان محمد بن احمد البيروني [16] ...

١٦ – ١٦ – في الاصل : للشيخ الامام ابي الريحان محمد بن احمد في صنعة الاسطرلاب البيروني [!]

(٩)

قطعة من رسالة في العمل بالاسطرلاب [للزرقاله]

المصدر : مخطوطة استانبول ايا صوفيا ٢٦٧١ ، **ق ١٣٣** ظ

... اعلم ان اسم الاسطرلاب لفظة يونانية ترجمتها اخذ الكواكب وذلك لانه يوخذ به[1] ان ما يطلب علمه من مواضع الكواكب ويذكر بطلميوس انه كالكرة قد بسطت فصير مركزه[2] قطبها الظاهر ...

١– ناقص في الاصل
٢– في الاصل : مركز

(١٠)

فائدة في الاسطرلاب

منقولة من شرح مقامات الحريري لشارح مجهول

المصادر : أ : مخطوطة دار الكتب المصرية مصطفى فاضل هيئة ١ ، ق ١ و
ب : مخطوطة دار الكتب المصرية تيمور حكمة **١٥** ، **ص ١٣٧**

الاسطرلاب [1] مقياس النجوم والشمس يعنى شيء[2] ينظر فيه ويعرف به[2] سير الكواكب والشمس واول [3] من وضع [4] هذا الشيء لاب وهو اسم [5] ابن [6] ادريس[7] عليه السلام [7] فلما صنع هذا الشكل وجيء به الى ادريس [8] عليه السلام [8] قال [9] من سطر هذه [10] الاسطر قيل له لاب فاضيف الى لاب وقيل فارسي معرب اصله بالفارسية [11] ستاره ياب [11] يعنى

١– في ب : اسطرلاب
٢ – ٢ – في ب : يعرف فيه
٣– في ب : أول
٤– في ب : صنع
٥ – في ب : رسم
٦– في أ : لا بن
٧ – ٧ – في ب : ع م
٨ – ٨ – ناقص في ب
٩– في أ و ب : فقال
١٠– في ب : هذا
١١ – ١١ – في أ : ستاره ثاب ، وفي ب : ستاره

الا من احكم امر الفلسفة وعلا فيها والثاني ان يضعوه بالكشف والبيان ارادة لشرحه وبسطه واظهار علله وذكر ان الاسطرلاب محدود بثلاثة حدود لا يكون الا منها الارثماطيقي وهو معرفة حساب الاعداد وخواصها والثاني معرفة الهندسة وهي المسح بالقسي والاوتار المثلثة والمربعة الى المعشرة والمناسبات وما جرى مجراها والاسطرنوميا[٦] وهو معرفة ما يشتمل عليه الزيجات من معرفة حركات الكواكب بمراكز تداويرها واركانها واختلاف صعودها وهبوطها ورجوعها واستقامتها وابطايها وسرعتها في سيرها واخذها في العرض وغير ذلك مما يشتمل عليه الزيجات قال وهذا كله معروف موجود في الاصطرلاب ويسمى ذات الصفايح لاشتماله عليها وذكر ان علة تسطيح ابرخس للمسطح هو ان الفلك المستوى المعبر عنه بدايرة معدل النهار في الكرة وفي الاسطرلاب المسطح هو المشتمل على اجزاء الحجرة[٧] من الام والفلك المايل ما اشتمل من الكرة على البروج واجزايها وفي الاسطرلاب المسطح هو منطقة فلك البروج من الشبكة والفلك المايل في الطبيعة مثل المستوى ولكن اختلاف اقطارها خالف بينهما ويميل مركز احدهما عن مركز الاخر بقدر الميل الاعظم وهو في الكرة من جهة الشمال والجنوب فاراد ابرخس ان يصير[٨] الميلين في جانب واحد واختار وضعه شمالياً لانه الموضع العامر من الارض فجمع المسطح ما في البيضة من الفلكين المستوى والمايل وقد قام البرهان الهندسي انه لا يمكن ان يوجد اسطرلاب يودي للاعمال الحسابية التعليمية على غير الوصفين الاصليين[٩] الشمالي[١٠] والجنوبي وان جميع الاوضاع على اختلافها لا تخرج عنها وانما تختلف صور اجناسها من اختلاف التركيب من هذين الاصلين وسمى كل من الوضعين باسم جهة[١١] القطب الظاهر في عرض الاسطرلاب ومقنطراته من دواير موازية للافق ونقطة سمت الراس مركزها في الكرة وانما اختلفت مراكزها في نوعي المسطح للتسطح وحدبة[١٢] قوس الافق الشمالي الى ما يلي اسفل الاسطرلاب وافق الجنوبي بالعكس ومقنطرات احدهما يخالف اشكال المقنطرات الاخر لمقنطرة عرض الصفيحة في الجنوبي تكون خطا مستقيماً ثم يعود وضع المقنطرات الى خلاف وضع الاول[١٣] فتكون حدباتها الى ما يـلي الشمال عكس المقنطرات الى خلاف الوضع الاول[١٣] فتكون[١٤] حدباتها الى ما يلي الشمال عكس المقنطرات دون عرض البلد الى[١٥] ......[١٥] ومن جيد

٦– في الاصل : والاسطرلاب وبرميقا
٧– في الاصل : الكرة الحجرة ، وكلمة الكرة مشتوية
٨– في الاصل : يصر
٩– في الاصل : الاصلين
١٠– في الاصل : الشمال
١١–هذه الكلمة غير واضحة في الاصل
١٢– في الاصل : وحدبه
١٣ – ١٣ – مكرر ومشتوب
١٤– في الاصل : فيكون
١٥ – ١٥ – في الاصل بياض

قطعة من مقدمة رسالة في استعمال الاسطرلاب للبيروني

المصدر : مخطوطة باريس ٢٤٩٨، ١ ، ق ١ظ – ٢ و

... وما عثرنا لاحد من القدماء على كتاب في استعمال الاسطرلاب غير كتاب[١] ابيون البطريق[١] في العمل في الاسطرلاب المسطح افرازا له في التنقيب عن الاسطرلاب الكري واشتمل كتابه هذا على مائة وسبعة وخمسين بابا اذا حصلت بالتهذيب ونقحت عن زوايد التقريب نقصت عدتها شيئا كثيراً على ان ابوابه في الكتاب ناقصة عما يضمنه الفهرست من الاعداد واعماله في بعضها ميسرة لقصور الترجمة عنها وفساد الاصل المنقول وثابت بن قرة اما انه تولى الترجمة واما انه اصلح منه ما امكن عند المطالعة ...

١ – ١ – في الاصل : اهون الطريق [! !]

(٨)

قطعة من اول مقدمة المقياس المرجح في العمل بالاسطرلاب المنسوب الى ابي ريحان البيروني

المصدر : مخطوطة دار الكتب المصرية طلعت ميقات ١٥٥ ، ١ ، ق ١ ظ – ٢ ظ

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين المقياس المرجح في العمل بالاسطرلاب المسطح وهو مقدمة ومقالتان وكل اسم[١] السين فيه اصل وفيه طاء كالصراط والاصطرلاب او خاء كمخرات او عين كسعنة اوقاف كصندرق فانه يجوز فيه السين والصاد والاصطرلاب اسم عجمي واستشقاق[٢] معناه من العربية بعيد وذكر ابو الحسن ثابت بن قرة في العمل بالاسطرلاب له ان ابرخس وهو قبل بطلميوس وضع الاسطرلاب وسطحه على مثل ما وضعه لاب بعد ان كان كريا وان الذي دعاه الى ذلك انه رأى الكرة[٣] كثيراً عناوها قليلا نفعها[٣] فاراد ان يضع الة قريبة يسيرة جامعة لكثير من الاعمال يوضح بها ما غمض في الآلة المقبية الكرية وذكر انه كان من عادة الحكما اذا[٤] ارادوا[٥] وضع كتاب ان يضعوه على وجهين احدهما ان يضعوه بالغامض في العلم والرمز في القول الذي لا يدركه

١ – كلمة اسم مكررة في الاصل والثانية مشتوية   ٢ – في الاصل : واشتقتاق
٣ – ٣ – هكذا في الاصل   ٤ – في الاصل : انهم ذا ، مصلح الى : اذا   ٥ – في الاصل : ارادو

(٦)

قطعة من كتاب الموازنة لحمزة الاصفهاني

انظر ٧ ادناه

(٧)

قطعة من كتاب التفهيم لصناعة التنجيم لابي الريحان البيروني

المصدر : مخطوطة لندن المكتبة البريطانية ٨٣٤٩ (كما طبعت في النص المطبوع ، لندن ، ١٩٣٤ م ، ص ١٩٤)

ما اصطرلاب هو آلة لليونانيين اسمها اصطرلابون اي مراة النجوم ولهذا خرج له حمزة الاصفهاني من الفارسية انه ستاره ياب [١] ...

١– في الاصل : بشاره باب

قطعة في معنى الاسطرلاب من افراد المقال في امر الظلال للبيروني

المصدر : النص المطبوع (حيدراباد ، ١٩٤٨ م) ، ص ٦٩ ، مع تصليحات كنيدي في ترجمته (حلب ، ١٩٧٦ م) ، ص ١١١

... قد ذكر حمزة الاصفهاني في كتاب الموازنة ان الاسطرلاب لفظة فارسية قد عربت فانها ستاره [١] ياب اي مدرك النجوم وممكن ان يكون هذا اسمه عند الفرس اما مشتقا من الفعل الخاص به واما معربا من اليونانية كتعريب الفارسية فان أسمه باليونانية اسطرلابون [٢] واسطر هو النجم بدليل ان علم الهيئة يسمى عندهم اسطرونوميا وصناعة احكام النجوم اسطرولوجيا [٣] وهو آلة وجدنا لهم في صنعتها والعمل بها كتبا قديمة ولم نجد لغيرهم فيها شيئاً وان كان عندهم منقولا منهم واهل المشرق لا يعرفون الاسطرلاب ولا يهتدون لغير استعمال الظل بدله ...

١– في النص المطبوع : اشاره   ٢– في الاصل المطبوع : اسطرليون   ٣– في النص المطبوع : اسطرلوخيا .

ص ۲۷۳ :

الفـــــزاري

... وهو اول من عمل في الاسلام اسطرلابا وعمل مبطحا ومسطحا وله من الكتب ... كتاب العمل بالاسطرلاب وهو ذات الحلق كتاب العمل بالاسطرلاب المسطح ...

ص ٢٨٤ :

الكلام على الآلات وصناعها

كانت الاسطرلابات في القديم مسطحة واول من عملها بطلميوس وقيل عملت قبله وهذا لا يدرك بالتحقيق واول من سطح الاسطرلاب ابيون البطريق وكانت الآلات تعمل بمدينة حران ومن ثم تشتتت وظهرت ولكنها زادت واتسع للصناع العمل في الدولة العباسية منذ أيام المأمون الى وقتنا هذا فان المأمون لمـا اراد الرصد تقدم الى ابن خلف المرورذي فعمل له ذات الحلق وهي بعينها عند بعض علماء بلدنا هذا وقد عمل المرورذي الاسطرلاب ...

قطعة من كتاب تاريخ الحكماء
لابن القفطي

المصدر : النص المطبوع ، (ليبزيج ، Leipzig ، ١٩٠٣) ، ص ٧١

انبـــــون

البطريق حكيم رياضي مهندس عالم بصناعة الآلات الفلكية كان في حدود مبدأ الاسلام قبله او بعده فمن تصنيفه كتاب العمل بالاسطرلاب المسطح ...

(٥)

قطعة من مقدمة كتاب الاصطرلاب لكوشيار بن لبان

المصدر : مخطوطة باريس المكتبة الاهلية عربي ٢٤٨٧

... الاسطرلاب كلمة يونانية واشهر ما قيل في معناه ميزان الشمس ...

حسنة [٩] في هيئة [١٠] الفلك فبسط الكرة واتخذ هذا الاسطرلاب الذي في ايدي الناس وانفذه الى ابيه ادريس فاخذه [١١] ادريس وتامله [١١] وقال هذا مـــن سطره [١٢] فقيل [١٣] له هذا اسطر لاب [١٣] فوقع عليه هذا الاسم واستعمله [١٤] الناس من بعده [١٥] وللاسطرلاب قطاع [١٥] كثيرة انا اذكرها هنا اسم [١٦] كل قطعة منها ...

١٠– في ب : هية ١١ – ١١ –في ب : وتامله ادريس ١٢– في أ : اسطره
١٣ – ١٣ – سطره لاب ١٤– في أ و ب : واستعملوه
١٥ – ١٥ – في ب : وايضا يقال ان الاسطر بلسان الروم هو الميزان واللاب الشمس فسموه اسطرلاب اي ميزان الشمس والاسطرلاب [كذا] اقطاع ١٦– ناقص في أ

(٣)

قطعة من مفاتيح العلوم لابي عبد الله الخوارزمي

المصدر : النص المطبوع (القاهرة ، ١٣٤٢ ﻫ) ، ص ١٣٤

... الاصطرلاب معناه مقياس النجوم وهو باليونانية اصطرلابون واصطر هو النجم ولابون هو المرآة ومـــن ذلك قيل لعلم النجوم اصطرنوميا وقد يهذي بعض المولعين بالاشتقاقات في هذا الاسم بما لا معنى له وهو انهم يزعمون ان لاب اسم رجل واسطر جمع سطر وهو الخط وهذا اسم يوناني اشتقاقه من لسان العرب جهل وسخف ...

(٤)

قطع من كتاب الفهرست
لابن النديم

المصدر : النص المطبوع (١٨٧١ م)

ص ٢٧٠ :

ابيون البطريق

واحسبه قبل الاسلام بيسير او بعده بيسير وله من الكتب كتاب العمل بالاسطرلاب المسطح..؛

Appendix

Arabic and Persian Texts

Note: The texts are numbered according to the numbers assigned to the authors in the main part of the paper.

(١)

قطعة من كتاب العمل بالاصطرلاب
المنسوب الى ما شاء الله

مترجمة من النص اللاتيني (انظر اعلاه)

... [اصطرلاب اسم يوناني معناه اخذ الكواكب] ...

(٢)

قطعة من كتاب المدخل الى علم النجوم
لابي نصر القمي

المصادر : أ مخطوطة دار الكتب المصرية طلعت ميقات ٢٢٢ ، ق ١١٥ و — ١١٥ ظ
ب مخطوطة استانبول فاتح ٤٣٢٧ ، ق ٤٤ و

... الفصل الثاني من المقالة الثالثة في ذكر الاصطرلاب[١] واسم كل قطعة منه[٢] وما فيه من الخطوط والمقنطرات والدواير والاقسام كان العلماء الاولون اخذوا[٣] كرة على مثال الفلك تتحرك على قطبين وركبوا عليها عنكبوتا عليه[٤] منطقة فلك البروج وعلى الكرة الدوائر العظام مثال دواير الارتفاع ودواير الافق ودواير نصف النهار ودايرة[٥] معدل النهار وغيرها من الدواير وكانوا يقيسون[٦] بها النهار والليل ويصححون[٧] بهـا الطالع الى ايام ادريس النبي[٨] عليه السلام وكان لادريس ابن يقال له لاب وله[٩] علم جليل ومعرفة

١— في ب : الاسطرلاب ٢— في أ : منها ٣ — في ب : اتخذوا
٤— في ب : عليها ٥— في ب : دواير ٦ — في أ : يقيسوا ، في ب : يقسموا ٧— في أ : ويصححوا ، في ب : ويصحون ٨ — ناقص في أ
٩ — ٩ — في ب : معرفة حسنة

Persian text[1] contains legends about Alexander and is stated to be taken from a work entitled *Sharafnāma* by Ibrāhīm Fārūqī, and I have been unable to identify the author, or the relation of the work to the medieval Islamic folklore on Alexander.[2]

The text translates as follows:

"A first story: Alexander commanded all the sages to construct something so that it would remain in the world as a memorial to him. So Aristotle constructed an astrolabe which elucidated the secrets of the spheres for all the sages. It is the balance of the sun, which is called in Greece *asṭar-tarāzū* or *lāb-i āftāb*. Some said that Lāb is the name of another sage who by the request of Alexander constructed the astrolabe. Another opinion is that Lāb is the name of the son of Aristotle who is the astrolabe-constructor. According to the fourth story Lāb is the name of a son of Idrīs – blessings and praise be upon him – who had the greatest skill in the knowledge of science, and he made the astrolābe with the greatest excellence. But the first story is the most correct. It is also called *asṭurlāb* and *sṭrulāb* and *ṣṭurlab* and *ṣulāb*. Taken from the *Sharafnāma* of Ibrāhīm Fārūqī".

1. I am grateful to Prof. E. S. Kennedy of the Institute for the History of Arabic Science in Aleppo and to Prof. Peter Chelkowski of New York University for reading and translating this text.

2. On the Alexander legends in general see the article "*Iskandarnāma*" in EI_2 by A. Abel. Ibrāhīm Fārūqī is not mentioned in *Storey*, and no such references to Aristotle and the astrolabe are contained in such basic works on the medieval Alexander legends as *Southgate* and *Cary*. The astrolabe is mentioned in the Iskandarnāmeh of Niẓāmī (*c.* 1175): in a decisive battle against the Russians Alexander is guided by the calculations of an astrolabe (*Chelkowski*, p. 38).

Conclusion

The extent to which such popular etymologies gained acceptance in informed Muslim circles is revealed in the entry for *Lāb* in Steingass' *Persian-English Dictionary*, published in 1892.[1] Steingass lists the following meanings for *lāb*: "the sun; request; supplication; name of the son of Idrīs; also of the inventor of the astrolabe; or of the son of a Greek King of the name of Istar(?)". In the last meaning given Istar is probably a corruption of *asṭur*. With the identification of *Lāb* as the son of *Asṭur* we should bring this survey of medieval notions about the origin of the Arabic term *asṭurlāb* to an end.

1. *Steingass*, p. 1110. The article *asṭurlāb* in Lane's *Arabic-English Lexicon*, published in 1863, is based on the remarks of al-Nuwayrī and al-Fīrūzābādī (nos. 17 and 23). Cf. *Lane*, I, 58, cited in *Gunther*, I, p. 111 and *Gandz*, p. 475.

extant in MS Alexandria Baladīya 3504 J (copied 1186H), the author quotes the opinion of al-Damīrī (no. 22) on *asṭurlāb*, and adds that "Ptolemy was the first person to make an astrolabe and there is a strange story about his making it which we have related in the (longer) commentary".

1. On Muḥammad Bannānī see *Brockelmann*, II, p. 615 (where the Alexandria manuscript is mentioned), and SII, p. 686 (*etc.*). He is not mentioned in *Suter*, or even in *Renaud*, which is essentially a list of Maghribi scientists overlooked by Suter.

32. *Miscellaneous*

In 1941 Henri Michel published an account by a seventeenth-century French traveller named Jean Chardin describing the methods used by Persian astronomers to construct astrolabes. This little-known study is of considerable interest for the history of Islamic instrumentation, and also contains an account of the opinions of the Persian astronomers on the meaning of the word *asṭurlāb*.[1] These include the notion that "*asterleb*" is a Persian word meaning "lips of the stars", or that the word should be pronounced *astir lab* and means "knowledge of the stars". These meanings have no counterpart in the Islamic written sources. Chardin adds that the Persians call the instrument *veza kouré* (from Arabic *waḍ*ᶜ *al-kura*, meaning "placing the sphere") "in their books and in their lessons". Again I know of no Islamic sources in which the astrolabe is called by this name, although it was associated with Arabic sources by medieval and renaissance astronomers in Europe.[2]

1. *Michel* 1, p. 485.
2. *Cf. Hartner*, p. 287 and *Kunitzsch* 1, pp. 20-21 *sub vuazcalcora*.

33. *Aḥmad Bāshā Muhktār*

In a text-book on astronomy called *Riyāḍ al-Mukhtār* and published in both Turkish and Arabic in the 1880's, the author al-Ghāzī Aḥmad Bāshā Mukhtār states that *asṭurlāb* is derived from two *Latin* words: *asṭur* meaning "star or celestial body" and *labiyūm* meaning "plate" (*lawḥa* or *ṣafīḥa*).[1] He also states that the astrolabe was invented by Ptolemy.

1. *Mukhtār*, p. 238. I owe this reference to the kindness of Prof. Paul Kunitzsch.

34. *Ibrāhīm Fārūqī*

After this study was completed I came across a group of explanations of the term *asṭurlāb* in Persian, some of which clearly represent quite different traditions from those which I have documented in the Arabic sources. During the course of preparing a photograph of the quote from al-Muṭarrizī in MS Cairo Dār al-Kutub Ṭalᶜat *miqāt* 255, fol. 2v, for inclusion in my forthcoming volume of photographic plates of extracts from the Cairo scientific manuscripts, I noticed another relevant quote immediately below - see Plate 1. This

further information, translated the remarks of al-Birjandī (no. 24), and introduced some minor modifications. For example, he said that the meaning of the Greek *asṭurlāfūn* (which is written *asṭurlānūn* in each of the copies I have consulted) was *mir'āt al-kawākib*, "mirror of the stars" and that some had said *wāḥid al-kawākib*, implying that the term meant "mirror of the star". Here, however, *wāḥid* must result from a corruption of *akhdh*.

1. The treatise exists in numerous copies, many of which include the marginalia. I have used MSS Cairo Ṭalᶜat *mīqāt* 154, Zakīya 782, and K 3844.

30. ᶜ*Abd al-Raḥmān al-Fāsī*

The seventeenth-century Moroccan scholar ᶜAbd al-Raḥmān al-Fāsī compiled a lengthy poem called *al-Uqnūm* on the different branches of knowledge, which included a section on the astrolabe.[1] In the margin of a Cairo manuscript of this work is a note on the orthography of *asṭurlāb* and *Baṭlaymūs* (= Ptolemy),[2] as well as a remark that Ptolemy was the first person to make the astrolabe, and a reference to the existence of a curious story about his invention of the instrument.[3] The details of this story are preserved in a commentary on al-Fāsī's section on the astrolabe: see the next section.

1. On al-Fāsī see *Renaud*, no. 541; *Brockelmann*, II, pp. 612 and 675, and SII, pp. 694-695; and the article "ᶜAbd al-Raḥmān al-Fāsī" by E. Levi Provençal in EI_2.

2. Ptolemy's name in Arabic was more often written Baṭlamyūs, but in late texts both forms occur. *Cf.* the article "Baṭlamiyūs" in EI_2 by M. Plessner.

3. MS Cairo Dār al-Kutub J3664 (287 fols., copied *ca.* 1250H), fol. 179v.

31. *Muḥammad Bannānī*

Muḥammad Bannānī ibn ᶜAbd al-Salām ibn Ḥamdūn, a scholar of Fez who died in 1163/1750, wrote an extensive commentary on al-Fāsī's poem (see no. 30) which is extant in MS Cairo Taymūr *riyāḍa* 113 (144 pp., 1327H). In a discussion of the etymology of *asṭurlāb*, the author first mentions that it is a foreign word meaning *miqyās al-nujūm*, "instrument for measuring the stars," or *mīzān al-nujūm*, "balance of the stars". He adds that "it is said that" firstly *Lāb* is the name of the celestial sphere in Greek, and secondly that *Lāb* is the name of the inventor of the instrument and that it was originally *li-Ab*, "to the Father", where *Ab* was the the name of "the Teacher", that is, Idrīs. Since *asṭur* is the plural of *saṭr*, *asṭurlāb* are the "lines of the sphere" (*asṭur al-falak*) and "lines of the philosopher" (*astur al-ḥakīm*). Muḥammad Bannānī concludes with a story about the invention of the astrolabe by Ptolemy, which was related by "a group of historians". This story is none other than the one related by Ibn Khallikān (no. 12), and Muḥammad Bannānī's treatise is the only medieval scientific work known to me which contains this delightful story.

In a shorter commentary by Muḥammad Bannānī[1] on the same poem,

26. *al-Khafājī*

The celebrated Egyptian philologist Shihāb al-Dīn al-Khafājī (d. 1659) in his book on Loan-words in Arabic entitled *Shifā' al-ghalīl...*, gives no information on *asṭurlāb* other than that it, along with the terms *ṭarjahāra* and *binkām*, is not Arabic. He adds that the word is mentioned in the *Nihāyat al-arab*, a work by al-Nuwayrī (no. 17), and in fact al-Khafājī's remark is actually taken directly from al-Nuwayrī.

1. On al-Khafājī see *Brockelmann* II, pp. 368-369, and SII, p.396. I have consulted MS Cairo Dār al-Kutub Muṣṭafā Fāḍil *lugha* 20, in which *asṭurlāb* is mentioned on fol. 75v. Brockelmann lists only the Cairo manuscript, which may have been the basis for the two printed editions that he mentions.

27. *Ḥājji Khalīfa*

The seventeenth-century Turkish scholar Ḥājjī Khalīfa[1] in his bibliographical encyclopaedia *Kashf al-Ẓunūn* records various interpretations of the name *asṭurlāb*.[2] He quotes Kūshyār and al-Bīrūnī without mentioning their names, and also the *Mafātīḥ al-ʿulūm*. When quoting al-Bīrūnī Ḥājjī Khalīfa presents the name as *asṭurlāfūn*, perhaps reflecting a contemporary Greek pronunciation of β.[3] He concludes the passage on the astrolabe with the statement that the first person to make an astrolabe was Ptolemy and that the first person in Islam to make one was Ibrāhīm ibn Ḥabīb al-Fazārī, and then cites titles of three books on the astolabe, none of which is extant.

1. See the article "Kātib Chelebī" in EI_2 by O S. Gökyay.
2. *Ḥājjī Khalīfa*, I, cols. 106-107.
3. The 1892 Cairo edition of Ḥājjī Khalīfa's work has *asṭurlāqūn*.

28. *Munajjimak*

Muḥammad ibn Aḥmad Fazā'ī (?), known as Munajjimak (= the little astronomer), was chief astronomer in Istanbul about 1675 A.D., and wrote a treatise on instruments of which only fragments survive. The fifth *maqāla* of Munajjimak's treatise deals with regular planispheric astrolabes, universal astrolabes, and quadrants, and begins with a discussion of the word *asṭurlāb*. Munajjimak's remarks appear to be based on those of al-Birjandī (no.24), but in the story attributed to Abū Naṣr al-Qummī it is no longer clear whether Hermes or Lāb is answering the question who drew the lines. Having been translated from Arabic to Persian and back to Arabic, the anecdote is now hopelessly confused .See also the next entry.

1. Munajjimak is not listed in the modern bibliographical sources. The text of the passage is found in MSS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 735 and 70, which are two fragments of the fifth *maqāla* of his treatise.

29. *Isḥāq al-Zakālī* (?)

In some marginalia to an anonymous Arabic treatise on the astrolabe in fifteen *faṣls* an individual named Isḥāq al-Zakālī (?),[1] on whom I have no

23. *al-Fīrūzābādī*

The celebrated philologist al-Fīrūzābādī (b. 1329 in Shiraz, d. 1415 in Zabid) included an entry on his *lāb* in his lexicon entitled *al-Qāmūs al-muḥīṭ*.[1] Al-Fīrūzābādīstates that Lāb was a man who drew lines and based calculations upon them and that the lines were called *asṭur-Lāb*[in], "the lines of Lāb". This became a compound word and the annexation construction was dropped. With the definite article the name became *al-asṭurlāb*, or *al-aṣṭurlāb* with a *ṣād* because of the *ṭā'*. This etymology from the *Qāmūs* is also found in an astronomical manuscript copied in Amud about the year 1610 (see no. 10).

1. On al-Fīrūzābādī see the article by H. Fleisch in EI_2. I have examined MS Cairo Dār al-Kutub *lugha* 34 of this work, transcribed in 899H from the author's copy. The entry on *asṭurlāb* in Lane's *Arabic-English Lexicon* is based mainly partly on al-Fīrūzābādī.

24. *al-Birjandī*

There is no reference to the origins of *asṭurlāb* in the treatise on the astrolābe by the celebrated thirteenth-century Persian scholar Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī. However, in the Persian commentary on this treatise by ʿAlī al-Birjandī (*fl. ca.* 1500),[1] there is a section in which the author quotes the opinions of Kūshyār, al-Bīrūnī, and through him al-Iṣfahānī (not named), as well as the anonymous commentator on the *Maqāmāt* of al-Ḥarīrī and through him Abū Naṣr al-Qummī.[2] In this quotation the answer to the question asked by Hermes – not Idrīs – is either due to Lāb or Hermes himself: the Persian is ambigous. al-Birjandī also mentioned that some people had said that *asṭur* means *taṣnīf*, "a written work or compilation," and that Lāb, a son of Hermes, had invented the instrument. Al-Birjandī was later quoted by Munajjimak (no. 28) and Isḥāq al-Zakālī (no. 29) .

1. On al-Birjandi see *Suter* no. 456; and *Storey*, pp. 54 and 80-82.
2. The Persian text edited in the appendix was kindly prepared by Prof. E. S. Kennedy.

25. *Jalāl al-Dīn al-Suyūṭī*

MS London B. M. Add. 9599, fol. 7r, contains a note on the Arabic words *al-Mijisṭī* and *asṭurlāb* stated to be taken from *al-Nafḥa al-miskīya*, a work by the late-fifteenth-century Egyptian polymath Jalāl al-Dīn al-Suyūṭī.[1] The author states that Ptolemy was the first person to make an astolabe. He adds that Kūshyār had said that the term *asṭurlāb* was Greek and meant "balance of the sun", and that some had said that *Lāb* was the name of the sun in Greek.

1. On al-Suyūṭī see *Brockelmann*, II, pp. 180-204, and SII, pp. 178-194. On the treatise *al-Nafḥa al-miskīya* see II, p. 202 (no. 291) and SII, p. 197.

19. *Anonymous*

The author of a treatise on the astrolabe in 14 *bābs* entitled *Tuḥfat al-ṭullāb fi'l-ᶜamal bi'-l-asṭurlāb*, which is probably a fourteenth-or fifteenth-century Egyptian or Syrian compilation, discussed the etymology of *asṭurlāb* in the introduction to his treatise.[1] He states that the name *asṭurlāb* is Greek and means "balance of the sun", and also that Lāb was a wise man who drew the lines (*asṭur*), so that the instrument was called *asṭur-Lāb*. This passage is related to the parallel passage in the treatise of al-Mizzī (see no. 18 above).

1. I have examined MS Istanbul Fatih 5397,24 (fols. 190r-195v, cop. 1113H) of this work. Awwad listed several manuscripts of what he thought to be copies of a work with this title and attributed the treatise to the Andalusian astronomer Abū'l-Qāsim Aḥmad b. ᶜAbd Allāh b. Muḥammad al-Ṣaffār, but the listings and attribution are confused (*cf. Awwad*, nos. 28 and 29). MS Princeton Garrett 1024 appears be to a copy of the same work as contained in the Fatih manuscript, and is likewise anonymous. The other manuscripts listed by Awwad are copies of a different treatise by Ibn al-Ṣaffār which has been published (see the article "Ibn al-Ṣaffār" by B. R. Goldstein in EI_2).

20. *Sharaf al-Dīn al-Khalīlī*

Sharaf al-Dīn al-Khalīlī, the nephew of the celebrated astronomer of mid-fourteenth-century Damascus Shams al-Dīn al-Khalīlī, wrote treatises on the standard instruments of his time, including one of the use of the astrolabe.[1] In the introduction to this he states that *asṭurlāb* is a foreign word meaning "(instrument for) measuring the stars" or alternatively "balance" or "mirror of the stars".

1. On Sharaf al-Dīn al-Khalīlī see *Suter*, no. 427, and *Brockelmann*, II, p. 157, and SII. p. 158. I have used MS Istanbul Fatih 5397 (fols. 65v-71r) of this treatise.

21. *Anonymous*

The anonymous author of a treatise in 25 *bābs* on the spherical astrolābe which was probably another fourteenth-century Syrian compilation,[1] states that *asṭurlāb* is a foreign word to be explained as "mirror of the stars" or as "the balance of the sun".

1. This treatise is extant in MS Istanbul Hamidiye 1453, fols. 213v-219r), cop. 869H.

22. *al-Damīrī*

The late fourteenth-century Egyptian scholar al-Damīrī is celebrated for his encyclopaedia on zoology and folklore entitled *Ḥayāt al-ḥayawān*.[1] In this work al-Damīrī states that *asṭurlāb* means "balance of the sun" because *asṭur* means "balance " and *lāb* means "sun" in Greek. Al-Damīrī was later quoted by Muḥammad Bannānī (see no. 32).

1. On al-Damīrī see the article in EI_2 by L. Kopf. I have been unable to locate the reference to *asṭurlāb* in the published text of his encyclopaedia.

15. *Ibn Jamāᶜa*

Ibn Jamāᶜa was a scholar of Hama in the late thirteenth century[1] and in the first chapter of his work on the use of the astrolabe he states that *asṭurlāb* is a foreign word meaning "measurer of the stars" or "balance of the sun", or according to another opinion, *asṭurlāqūn* "mirror of the stars", taking *asṭur* as "star" and *lāqūn* as "mirror". Here perhaps *lāfūn* is intended: see the remarks on Hājji Khalīfa (no. 27). Ibn Jamāᶜa adds that the derivation from *asṭur* and *Lāb* is not to be relied upon.

1. On Ibn Jamāᶜa see *Brockelmann*, II, pp. 89-90, and SII, pp. 80-81; and *Awwad*, no. 179; and on his family see the article "Ibn Djamāᶜa" in *EI₂* by K. S. Salibi. I have used the unique copy MS Cairo Dār al-Kutub Muṣṭafā Fāḍil *mīqāt turkī* 6,1 (fols, 1v-20r, copied *ca.* 1150H) of his work on the astrolabe.

16. *Abū ᶜAlī al-Fārisī*

Two etymologies for *asṭurlāb* are proposed by Abū ᶜAlī al-Fārisī (*fl.* Hama, *ca.* 1300) in his treatise on the astrolabe entitled *Maqāṣid dhawiʾl-albāb ....*[1] Al-Fārisī first states that the name is a compound Greek word, *ustur* (the text is vowelled) measing "sun" and *lāb* meaning "balance", or, according to others ""mirror", and then states that "the Arabs" say that *asṭur* is the plural of *saṭr*, "line", and that *lāb* is the son of *Idrīs*.

1. Al-Fārisī is not listed in the modern bio-bibliographic sources on Islamic science, except for *Awwad*, no. 175. His treatise is extant in the unique copy MS Cairo Qawala *mīqāt* 2,1 (fols. 1r-57v, copied *ca.* 800H).

17. *al-Nuwayrī*

Al - Nuwayrī (d. 1332 in Tripoli),[1] in his encyclopaedia entitled *Nihāyat al-arab fī funūn al-adab*, states that *asṭurlāb*, as well as the terms *ṭarjahāra* and *binkām* for water- and sand-clocks, were not Arabic.[2] This statement is also recorded by al-Khafājī (no. 26).

1. On al-Nuwayrī see *Brockelmann*, II, p. 175, and SII, pp. 173-174.

2. Quoted in *Lane*, I, p. 58, from the commentary on the *Nihāyat al-arab* by Muḥammad ibn al-Ṭayyib al-Fāsī, (*Brockelmann*, SI, pp. 541 and 685?). I have been unable to locate any reference to *asṭurlāb* in the published text of the *Nihāyat al-arab*.

18. *al-Mizzī*

Shams al-Dīn al-Mizzī, a leading astronomer in Damascus in the midfourteenth century, wrote a treatise on the use of the astrolabe.[1] In the introduction he states that the word *asṭurlāb* is Greek and that it means "balance of/for the sun".

1. On al-Mizzī see *Suter* no. 406; and *Brockelmann*, II, pp. 155-156, and SII, pp. 156 and 1018 (no. 15). I have used MS Istanbul Fatih 5397, 25 of his treatise on the astrolabe.

a famous instrument-maker of late-eleventh- / early-twelfth-century Baghdad, Ibn Khallikān cites first the etymology of Kūshyār (no. 5), and then presents an anecdote about the invention of the astrolabe by Ptolemy, introduced with the word *qīla*, "it is said that ...". The story is that Ptolemy was taking a ride with an armillary sphere in his hand; inevitably, he dropped it and the animal on which he was riding trod on it and squashed it: the result was an astrolabe. Ibn Khallikān goes on to relate that neither Ptolemy nor any of the ancients realized that the sphere could also be represented on a line and that Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī was the first to develop a linear astrolabe, later to be improved by his student Kamāl al-Dīn ibn Yūnus. Ibn Khallikān concludes this section with a discussion about the futility of trying to represent the sphere at a point!

Indeed Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī[2] did devise a linear astrolabe, called *ʿaṣal-Ṭūsī*, "al-Ṭūsī's stick", which was modified by his student Ibn Yūnus,[3] also a scholar of distinction. It is of interest that Ibn Khallikān early in his career met Kamāl al-Dīn ibn Yūnus in Mosul, but it seems unlikely that he would have picked up the anecdote about Ptolemy from such a serious scholar. The only reference to the anecdote known to me in later Arabic literature is in the writings of the eighteenth-century Moroccan author Muḥammad Bannānī (no. 32).

1. On Ibn Khallikān see the article in EI_2 by J. W. Fück. The passage is found in *Ibn Khallikān*, II, pp. 184-185, translated in *de Slane*, III, pp. 581-582.

2. On Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī see the article in *DJB* by R. Rashed. For a brief discussion of his linear astrolabe see *Michel* 2, pp. 115-123.

3. On Kamāl al-Dīn ibn Yūnus see *Suter*, no. 354, and *Brockelmann*, SI, p. 859.

13. *Anonymous (Maghribi or Andalusian)*

Another etymology occurs in an anonymous Maghribi or Andalusian treatise on the astrolabe preserved in MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 1169,6 (fols. 45r-57r, 1158H). This treatise begins with the statement that *asṭurlāb* is a Greek word which was originally *asṭurlābūl* [read *asṭurlābūn*!],[1] meaning *dhāt al-nujūm*, "possessing stars" and that the letters after the *b* were removed "to make (the word) lighter", that is, "to make it easier to pronounce".

1. There is a possibility that a Spanish influence is operating here to provide an ending *-ol*.

14. *Mūsā ibn Ibrāhīm*

Yet another etymology is contained in a treatise on the astrolabe attributed to Mūsā ibn Ibrāhīm, on whom I have no further information. The treatise is contained in MS New York Columbia 285,1 (fols 1v–8r, of *ca.* 1000H?), and begins: "*ʾsṭrlʾb* [*sic*!] in Greek means taking the altitude of a star because *ʾsṭr* is star in that language and taking is *lāb*.[1] Some people say that it means balance of the stars. It is attributed to Ptolemy".

1. The manuscript has *lāt* rather than *lāb*, which is probably en error of the copyist rather than the author.

classic of Arabic belles-lettres.[1] In this work there is no mention of any aspect of astronomy. However, a note on the etymology of *asṭurlāb* and the invention of the instrument, stated to be taken from a commentary on al-Ḥarīrī's *Maqāmāt*, is found in MS Cairo Dār al-Kutub Taymūr *ḥikma* 15, p. 137, immediately preceding a copy of the treatise *Unmūdhaj al-ᶜulūm* by Jalāl al-Dīn al-Dawānī.[2] The author describes the instrument as "one for measuring the stars and the sun", stating that the first person to make it was Lāb, and then adding an alternative derivation from Persian (due to Ḥamza al-Iṣfahānī), in which, however, the Arabic paraphrase in based on the meaning "mirror of the stars", not on the correct meaning of the Persian. The same note is found in MS Cairo Dār al-Kutub Musṭafā Fāḍil *hay'a* 1, fol. 1r, preceding ᶜAlī Birjandī's marginalia to Qāḍī Zāde's commentary on al-Jaghmīnī's *al-Mulakhkhas fī'l-hay'a*, copied about the year 1610 in Amud, Iran. The note on *asṭurlāb* from an unspecified commentary on the *Maqāmāt* occurs together with another stated to be taken from the *Qāmūs* (of al-Fīrūzābādī (see no. 23)).

Another note stated to be taken from the commentary on the *Maqāmāt* by al-Muṭarrizī (*fl.* Khwarizm and Baghdad, d. 1213)[3] occurs in Cairo Dār al-Kutub Ṭalᶜat *mīqāt* 255, fol. 2v, amidst various notes preceding a collection of treatises on instruments and timekeeping–see Plate 1. Al-Muṭarrizī quotes successively Abū'l-Ḥasan (Kūshyār), Abū Rayhān (al-Bīrūnī), Ḥamza al-Iṣfahānī, and Abū Naṣr (al-Qummī).

1. On al-Ḥarīrī see the article in EI_2 by S. S. Margoliouth and Ch. Pellat.

2. On al-Dawānī see the article in EI_2 by A. K. S. Lambton, and on his treatise see *Brockelmann*, II, p. 282.

3. On al-Muṭarrizī see *Brockelmann*, I, pp. 350-352, and also p. 327. I have been unable to locate this passage in the Cairo manuscripts of al-Muṭarrizī's commentary listed by Brockelmann.

11. *Abū Naṣr Aḥmad b. Zarīr* (?)

MS Leiden Or. 591 (pp. 32–46, copied 630 H) contains a treatise on the astrolabe with a crab-shaped rete (*musarṭan*) by an individual named Abū Naṣr Aḥmad b. Zarīr (?)[1] Since the author mentions the celebrated astrolabist Hibat Allāh al-Asṭurlābī (*fl.* Baghdad, *ca.* 1100) we may presume that he lived in the twelfth century. Abū Naṣr states at the beginning of his treatise that *asṭurlāb* is a Greek word, and that the astrolabe is a fine instrument and the "balance of the sun" (*mīzān al-shams*).

1. Abū Naṣr and his treatise are mentioned in *Suter*, no. 484.

12. *Ibn Khallikān*

The celebrated thirteenth - century Syrian historian and literary scholar Ibn Khallikān[1] discussed the origin of *asṭurlāb* in his biographical dictionary *Wafayāt al-aᶜyān*. In his entry on Abū'l-Qāsim Hibat Allāh al-Asṭurlābī,

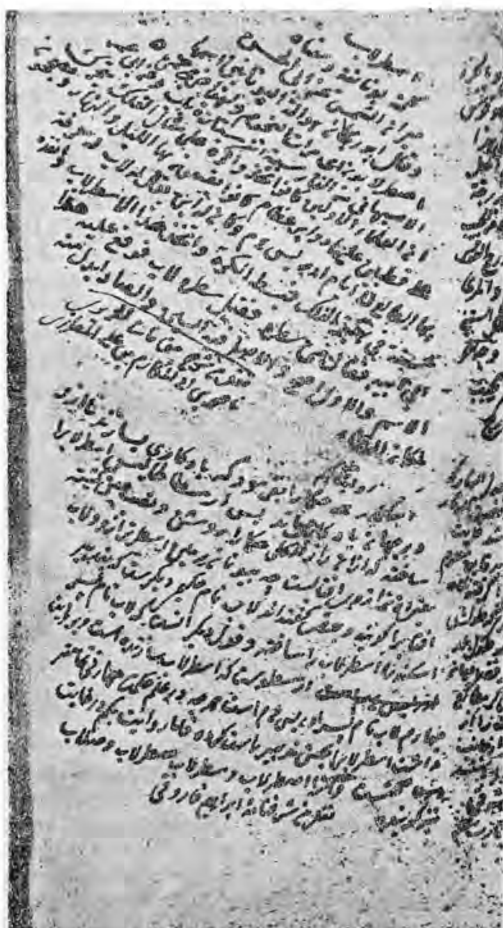


Plate 1: Two sets of stories about the early history of the astrolabe, one in Arabic and the other in Persian, found in MS Cairo Ṭalʿat *mīqāt* 255, fol. 2v (see nos. 10 and 30).
Reproduced with kind permission of the Egyptian National Library.

Abū'l-Rayḥān, that is, al-Bīrūnī, but this attribution is called into question by the fact that al-Bīrūnī is mentioned in the text.[1] The treatise is divided into two *maqālas*, parts, the first of which contains six *fuṣūl*, sections, but the Cairo manuscript breaks off in the first *fasl* of the second *maqāla*.

The anonymous author asserts in his discussion of the origin and meaning of the word *asṭurlāb* that Abu'l-Ḥasan Thābit ibn Qurra (see no. 4) in a book on the use of the astrolabe had stated that Hipparchus before Ptolemy had invented (*waḍaʿa*) the astrolabe and had made it plane (*saṭṭaḥa*) in the same way as Lāb had done. The writer continues with a discussion of the reason why Hipparchus had chosen a northern projection. Now the only work on the astrolabe known to have been written by Thābit is a translation of the treatise by Abywn al-Baṭrīq (see no. 4), but it seems unlikely that a scholar of the calibre of Thābit would himself have subscribed to the story of Lāb, or have mentioned it without critical comment. We may perhaps conclude that the reference to Hipparchus was found already in the treatise of Abywn, but how could this Greek treatise have contained the nonsense about Lāb?

1. On this treatise see already *Sezgin*, VI, pp. 78 and 169.

9. *al-Zarqāllu*

MS Istanbul Aya Sofia 2671,5, fols. 133v-151v, copied in 1224, is a unique copy of an anonymous treatise on the planispheric astrolabe,[1] whose author can be identified as the eleventh-century Toledo astronomer al-Zarqāllu (Azarquiel).[2] At the beginning of the treatise al-Zarqāllu states that *asṭurlāb* is a Greek word which means *akhdh al-kawākib*, "taking the stars", because by means of it the derived knowledge of the positions of the stars can be obtained. Al-Zarqāllu quotes Ptolemy as stating that the astrolabe is like the celestial sphere made into a plane, with the visible pole made to be its centre. al-Zarqallu is probably referring to the introduction of the Arabic version of Ptolemy's *Planisphaerium*, a copy of which precedes his treatise in the Aya Sofia manuscript.[3]

1. This work, falsely attributed to Euclid on fol. 1r of the manuscript, is listed in *Krause* p. 525, no. 15.

2. On al-Zarqāllu see the article by J. Vernet in *DSB* and the references there cited. It was not previously known that al-Zarqāllu wrote on the regular planispheric astrolabe. The author of the treatise on the astrolabe presents a star catalog for the year 459H, which is precisely the date mentioned by al-Zarqāllu in one of his three treatises on the universal plate, extant in a unique copy in fols. 1r-75r of the same Aya Sofia manuscript (*cf.* fols. 10r and 148v). This particular treatise is arranged in 80 *bābs*, as compared with his other two treatises of sixty and one hundred *bābs*: thus each of al-Zarqāllu's three treatise is now known to exist in the original Arabic.

3. *Cf. Krause*, p. 443, and *Sezgin*, V, p. 170.

10. *al-Ḥarīrī and Commentators*

The *Maqāmāt* of the eleventh-century Baṣra litterateur al-Ḥarīrī are a

Ḥamza stated that *asṭurlāb* is an Arabicization of the Persian, *sitāra yāb*, "taker of the stars".

1. On Ḥamza al-Iṣfahānī see *Brockelmann* I, p. 152, and *SI*, p. 221; *Sezgin* I, pp. 336-337; and also the article in EI_2 by F. Rosenthal.

2. Al-Bīrūnī cites al-Iṣfahānī's etymology of *awj* in his treatise *On Transits* (I, text, p. 17, trans., pp. 20-21).

3. Namely, MS Cairo Dār al-Kutub *lugha* 90 (49 fols., *ca.* 700H).

7. *al-Bīrūnī*

The great eleventh-century scientist Abū'l-Rayḥān al-Bīrūnī mentioned the etymology of the word *asṭurlāb* at least twice in his writings.[1] In the first instance that has come to my attention, namely, in his treatise on astrology entitled *al-Tafhīm fī ṣināʿat al-tanjīm*, he states that the astrolabe was a Greek instrument called *asṭurlābōn* meaning "mirror of the stars", which was why Ḥamza al-Iṣfahānī (see no. 6) had explained it as being from Persian *sitāra yāb*. Al-Bīrūnī was not happy about this explanation, as we learn from his book on shadows entitled *Ifrād al-maqāl fī amr al-ẓilāl*. Here he states that Ḥamza in his book *al-Muwāzana* had stated that *asṭurlāb* is an Arabicized Persian word, the origin being *sitāra yāb*, "taker of the stars". Al-Bīrūnī adds that this Persian name may very well have been derived from the special fuction of the instrument or may have been adapted (*ʿarraba* here does not mean "to render into Arabic "but rather "to borrow a word into any language") from the Greek, in the same way that Ḥamza maintains that the Arabic word is an adaptation of the Persian. Al-Bīrūnī indicates his knowledge that the Greek name is *asṭurlābōn* and that *astur* means "star" in Greek, as in the Greek words *astronomia* and *astrolojia*.[2] He adds that he has found ancient books on its construction and operation by the Greeks but not by other peoples, and that the people of the east (the Indians) do not known about the astrolabe and use only shadows.

As noted in the section on Ibn al-Nadīm (no. 4), al-Bīrūnī was familiar with the treatise of Abywn in the translation of Thābit. See also the next section.

1. On al-Bīrūnī see the article in *DSB* by E. S. Kennedy, and *Sezgin*, V, pp. 375-383, VI, pp. 261-276, and VII, pp. 188-192.

2. See further *Pines*.

8. *Anonymous (al-Miqyās al-murajjaḥ)*

MS Cairo Ṭalʿat *mīqāt* 155 is a very unusual compendium of Arabic works on the astrolabe and quadrant, some of which merit detailed study. The manuscript was copied in Egypt about 1650 A. D. and several of the treatises are of Maghribi origin. The first treatise (fols. 1r–15v) is entitled *Kitāb al-Miqyās al-murajjaḥ fī'l-ʿamal bi'l-asṭurlāb al-musaṭṭaḥ* and is attributed to

4. *Ibn al-Nadīm*, p. 273.

5. See *Sezgin*, VI, p. 103. The orthography *Abywn* seems acceptable. Flügel's critical apparatus indicates variant readings from two manuscripts: *Aynwn* and *Abnwn* in the first instance (p. 24) and *Abnwn* and *A x x wn* (where each *x* indicates a letter which can be read as a *b*, *n*, *y*, *etc.*) in the second (p. 26). I assume that Abywn is found in the other two manuscripts used by Flügel for this section (on which see p. 3). Flügel suggested on original Απίων (p. 24).

J. Lippert, in his edition of Ibn al-Qifṭī's *Ta'rīkh al-ḥukamā'* (p. 71) gave the name as *ʾnbwn* and listed no variants. The unique copy of al-Bīrūnī's treatise on different types of astrolabes, MS Paris B. N. ar. 2498,1 gives the name as *ahwn al-ṭryq* (fol. 1r).

Dodge, pp. 670-671, translates Ibn al-Nadīm's remark thus: "The first [Muslim] to make a plane astrolabe was *Abīyūn* al-Baṭrīq", despite the fact that elsewhere (p. 644) he translates; "*Abīyūn* al-Baṭrīq: I believe that he lived a little before or a little after the advent of Islam", and elsewhere (p. 649); "al-*Fazārī* ... was the first person in Islām to make the astrolabe ..." Dodge's own notes on Abīyūn (p. 943) are a mess: "He was the first person in Islām to make an astrolabe of the planisphaerum or flat type. The name may be confused with that of Abū Yahya al-*Baṭriq*, who may have helped al-*Fazārī* to introduce the astrolabe. The name may be for Apion".

6. Private communication from my freind W. J. Fulco, S. J. I had previously wondered whether Abywn might be identical with Ahron al-Qiss "the priest", who wrote on medicine in Syriac about the time of the birth of Islam (*cf*. *Sezgin*, III. pp. 166-168) and who is also mentioned by Ibn al-Nadīm (p. 297). Although the names Abywn and Ahon could conceivably be confused in unpointed Arabic, this identification seems highly improbable.

7. See note 5 above.

8. Both *Suter*, p. 99, and *Boilot*, no. 47, suggest that this work is the same as that found in MS Berlin Ahlwardt 5794, which is not the case.

9. See note 5 above.

10. On Thābit see the article in *DSB* by A. B. Rosenfeld and A. T. Grigorian, and *Sezgin*, V. pp. 264-272, and VI, pp. 163-170, especially p. 169, no. 22. Dr. Richard Loroch has drawn my attention to the coincidence that al-Ṣūfī's treatise on the sphere also contained 157 chapters.

5. *Kūshyār ibn Labbān*

Kūshyār was an astronomer and mathematician of some distinction who lived in Iran *ca.* 1000 A. D. In the introduction to his treatise on the use of the astrolabe Kūshyār says that *asṭurlāb* is a Greek word and that the most common explanation of its meaning is *mīzān al-shams*, "balance of the sun".

1. On Kūshyār see *Sezgin*, V, pp. 343-345, and VI, pp. 246-249, and VII, pp. 182-183. I have used MS Paris B.N. ar. 2487 (copied 679H) of his treatise on the use of the astrolabe.

6. *Ḥamza al-Iṣfahānī*

Al-Bīrūnī (no. 7) informs us that the literary scholar Ḥamza al-Iṣfahānī (893 - *ca.* 970)[1] discussed the etymology of the word *asṭurlāb*, and also the word *awj* (= apogee).[2] Al-Bīrūnī specifically cites al-Iṣfahānī's work *al-Muwāzana* as the source for his information. The full title of al-Isfahānī's treatise is *al-Khaṣā'iṣ wa'l-muwāzana bayn al-ʿarabīya wa'l-fārisīya*, and unfortunately the only known copy thereof[3] is incomplete and there is no reference in the surviving text of either of the terms *asṭurlāb or awj*. According to al-Bīrūnī,

khaṭṭ = line, stressing that the word is Greek and that its derivation from an Arabic root indicates stupidity and folly.

1. I have used the Cairo edition of his treatise: see *al-Khwārizmī* in the bibliography. This appears to be based on the edition of van Vloten, as the "English" title page is in Latin. On the author see the article "al-Khuwārizmī" by J. Vernet in *DSB*.

4. *Ibn al-Nadīm*

The tenth-century scholar Ibn al-Nadīm, author of the bibliographical compendium known as *al-Fihrist*,[1] states that Ptolemy was the first to make (*ᶜamal*) the astrolabe, and adds that it is said that it may have been made before him although this cannot be known with certainty.[2] He goes on to say that the first person to make an astrolabe plane (*saṭṭaḥ*) was Abywn (= Apion) the Patriarch, whom he lists elsewhere as the author of a treatise on the planispheric astrolabe and states that he lived "a little before (the advent of) Islam or a little after."[3] Elsewhere he says that the mid-eighth-century Baghdad astronomer al-Fazārī was the first person in Islam to make (*ᶜamal*) an astrolabe. Ibn al-Nadīm also notes that astrolabes were made in the city of Harran and that they spread from there throughout the Abbasid Empire in the time of the Caliph al-Ma'mūn, that is, in the early ninth century.

The identity of Abywn al-Baṭrīq is by no means certain,[5] although it seems probable that he was a Coptic patriarch, since the name Abywn is well attested in Coptic.[6] The only other reference to Abywn known to me in the later Arabic scientific literature, apart from a remark by the thirteenth-century historian of science Ibn al-Qifṭī,[7] which is based on Ibn al-Nadīm, is in the introduction of a treatise on the use of the astrolabe by the eleventh-century scientist al-Bīrūnī (see no. 7). This treatise differs from al-Bīrūnī's other two treatises on the astrolabe, the *Istīᶜāb* and *Ikhrāj mā fī quwwat al-asṭurlāb ilā l-fiᶜl*, and is extant in a unique copy in MS Paris B. N. ar. 2498,1.[8] The text is corrupt and indeed the name Abywn al-Baṭrīq miscopied.[9] However, al-Bīrūnī states that he had seen Abywn's treatise on the astrolabe (in its Arabic translation), and notes that it contained 157 chapters and that it was translated by Thābit ibn Qurra, the celebrated scholar and translator of Baghdad at the end the ninth century.[10] Al-Bīrūnī further observes that the text used for the translation was corrupt and that Thābit had improved it where possible and that the chapters in the book did not correspond to those listed in the table of contents. Abywn has previously been overlooked in studies of the early history of the astrolabe. In the section on al-Bīrūnī (no. 7) I shall present evidence that Abywn ascribed the invention the astrolabe to Hipparchus.

1. On Ibn al-Nadīm see the article in EI_2 by J. W. Fück.
2. *Ibn al-Nadīm*, p. 284.
3. *Ibn al-Nadīm*, pp. 270 and 284.

Note added after the completion of this paper:

Prof. Paul Kunitzsch informs me that the Latin treatises on the astrolabe ascribed to Messahalla appear to be based on Western Islamic compilations based on treatise by Maslama al-Majrīṭī or some of his disciples such as Ibn al-Ṣaffār. In the Latin texts there seems to be a confusion between Mezleme, *etc.* for Maslama and Messahalla for Māshā'allāh. Thus the Latin phrase *acceptio stellarum* and the equivalent *akhdh al-kawākib* used by al-Zarqāllu seems to derive from a western Arabic tradition. See further *Kunitzsch* 3.

2. *Abū Naṣr al-Qummī*

Abū Naṣr al-Ḥasan ibn ᶜAlī al-Qummī was an astronomer of the late tenth century.[1] His major work was an extensive treatise entitled *al-Mudkhal ilā ᶜilm aḥkām al-nujūm*, dealing mainly with astrology but also containing sections on theoretical astronomy. In the second *faṣl* of the third *maqāla* al-Qummī wrote about the astrolabe and presented an etymology of *asṭurlāb* which was quoted by several later writers (see no. 10). No doubt the fact that al-Qummī was an astronomer gave authority to his derivation of *asṭurlāb*, which was that the instrument was invented by Lāb, a son of Idrīs, and that when his father asked who had drawn the lines on it (*man saṭarahu*?) he was told that Lāb had drawn the lines on it (*hādhā asṭuru Lāb* or *saṭarahu Lāb*), whence the name *asṭurlāb*. There is no lexical evidence for the IVth form (*afᶜala*) of the root s-ṭ-r, which occurs in one version of the text consulted.

In one of the copies of al-Qummī's treatise that I have used there is the additional fiction that *asṭur* is Greek for *mīzān* (= balance) and *lāb* for the sun, whence *asṭurlāb*, meaning *mīzān al-shams* (= balance of the sun). This etymology also occurs in later sources (see nos. 10 and 22).

1. On al-Qummī see *Suter*, no. 174; *Krause*, no. 174; *Brockelmann*, I, p. 253, and SI, pp. 388 and 398; and *Sezgin*, VII, pp. 174-175.

I have used MSS Cairo Dār al-Kutub Ṭalᶜat *mīqāt* 222,2 (fols. 60r-177r, 619H) and Istanbul Fatih 3427,1 (fols. 1v-113v, 708H) of al-Qummī's treatise, in which the texts of the passage are rather different. In a third copy consulted, MS Cairo Dār al-Kutub Muṣṭafā Fāḍil *mīqāt* 208 (91 fols., *ca.* 1150H), this section has been left out: in the introduction to the third *maqāla* (fol. 34v) it is stated that the section has been omitted because it could be done without (*turika li-l-istighnā' ᶜanhu*).

3. *Abū ᶜAbd Allāh al-Khwārizmī*

Various etymologies of *asṭurlāb* are given by the tenth-century encyclopaedist al-Khwārizmī (not to be confused with the ninth-century astronomer) in his *Mafātīḥ al-ᶜulūm*. He first states that the word means *miqyās al-nujūm*, "instrument for measuring the stars," and derives the Greek *asturlabon* from *astar*=*najm*=star and *lāb$\bar{o}$n*=*mir'ā*=mirror, drawing a parallel in the Greek word *astronomia* for astronomy. He then speaks contemptuously of those who claim that *Lāb* is the name of a man and that *asṭūr* is the plural of *saṭr* =

11	Abū Naṣr ibn Zarīr	
	Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī	See no. 12
	Kamal al-Dīn ibn Yūnus	See no. 12
	al-Jaghmīnī	See no. 10
	Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī	See no. 24
	Ibn al-Qifṭī	See no. 4
12	Ibn Khallikān	See also no. 31
13	Anonymous (Maghribi or Andalusian)	
14	Mūsā ibn Ibrāhīm	
15	Ibn Jamāᶜa	
16	Abū ᶜAlī al-Fārisī	
71	al-Nuwayrī	See also no. 26
18	al-Mizzī	See also no. 19
	Shams al-Dīn al-Khalīlī	See no. 20
19	Anonymous (*Tuḥfat al-ṭullāb*)	See also no. 18
20	Sharaf al-Dīn al-Khalīlī	
21	Anonymous (spherical astrolabe treatise)	
	Geoffrey Chaucer	See no. 1
22	al-Damīrī	
23	al-Fīrūzābādī	See also no. 10
24	al-Birjandī	See also nos. 10, 28, 29
25	al-Suyūṭī	
26	al-Khafājī	See also no. 17
27	Ḥājji Khalīfa	
28	Munajjimak	See also no. 24
29	Isḥāq al-Zakālī (?)	See also no. 24
30	al-Fāsī	See also no. 31
31	Muḥammad Bannānī	See also nos. 12, 22, 30
32	Miscellaneous	
33	Aḥmad Bāshā Mukhtār	
34	Ibrāhīm Fārūqī	

1. *Māshā'allāh*

The treatise on astrolabe construction attributed to the late eighth-/early ninth-century Baghdad astrologer Māshā'allāh[1] is no longer extant in Arabic, but the Latin translation[2] begins: *astrolabium nomen grecum est cuius interpretatio est acceptio stellarum...*, that is, "astrolabe is a Greek word whose meaning is taking the stars". This last expression corresponds to Arabic *akhdh al-kawākib*, which is also attested in various later Arabic sources. The Latin version of Māshā'allāh's treatise on the use of the astrolabe, which is also no longer extant in Arabic, has a different *incipit*.[3] Likewise, no etymology is offered by Geoffrey Chaucer in his treatise on the use of astrolabe, which is closely related to that of Māshā'allāh.[4]

1. On Māshā'allah see D. Pingree's article in *DSB*, and *Sezgin*, VI, pp. 127-129, and VII, pp. 102-108. His treatise dealing with both the construction and use of the astrolabe is mentioned in *Ibn al-Nadīm*, p. 273.

2. *Cf. Steinschneider*, p. 18, cited in *Gandz*, pp. 475-476. See also *Carmody*, pp. 23-25 and *Skeat*, p. xxv. 3. *Cf. Skeat*, p. 88. 4. *Cf. Skeat*, pp. 1-14.

I make no claim to have exhausted the available Islamic sources on the origin of the astrolabe and the etymology of its name. I have not ventured further than the standard lexicographical sources, although since *asṭurlāb* is not an Arabic word it is not listed in the most famous medieval Arabic dictionaries such as the *Lisān al-ʿArab* and the *Tāj al-ʿarūs*. However, I have checked all the medieval Islamic tratises on the astrolabe currently available to me.[15] Most medieval Muslim writers on the astrolabe do not broach the subject of the origin of *asṭurlāb*. The following are the exceptions.

15. The only list of medival Islamic works on the astrolabe is *Awwad*, but it is severely incomplete and needs to be supplemented with various additional works listed in *Suter*, *Brockelmann*, *Krause*, *Renaud*, *Storey*, *Sezgin*, and *King* 1. *Kunitzsch* 2, based on some three dozen texts in Greek, Syriac, Arabic, and Latin, deals with the Arabic technical terminology of the component parts of the astrolabe but not the term *asṭurlāb* itself.

Table of Contents

The following is a list of the ancient and medieval authorities cited in the main part of this paper. I have numbered those for whom direct quotes. are available concerning the etymology of *asṭurlāb* and the invention of the instrument. The corresponding Arabic and Persian texts presented in the appendix aere similarly numbered.

	Ab	See no. 31
	Hermes	See nos. 24, 28
	Idrīs	See nos. 2, 16, 24, 31, 34
	Lāb	See nos. 2, 3, 8, 10, 15, 16, 19, 23, 24, 28, 34
	Alexander (= Iskandar)	See no. 34
	Aristotle	See no. 34
	Hipparchus	See nos. 4, 8
	Ptolemy	See nos. 4, 8, 9, 12, 14, 25, 27, 30, 31, 33
	Abywn	See nos. 4, 7, 8
	al-Fazārī	See nos. 4, 27
1	Māshā'allāh	
	Thābit ibn Qurra	See nos. 4, 7, 8
2	Abū Naṣr al-Qummī	See also nos. 10, 24, 28
3	Abū ʿAbd Allāh al-Khwārizmī	See also no. 27
4	Ibn al-Nadīm	See also nos. 1,4, 7
5	Kūshyār	See also nos. 10, 11, 24, 25, 27
6	Ḥamza al-Iṣfahānī	See also nos. 7, 10, 24
7	al-Bīrūnī	See also nos. 4, 5, 6, 10, 24, 27
8	Anonymous (*al-Miqyās al-murajjaḥ*)	
9	al-Zarqāllu	See also no. 1
10	al-Ḥarīrī and commentators	See also nos. 2, 5, 6, 7, 24, 34
	Ibn al-Ṣaffār	See nos. 1, 19
	Maslama al-Majrīṭī	See no. 1
	Hibat Allāh al-Asṭurlābī	See nos. 11, 12

explanations of the curious term *kursī* (whence English "throne") for the part of the astrolabe which projects outward from the main body of the instrument to bear the ring and cord by which the astrolabe can be held or suspended. The *kursī* of the astrolabe perhaps derives from the handle of a hand-mirror.[11]

The popular medieval Islamic attribution of the invention of the astrolabe to an individual named Lāb, a son of Idrīs (= Enoch), is pure fiction. This attribution occurs in the writings of Abū Naṣr al-Qummī, and is criticized already by his late contemporary Abū ʿAbd Allāh al-Khwārizmī. There are other stories about Idrīs in Islamic folklore, which credit him with the invention of geomancy, the art of writing, and the craft of making garments.[12] The association with Lāb was popular because it provided a purely Arabic etymology of the name *asṭurlāb*. The first element *asṭur* is the plural of *saṭr*, "line", so that *asṭurlāb* means "lines of Lāb". In the later Arabic sources on *asṭurlāb* Lāb becomes a son of Hermes.[13] W. H. Morley, in the introduction to a monograph published in 1856 which remains one of the most valuable studies on Islamic astrolabes, wrote rather unkindly: "the fables of (the) invention (of the astrolabe) by Abraham, Solomon, Enoch, or by a certain person named Lāb, are unworthy of notice."[14]

The anecdote recorded by Ibn Khallikān about the invention of the astrolābe by Ptolemy is also fiction. Ptolemy is said to have been riding on some animal carrying a celestial sphere in his hand; he dropped the sphere, the beast trod on it and squashed it, and the result was the astrolabe. The anecdote, which I find as charming as the story of Newton and the apple, is not new to the modern literature, because it occurs in the published text and translation of Ibn Khallikān's biographical dictionary, but it has hitherto been overlooked by historians of science. I have no information on the origin of this anecdote.

Of greater historical interest is the statement attributed to Thābit ibn Qurra that the astrolabe was invented by Hipparchus. This is the first instance in the Arabic sources of a reference to Hipparchus in this connection. I have attempted to trace Thābit's source for this information to a Greek treatise on the astrolabe which has hitherto been overlooked in discussions of the early history of the astrolabe. But the statement about Hipparchus attributed to Thābit also includes a reference to Lāb, which would hardly occur in a Greek source. A Persian text discovered after this paper was completed associates the invention of the astrolabe with Aristotle, which is again fiction.

11. This connection was first noted by Prof. Derek de Solla Price of Yale University.

12. *Cf.* the article "*Idrīs*" by G. Vajda in EI_2.

13. *Cf.* the article "*Hirmis*" by M. Plessner in EI_2.

14. *Morley*, p. 5. On the astrolabe in Jewish Bible exegesis and in the Talmud and Halakhah see *Gandz*, pp. 480-482.

are discussed in chronological order, as far as possible. The original Arabic and Persian texts are presented in the appendix to this paper. A few of the statements ihave been discussed previously by E. Wiedemann (1909),[3] F. Rosenthal (1950),[4] S. Pines (1964),[5] S. Maher (1968),[6] E. S. Kennedy (1976),[7] and F. Sezgin (1978).[8] Also S. Gandz (1927) has surveyed the references to the astrolabe and its terminology in medieval Jewish literature.[9]

In some early Arabic texts, such as the one attributed to Mashā'allāh (spurious?) and an anonymous one (by al-Zarqāllu?), we find the statement that *asṭurlāb* means *akhdh al-kawākib*, literally "taking the stars". This corresponds to an interpretation of the Greek, assuming that the second element λαβον comes from the verb λαμβάνειν, "to take", past stem λαβ. In Persian the phrase *akhdh al-kawākib* can be conveniently rendered *sitāra yāb*, the Indo-Iranian *sitāra* meaning "star" and *yāb* being from the verb *yāftan*, meaning "to find" or "to take". Ḥamza al-Iṣfahānī states that *asṭurlāb* is an Arabicization of this Persian phrase.

Kūshyār explains *asṭurlāb* as meaning *mīzān al-shams*, "balance of the sun". This is curious not least because *mīzān al-shams* is attested in early scientific Arabic as referring to a special variety of sundial.[10] Abū ʿAbd Allāh al-Khwārizmī and al-Bīrūnī explain *asṭurlāb* as meaning *mir'āt al-shams*, "mirror of the sun", asserting that λαβον means "mirror", which is not the case. Nevertheless, the reference to the notion of a mirror is interesting not least because of the resemblance between the basic shapes of an astrolabe and a hand-mirror. In this connection I have not found any medieval Arabic

3. E. Wiedemann records the etymologies of al-Bīrūnī, Abū ʿAbd al-Khwārizmī *Mafātīḥ al-ʿulūm*), and Ḥājjī Khalīfa (*Wiedemann* 1, I, p. 551, and II, p. 459).

4. F. Rosenthal, in an article on al-Samaw'al and Hibat Allāh al-Asṭurlābī published in 1950, mentioned the derivation of *asṭurlāb* from *asṭur* and *Lāb* suggested by Abu ʿAbd ʿAllāh al-Khwārizmī and Ibn Khallikān (*Rosenthal*, p. 555).

5. S. Pines, in a study of the terms "astronomy" and "astrology" according to al-Bīrūnī, discussed the etymologies of al-Khwārizmī and al-Bīrūnī (*Pines*, pp. 346-347).

6. S. Maher, in her book on the navy in Muslim Egypt, cited and reproduced the text of the derivations in the marginalia by Isḥāq al-Zaqālī to the anonymous treatise in 15 *faṣls*, and in the fifth *maqāla* of the treatise by Munajjimak (*Maher*, pp. 255-256 and 386-387).

7. E. S. Kennedy discussed the statements of al-Bīrūnī in the *Shadows* in his recently-published commentary thereon (*al-Bīrūnī* 2, text, p. 69, trans., p. 111, comm., p. 53).

8. F. Sezgin in his monumental bio-bibliographical survey of early Islamic literature discusses the attribution of the astrolabe to Hipparchus in the treatise *al-Miqyās al-murajjaḥ* which is falsely attributed to al-Bīrūnī (*Sezgin*, VI, p. 78).

9. *Gandz* contains references to the etymologies of Māsha'allāh, Ḥājji Khalīfa, and Lane. The reference to an etymology by ʿAlī b. ʿĪsā (p. 475) is in fact a reference to the etymology of Abū ʿAbd Allāh al-Khwārizmī.

10. *Cf. Dozy*, II, p. 809, where no specific medieval context is mentioned. See, however, E. S. Kennedy's translation and commentary of a passage on an instrument for reckoning time of day called *mīzān* which is described by al-Bīrūnī in his book on shadows (*al-Bīrūnī* 2, I, pp. 153-156, and II, pp. 82-83), and also the remarks in *King* 2, pp. 49-50.

The Origin of the Astrolabe According to the Medieval Islamic Sources

DAVID A. KING*

THE MEDIEVAL ARABIC *asṭurlāb* or *aṣṭurlāb* for astrolabe was derived from the Greek ἀστρόλαβος (or ἀστρολάβον ὄργανον), name of several astronomical instruments serving various purposes, including the demonstration and graphical solution of many problems of spherical astronomy.[1] As Otto Neugebauer has shown in a section on the early history of the astrolabe published in his monumental *History of Ancient Mathematical Astronomy*, the underlying theory of stereographic projection was known in the time of Hipparchus (*ca.* 150 B.C.) and the astrolabe as it was known in medieval times was probably first described by Theon (*ca.* 375 A.D.).[2]

The purpose of this study is to draw attention to a series of statements in the medieval Islamic sources about the etymology of the Arabic word *asṭurlāb* or *aṣṭurlāb* and about the invention of the instrument. These statements

* Department of Near Eastern Languages and Literatures, New York University, New York, NY 10003, USA.

Acknowledgements
The research on medieval Islamic science conducted at the American Research Center in Egypt during 1972-79 was sponsored mainly by the Smithsonian Institution and National Science Foundation, Washington, D.C. (1972-79), and by the Ford Foundation (1976-79). This support is gratefully acknowledged.

It is a pleasure to record my gratitude to the Egyptian National Libary, where most of the manuscripts used in this study are preserved, and also to the Municipal Library in Alexandria, the Suleymaniye Library in Istanbul, the Universiteitsbibliotheek in Leiden, the British Library in London, Columbia University Library in New York, and the Bibliothèque Nationale in Paris. Prof. Franz Rosenthal of Yale University and Dr. Michael Carter of the University of Sydney kindly read this paper in its penultimate form, and their valuable comments on certain linguistic and stylistic matters have been incorporated in the present version. Further comments of a more technical nature by Prof. Paul Kunitzsch of the University of Munich have also been included. Any shortcomings are of course my own responsibility.

The passage on the invention of the astrolabe in the Taymûr *ḥikma* manuscript was noticed by my friend Dr. Dimitri Gutas in the Egyptian National Library one bitterly cold day in the winter of 1975. The other passages recorded in these pages were collected on more lonely occasions since then. This paper is dedicated to the memory of the happy times spent with Dr. Gutas in Cairo.

1. In general, *aṣṭurlāb* is prefered in early treatises, even in late copies thereof, and *asṭurlāb* is standard in late treatises. On the Greek name for the astrolabe see also *Segonds*, pp. 18-25.

2. See *Neugebauer* 2, II, pp. 868-879, and also *Neugebauer* 1. Here and elsewhere references by author or short title are to the bibliography at the end of the paper.

Bibliography

1. Banū Mūsā, K. *Maʿrifat misāḥat al-ashkal* (ed. Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsi in *Nine Tracts*, (Hyderabad-Dn: Osmania Oriental Publications Bureau, 1940).

2. Berggren, J. L., "Al-Sijzī on the Transversal Figure", *Journal for the History of Arabic Science*, 5 (1981), 23-36.

3. Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān, *Al-Qānūn al-Masʿūdī* (Hyderabad-Dn.: Osmania Oriental Publications Bureau, 1955).

4. Brockelmann, C., *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2 vols., 2nd ed., (Leiden: E. J. Brill, 1943 and 1949), and Supplementbände, 3 vols.,(Leiden: E. J. Brill. 1937, 1938 and 1942).

5. Hermelink, H., "Vermischte Abhandlungen über Astronomie . . . Bankipore Nr. 2468", *Zentralblatt für Mathematik*, 54 (30. Oktober 1956), 1-2.

6. Kennedy, E. S. and H. Hermelink, "Transcription of Arabic Letters in Geometrical Figures", *Journal of the American Oriental Society*, 82 (1962), 204.

7. *Rasā'ilu'l-mutafarriqa fī'l-hai'at li'l-mutaqaddimīn wa muʿaṣiray il-Bīrūnī* (Hyderabad-Dn.: Osmania Oriental Publications Bureau, 1948).

8. Sezgin, F., *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Vol. V (Leiden: E. J. Brill, 1974).

9. Woepcke, F., *L'Algèbre d'Omar Alkhayâmi*, (Paris, 1851).

we have shown how such a line may be drawn by fixed geometry". On the other hand, if the work on the nonagon were an early one, composed before he framed his views on vergings, it is strange that he would write in his treatise on trisection that "nothing relating to this problem (trisection) has been solved either by the ancients or the moderns except for these two geometers (Abū Sahl al-Kūhī and Thābit ibn Qurra)", [9, pp. 117–18]. Presumably the construction of the nonagon by trisection would "relate to this problem"; so rather than assume al-Sijzī was keeping silent about a youthful work he regretted, we conclude that he did not write this treatise.

Two other persons known to have written on the nonagon during this period were Abū'l-Jūd and al-Bīrūnī; but the former used conic sections rather than vergings and was more interested in an algebraic approach to the problem, while the latter says of constructions of the nonagon by moving instruments or conics that "they are of slight use when it comes to numbers", and then gives two algebraic methods for obtaining the side, [3, p. 287]. Moreover the rather ponderous style of proof in the present treatise, including the citation of Book I of *The Elements* on the exterior angle of a triangle and the proof that TG intersects AE in the direction of E, hardly recalls that of either of these two mathematicians.

We conclude that the treatise is incorrectly attached to that of al-Sijzī, since he did not write it, and that it is the work of a tenth-century geometer whom, without further evidence, it is impossible to identify. In view of the striking similarity of its key step to the proof of the Banū Mūsā, this treatise appears to be another instance to the influence of the Banū Mūsā's work in medieval Arabic mathematics.

Acknowledgements

I wish to thank the Institute for the History of Arabic Science of the University of Aleppo for providing a photograph of MS Bankipore 2468/38 studied in this paper and for their hospitality during a stay in Aleppo when I did research on this paper, and I thank R. Rashed and J. Hogendijk for conversations which convinced me that the treatise on the nonagon is not due to al-Sijzī.

be on His prophet Muḥammad and his family. (19) Its editing was finished in Mūṣul in Muḥarram the year 632 (Hijra).

Commentary:

Only the inclusion of this treatise in Bankipore 2468 lends some support to our supposition that *The Nine-sided Figure* was composed in the latter part of the tenth or the early eleventh century, for that is the period from which most manuscripts in this codex come. Certainly from the point of view of the contents it could have been written at any time during the Islamic period. Thus, when al-Bīrūnī remarked in *al-Qānūn al-Masᶜūdī* that one cannot trisect a general angle without moving instruments or using conic sections [3, p. 287] and observed that to construct a regular nonagon it suffices to trisect two-thirds of a right angle [3, p. 297], he was merely summarizing what had been known to geometers since antiquity. Even the Banū Mūsā gave in the mid-ninth century in their *Book of the Knowledge of the Measurement of Figures* exactly the procedure for trisecting a general rectilineal angle that is used here for trisecting one of 60°, [1, p. 24].

When the lettering in their proof is adapted to Fig. 1 the proof runs as follows. Draw a diameter $YDN \parallel BG$ and draw NG. Thus GT is equal and parallel to ND, and so NG is equal and parallel to DT. This means $GN \perp DE$; so GN, and hence $\widehat{GN}$, is bisected by DE. Thus $\widehat{EN} = \frac{1}{2}\,\widehat{GN}$. But $\widehat{BY} = \widehat{GN}$ and $\widehat{AY} = \widehat{EN}$, so $\widehat{AY} = \frac{1}{2}\widehat{BY}$, and so $\angle ADY = \frac{1}{3}\angle ADB$. Thus the treatment by the Banū Mūsā makes it plain that TD is equal to the chord of an arc that is $\frac{2}{3}$ of BA, which is a key step in *The Nine-sided Figure*.

Thus the purpose of the present treatise appears to have been simply to point out that when a well-known trisection procedure is applied to an angle of 60°, the verging produces directly the side of the regular nonagon iself. This is a very nice observation, giving a surprise ending to the usual construction, and certainly one worth a short treatise.

Since this short work immediately follows al-Sijzī's *The Transversal Figure*, it is tempting to suppose he was the author, for he also wrote on the trisection of the angle and the construction of the regular heptagon, and such an elegant construction of the nonagon would complete this activity very nicely. However, in view of the fairly clear and consistent attitude al-Sijzī displayed towards verging constructions he probably would not have considered such a construction of the nonagon as valid, much less elegant, for in his treatise on the trisection of an angle he describes a verging construction in a "Proposition resolved by one of the ancients by means of a straightedge and compass but which we must resolve by means of fixed geometry", [9, p. 120].

It does not seem likely that after expressing such a view al-Sijzī would write a treatise using a verging construction without at least adding, "and

point T and the circumference at the point G, and TG is equal to half the diameter, then I say that the line TD is always (20) equal to the side of the regular nine-sided figure in it (the circle)"? The reply is that that is true; (21) what I claim about it is sound. The proof of it (is as follows): We produce the diameter AE and the chord BG in straight lines in the directions (22) of E, G so that they meet; and I say first that their meeting is possible and the contrary is impossible, for if it were possible that the two were produced (23) and did not meet, then we draw from the point G a perpendicular to the diameter, GL. Then the lines AE, BG are either parallels (24) or their distance in the directions E, G is further as they run side-by-side. If they are parallels, then TG is equal to (25) DL because of the parallelism; but it was supposed equal to DE, i. e. equal to half the diameter, and that is a contradiction. Thus their distance (26) in the directions E, G is wider than parallelism; and that is even more of a contradiction because of what we proved (since such a GT would be even smaller than the previous GT, and hence less than the radius). Thus it is necessary (27) that the two lines EA, BG meet if they are produced in straight lines in the directions E, G; so let them be produced and let their meeting be at (28) the point K and draw BD, DG and produce GM parallel to DK. Then the ratio of TM to MD is as the ratio of TG (29) to GK; and TM is equal to MD, since TG is equal to GD ,and GM is perpendicular to TD. Thus TG is equal to GK, and because of that (30) DL is equal to LK. Since the exterior angle BGD of the triangle GDK is equal to the two opposite interior angles GDK, GKD, as proved in the first book of *The Book of The Elements*, while the angle (280r:1) BGD is equal to the angle GBD, since BD is equal to DG, and the angle GDK is equal to the angle GKD, the angle KBD (2) is equal to twice the angle BKD. Similarly, the exterior angle BDA of the triangle BDK is equal to the two opposite interior angles DBK, DKB; (3) (so) angle DBK is two-thirds of angle BDA and the angle BKD is one-third of angle BDA. (4) However, triangle ABD is equilateral, since AB was supposed equal to half the diameter, so angle BDA (5) is two-thirds of a right angle and thus angle BKD, i.e. angle GDK which is equal to it, is two-ninths of a right angle. Certainly (6) the sum of the angles around the center in any circle is four right angles; (7) so it is necessary that the angle whose chord is (8) the side of a regular nine-sided figure in any circle (9) four-ninths of a right angle. We have already proved (10) that the angle GDK is two-ninths of a right angle and the line GL (11) is half the chord of double the arc GE; (so) the line (12) GL is half the side of the regular nine-sided figure (13) in the circle ABG. Also certainly the line (14) TD is double the line GL, since its ratio to it is as the ratio (15) of TK to GK, and TK is double GK by what we proved. Thus TD (16) is equal to the side of the regular nine-sided figure in (17) the circle ABG; and that is what we wanted to prove. This is its figure. (18) It is finished with praise to God and with His good success. His blessings

An Anonymous Treatise on the Regular Nonagon

J. L. Berggren*

In 1948 Osmania Oriental Publications Bureau published a collection of twelve treatises, mostly from the 10th and 11th Centuries, taken from the codex Bankipore 2468, [7]. Over thirty years have elapsed since then but only three of these treatises have been the subjects of published investigations and one more has been translated (into Russian). Although the cover states the volume contains eleven treatises there is in fact a twelfth, an anonymous treatise attached both in the codex and the printed book to the work of the 10th century scholar Muhammad b. ᶜAbd al-Jalīl al-Sijzī, *On the Transversal Figure*. Perhaps because this treatise ends half-way down f. 279ᵛ of the manuscript and the anonymous treatise *The Nine-sided Figure* begins on the next line, there is no mention of the latter in such standard works as Brockelmann [4] or Sezgin [8], although Hermelink noted it in his review of the volume [5].

The purpose of the present paper is to translate and comment on *The Nine-sided Figure* and to consider its authorship. In a separate paper [2] we consider the treatise to which it is joined, the previously unstudied treatise of al-Sijzī, *On the Transversal Figure*. A facsimile of the manuscript text appears on p. 36-33 of this journal.

In the following translation "(*m r/v:n*)" denotes the beginning of line *n* of folio *m* (*recto/verso*) of Codex Bankipore 2468, while a simple "(*n*)" denotes the beginning of line *n*. Parentheses enclose additions to the text or explanations, and the figure found in the text is copied as nearly as possible, with the letters transcribed according to the system of Kennedy and Hermelink [6], in Fig. 1; however the lines NY and NL are not in the text and have been added by us to facilitate our later discussion of some work of the Banū Mūsā.

What follows is a translation of *The Nine-sided Figure*. (279*v*:17) The nine-sided figure. What is the proof of the assertion of one who says, "(Given) the circle ABG whose center is D and whose quartering diameters (18) are AE, ZH, if the two chords AB, BG are drawn in it subject to the condition that AB is equal to half its diameter and BG cuts the diameter (19) at the

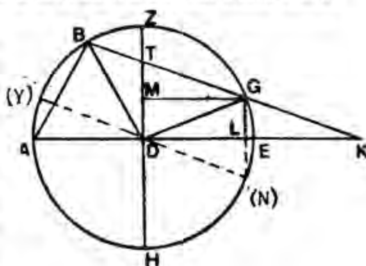
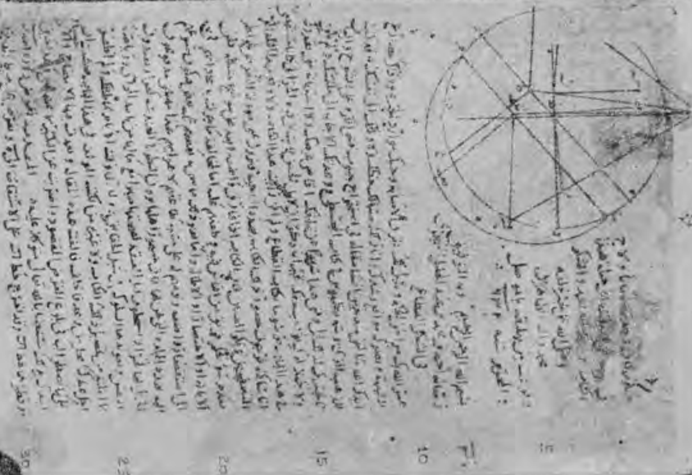


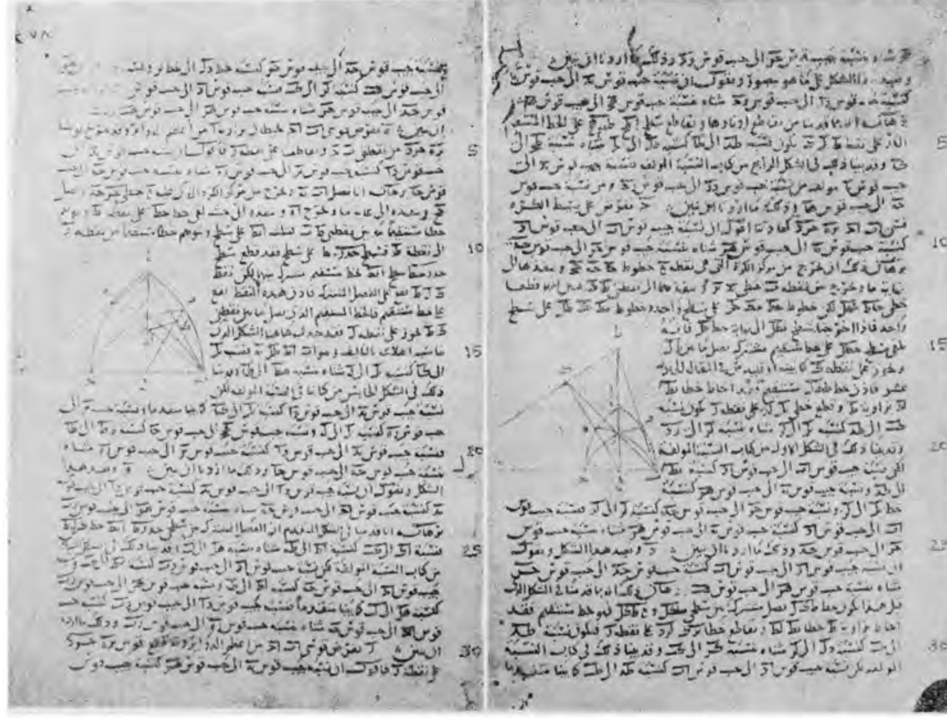
Fig. 1

* Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia

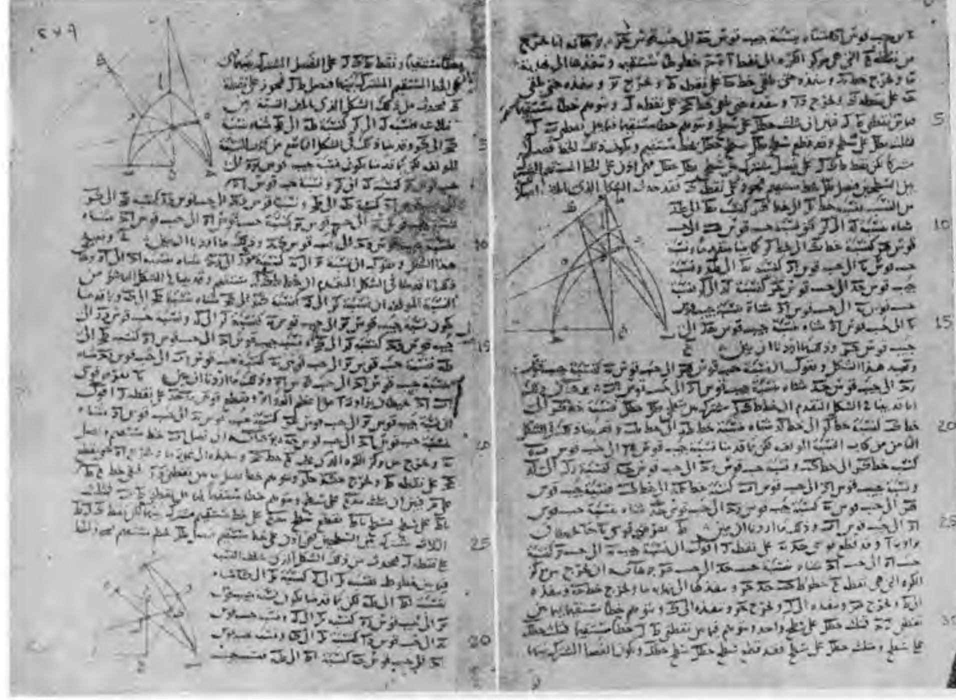




MS Bankipore 2468, ff. 276v–277r. Reproduced with thanks.



MS Bankipore 2468, ff. 277v–278r. Reproduced with thanks.



MS Bankipore 2468, ff. 278v–279r. Reproduced with thanks.

MS Bankipore 2468, ff. 279v–280r. Reproduced with thanks.

line AG. By similar triangles $AB:AD = BE:DH = (BE:EZ)(EZ:DH)$ and $EZ:DH = ZG:GD$ (again by similar triangles); so $AB:AD = (BE:EZ)(ZG:GD)$. See Figure 2a.

We note that while the idea of the proof, so far as it applies to a particular case, goes back to Ptolemy (*The Almagest* [3], pp. 45-6), the use of the chart of permutations to produce twelve diagrams to which one proof applies seems to be al-Sijzī's own, very attractive, idea.

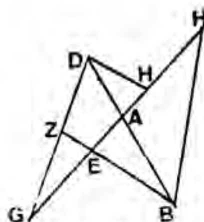


Fig. 2a

At the end of the proof (44*r*) al-Sijzī writes: "The proof of it was composed by the methods which I proved in my book *The Compound Ratio for Every Method*, one explanation for the twelve cases. And this is another one of those proofs, which I indicate in red when it differs from them, and the extension of its lines and its letters are also in red in the transversal (figure). This method is easier than the rest of the methods I have seen in their books. At this point we will break off the discourse since our goal is attained in this letter. Praise is God's regarding the goodness of his deeds and may God bless our lord Muḥammad and his family and his companions, and peace on them. It was derived on the first of Muḥarram, the year 389 Hijra".

There are no red letters or lines in the diagrams accompanying the treatise, but there are additional lines in the diagrams, namely lines labelled BH and passing through B parallel to DZ, just as the line used in the proof was labelled DH, passed through D, and was parallel to BZ. These may be the lines that were originally in red and there is no difficulty is forming a proof using them, one that is entirely analogous to the proof al-Sijzī gives using DH, (details in [1], p. 53). See Fig. 2a., an exact copy of one in the manuscript.

The passage quoted above makes it clear that the work al-Sizjī refers to in his *Transversal Figure* as *The Compound Ratio* is not the treatise we are summarizing but an as-yet-unrecovered work of his whose full title was *The Compound Ratio for Every Method* (*al-nisba al-mu'allafa li-kulli ṭarīq*).

Then, though the passage quoted would seem to be the end, the treatise in fact continues for another page and a half, including a table stating what form the proportion $a:b = (g:d)(e:w)$ takes if two quantities, such as a and g, are equal. That this appendix is really by al-Sijzī is shown when, having given the table just mentioned the author writes "And we compose tables for determining the unknown one of six magnitudes when five of them are known, and the proof is in my book *On the Compound Ratio*". These tables, however, are omitted by the scribe, even though the treatise ends with instructions for their use.

true, it is not of much use, since the other ratios entering into the proportion are altered). On 42*r* he comes to the main point of the treatise. He realizes that if he is to give one proof valid for the twelve cases arising from one side of the diagram, the lines in each of the twelve figures to which his proof applies will have to bear some permutation of the labels ADB, AEG, BZE and GZD. To this end be makes the following chart of the permutations (*ibdāl*) of the three letters in each of these labels.

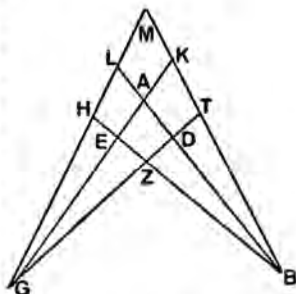


Fig. 1a

CHART 1a.

(as found on f. 42*r* of the manuscript)

The first	*ABD*	*ADB*	*BAD*	*BDA*	*DAB*	*DBA*
The second	*AEG*	*AGE*	*EGA*	*EAG*	*GAE*	*GEA*
The third	*BZE*	*BEZ*	*EBZ*	*EZB*	*ZBE*	*ZEB*
The fourth	*DZG*	*DGZ*	*ZDG*	*ZGD*	*GDZ*	*GZD*

There is no simple rule that would generate the chart from its first column though the interchange of entries (2,3) – i.e. second row and third column– with (2,4), (3,3) with (3,5), and (3,4) with (3,6) ,would produce a chart in with the entries in any one column are generated from the corresponding entries in the first column by the same permutation. In any case, al-Sijzī now shows how, if we choose one of the above labels for any line of the tranversal figure, we may use the chart to determine the labelling of the other lines. He takes the case when we label the "first" line DBA. We find, he says, that among the other lines there are two emanating from D and A with only one point in common, and so "we seek the common (letter) from the beginning of the two rows of the second (table) and find G". Then the second row shows immediately that the letter following AG is E, and the fourth row shows that the letter following DG is Z.

Thus the entries in the first and third rows allow us to form twelve diagrams illustrating the twelve cases of the transversal theorem in which the letters A,B,D,Z and E label the two right-hand lines. For each of these twelve cases he proves (43*v*) that $AB{:}AD = (BE{:}EZ)\,(GZ{:}GD)$, as follows. In each figure draw DH parallel to BE, where H is the intersection of DH with the

Acknowledgements:

I wish to thank the Institute for the History of Arabic Science of the University of Aleppo for providing photographs of the treatise from Codex Bankipore 2468 studied in this paper, as well as J. Hogendijk, D. King, and J. Sesiano for providing copies of works which, in al-Sijzī's words, "do not exist in the city I inhabit". Finally I thank H. E. Kassis for saving me from several blunders in the translation of the preface to al-Sijzī's work.

Bibliography

1. Björnbo, A.,"Thābits Werk über den Transversalensatz (liber de figura sectore). Mit Bemerkungen von H. Suter. Hsg. und erganzt . . . von H. Bürger und K. Kohl", *Abh. zur Geschichte der Naturwiss. und der Med.*, Heft VII, Erlangen (1924), 1-90.

2. Kennedy ,E. S. and H. Hermelink, "Transcription of Arabic letters in Geometrical Figures", *Journal of the American Oriental Society*, 82, No. 2 (April – June ,1962), 204.

3. Ptolemy, C., *Handbuch der Astronomie* (Vol. I), and comm. by K. Manitius with preface and corrections by O. Neugebauer (Leipzig: B. G. Teubner, 1963).

4. *Rasā'ilu'l-mutafarriqa fi'l-hai'at li'l mutaqaddamīn wa muᶜāṣiray il-Bīrūnī* (Hyderabad-Dn.: Osmania Oriental Publications Bureau, 1948).

5. Sezgin, F., *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Vol. V (Leiden: E. J. Brill), 1974.

6. Al-Sijzī, ᶜAbd al-Jalīl "Fī taḥṣīl īqāᶜ al-nisba al-muᵓallafa al-ithnaī ᶜashara fī'l-shakl al-qaṭṭāᶜ al-musaṭṭaḥ bi-tarjama wāḥida wa kayfiyat al-aṣl alladhī tatawalladu minhu hādhihi'l-wujūh", Leiden, MS Or. 168, ff. 41r-44v.

Appendix

Al-Sijzī's treatise on the compound ratio in MS Leiden Or. 168

Since in the treatise we have discussed above al-Sijzī does not deal with the plane case of the transversal theorem, we have thought that the reader might wish to have a brief account of the one known treatise where he does discuss the theorem, namely his *Fī taḥṣīl īqāᶜ al-nisba al-mu'allafa ...*, Leiden MS Or. 168 (ff. 41*r* – 44*v*). Another account may be found in [1].

Al-Sijzī begins (41*r*) by distinguishing among the twelve cases obtained from "one side" of the transversal figure the four cases obtained by *tarkīb*, the two obtained by *tafṣīl*, and the other six obtained by *ibdāl* (interchanging antecedent and consequent in the previous cases). On 41*v* he next shows that when we prolong BE to H, so that $EH = EZ$ (Fig. 1a.), and complete the figure to a transversal figure GHL, LAB, BZH and GZD, ratios such as BE: EZ, which were examples of *tarkīb* in the first figure, may be replaced by equal ratios (in this case BE: EH) which are now examples o *tafṣīl*. (While this is

CHART I

THEOREMS IN ORDER	PROOF	SIX CASES FOR *ADB*
$\frac{\text{Sin } \widehat{AB}}{\text{Sin } \widehat{BD}} = \frac{\text{Sin } \widehat{AE}}{\text{Sin } \widehat{EG}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{GZ}}{\text{Sin } \widehat{ZD}}$	Intersection of planes *ATG*, *THE*. From Theorem 3 of his book.	Whole to lower part
$\frac{\text{Sin } \widehat{BD}}{\text{Sin } \widehat{AB}} = \frac{\text{Sin } \widehat{DZ}}{\text{Sin } \widehat{ZG}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{EG}}{\text{Sin } \widehat{EA}}$	From Theorem 4.	Lower to whole
$\frac{\text{Sin } \widehat{AB}}{\text{Sin } \widehat{AD}} = \frac{\text{Sin } \widehat{BE}}{\text{Sin } \widehat{EZ}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{GZ}}{\text{Sin } \widehat{GD}}$	Intersection of planes *AEG*, *BDZ*. From Theorem 1.	Whole to upper
$\frac{\text{Sin } \widehat{AD}}{\text{Sin } \widehat{AB}} = \frac{\text{Sin } \widehat{GD}}{\text{Sin } \widehat{GZ}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{EZ}}{\text{Sin } \widehat{EB}}$	Number not given.	Upper to whole
$\frac{\text{Sin } \widehat{BD}}{\text{Sin } \widehat{DA}} = \frac{\text{Sin } \widehat{BZ}}{\text{Sin } \widehat{ZE}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{GE}}{\text{Sin } \widehat{GA}}$	Intersection of planes *DZG*, *BAE* From Theorem 5.	Lower to upper
$\frac{\text{Sin } \widehat{DA}}{\text{Sin } \widehat{BD}} = \frac{\text{Sin } \widehat{GA}}{\text{Sin } \widehat{GE}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{EZ}}{\text{Sin } \widehat{ZB}}$	From Theorem 6.	Upper to lower
		SIX CASES FOR *BZE*
$\frac{\text{Sin } \widehat{BE}}{\text{Sin } \widehat{EZ}} = \frac{\text{Sin } \widehat{BA}}{\text{Sin } \widehat{AD}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{GD}}{\text{Sin } \widehat{GZ}}$	Intersection of planes *AEG*, *BDZ*. Number not given.	Whole to upper
$\frac{\text{Sin } \widehat{EZ}}{\text{Sin } \widehat{BE}} = \frac{\text{Sin } \widehat{GZ}}{\text{Sin } \widehat{GD}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{AD}}{\text{Sin } \widehat{AB}}$	From Theorem 8.	Upper to whole
$\frac{\text{Sin } \widehat{BE}}{\text{Sin } \widehat{BZ}} = \frac{\text{Sin } \widehat{AE}}{\text{Sin } \widehat{AG}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{GD}}{\text{Sin } \widehat{GZ}}$	Intersection of planes *ADB*, *GEZ*. From Theorem 9.	Whole to lower
$\frac{\text{Sin } \widehat{BZ}}{\text{Sin } \widehat{BE}} = \frac{\text{Sin } \widehat{GZ}}{\text{Sin } \widehat{DG}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{AG}}{\text{Sin } \widehat{AE}}$	From Theorem 10.	Lower to whole
$\frac{\text{Sin } \widehat{BZ}}{\text{Sin } \widehat{EZ}} = \frac{\text{Sin } \widehat{BD}}{\text{Sin } \widehat{AD}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{AG}}{\text{Sin } \widehat{GE}}$	Intersection of planes *DZH*, *BAE*. Number not given.	Lower to upper
$\frac{\text{Sin } \widehat{EZ}}{\text{Sin } \widehat{BZ}} = \frac{\text{Sin } \widehat{EG}}{\text{Sin } \widehat{AG}} \cdot \frac{\text{Sin } \widehat{AD}}{\text{Sin } \widehat{BD}}$	From Theorem 12.	Upper to lower

We conclude by comparing al-Sijzī's treatment of the transversal theorem with that of his two well-known predecessors, Ptolemy and Thābit b. Qurra. Ptolemy states but two cases of the theorem and proves only one, for his interest is in providing in brief compass a useful tool for astronomers to solve such problems as that of finding the declination of the sun given its longitude.

Certainly both Thābit and al-Sijzī were also aware of the astronomical applications of the theorem and the latter writes, near the end of his treatise (279*v*: 13-14), "For it is my intention, when I have the time, to compose a detailed book on celestial arcs, in which the uses of the sought goal in regard to the transversal figure would be fulfilled." However, both men evidently saw the need of providing a complete mathematical basis for these uses. Ptolemy's attitude, on the other hand, was probably well-summarized by Thābit who wrote of him that he felt "the reader who understands could, with one example available, find the proofs of the remaining forms for himself" [1, p. 27].

Although al-Sijzī and Thābit had the same goal, their procedures differ considerably. While al-Sijzī aimed at deriving each of the twelve forms shown in Chart I by a uniform method from the corresponding plane theorems, Thābit saw that the first case described by Ptolemy was one from which all the other cases could be derived. Thus he filled in the gaps in Ptolemy's proof of the one case and proved the other basic case, stated but not proved by Ptolemy, from the first. He then went on to assert that all the other cases could be reduced to these two, following which he shows how these two cases could be proved without using the plane form of Menelaos' Theorem. Finally he concluded with a demonstration of how, given six (comparable) quantities a, b, g, d, e, w, and a relation $a:b = (g:d).(e:w)$ one could derive seventeen, and only this many, other relations, such as $a:g = (b:w).(e:d)$.

Thus Thābit's basic contribution lies in pointing out that all forms of the theorem are derivable from one form, even if such a derivation is carried out in detail only for one case, whereas al-Sijzī carried out the details of the proofs of the twelve statements given in Chart I according to a uniform procedure. With Thābit therefore the unity lay in the basic theorem while with al-Sijzī it lay in the one procedure. Both treatises, in providing unified, thorough treatments of a major theorem, were independent steps in recognizing the mathematical discipline of trigonometry.

The pair translated from al-Sijzī's treatise is entirely typical in that the twelve theorems fall into six such pairs, namely 1, 2; ...; 11, 12 – where the second member of each pair proves the case obtained from the first by inverting all three ratios. In the case of each pair the statement of the second opens with the phrase "We repeat this figure", and the proof is quite short, since al-Sijzī is able to use the same plane transversal figure as in the first.

In his previous treatise *The Compound Ratio* al-Sijzī explains that in the plane transversal theorem twelve cases arise because on the line AB there are three segments AD, DB and AB, any two of which form a ratio (in two ways), and so we obtain six different ratios from AB. Similarly, we obtain six different ratios from BE for a total of twelve, "and as for the statements of the ratios of AG and its segments, they are like the statements of the ratio of AB as far as obtaining them and similarly the statements of (the ratios of) GD are like the statements of (the ratios of) BE", [6, f. 41v : 2–4]. The corresponding twelve cases for the sphere constitute the propositions of the present work.

In this treatise al-Sijzī, unlike Ptolemy and Thābit, states each of the twelve theorems using Sines of the arcs. The proofs, however, proceed along the same lines as Ptolemy's: each case of the spherical transversal theorem in reduced to one of the plane cases, which he usually cites by number from *The Compound Ratio.* These plane cases are all generated in a uniform manner, namely by intersectiong three radii of the sphere with chords of great circles (both being produced if necessary), to obtain three points which he proves lie on a straight line by proving they lie on two planes. (As we have seen, the specification of the points is not always so clear as it might be.) This straight line is then the fourth line of a plane transversal configuration.

Chart I states the twelve propositions of al-Sijzī's work in the order he proves them, giving for each one the intersecting planes that produce the fourth line and the theorem number of the result he uses from his work on compound ratio when he cites it. The third column gives for the reader's convenience a verbal description of the ratio that is to be expressed as a compound ratio.

The chart reveals al-Sijzī's systematic treatment of the twelve propositions, in which for each of the two segments he deals first with the four cases of *tarkīb* and then with the two cases of *tafṣīl.* Were it not for one anomaly, his arrangement of the spherical propositions would follow that of the corresponding plane theorems, as the second column shows. One would rather have expected the propositions to occur in the order 3, 4, 1 and 2, but the possibility that a later writer arbitrarily re-ordered them or that some codex folios got out of order is excluded by the words "it is necessary to retain this exception for the totality of propositions in this book" in the opening part of Proposition 1, for they show this is indeed the first theorem.

and we draw (8) HG which we produce indefinitely (to some point T). We draw AE and produce it until it meets the line HT at the point T. We imagine (9) a straight line between the two points B, T so the triangle ABT is on a plane. We (also) imagine a straight line from the point D (10) to the Point T so the surface $HDZGT$ is on a plane; thus the plane $HDZGT$ cuts (11) the plane ABT in a straight line common to the two of them. But (then) the points (12)K, L, T lie on the common section and so these points lie (13) on a straight line. Thus the straight line joining the two points (14) K, T passes through the point L, and so there results here the figure (15) whose sides are related by composition, i.e. AB, AT, T [K] (L) and BE. Hence ,the ratio of BK (16) to KA is as the ratio of BL to LE compounded with the ratio of ET to TA, which we proved (17) in the fifth theorem of our book on compounded ratios. However, (18) the ratio of the Sine of the arc BD to the Sine of the arc DA is as the ratio of BK to KA, as we proved by way of a lemma, and the ratio of the Sine (of the arc) BZ to (19) the Sine of the arc ZE is as the ratio of BL to LE ,and the ratio of the Sine of the arc EG to the Sine of the arc GA is as the ratio of ET to TA (20); and so the ratio of the Sine of arc BD to the Sine of arc DA is as the ratio of the Sine of arc BZ to the Sine of arc ZE compounded (21) with the ratio of the Sine of arc GE to the Sine of arc GA, and that is what we wanted to prove.

He now states and proves Proposition 6.

(278*r*:21) We repeat this (22) figure and we say that the ratio of the Sine of the arc DA to the Sine of the arc BD (the copyist repeats the whole phrase from "ratio" to "BD") (23) is as the ratio of the Sine of the arc AG to the Sine of the arc GE compounded with the ratio of the Sine of the arc EZ to the Sine of the arc ZB. (24) Its proof: We proved concerning the preceding figure that the common section of the two planes $GDZT$, ABT is the line KLT, (25) and so the ratio of AK to KB is as the ratio of AT to TE compounded with the ratio of EL to LB – and we proved that in the sixth theorem (26) of the *Book of the Compound Ratio*.

The next four lines just apply the introductory lemmas to replace the latter ratios by ratios of Sines, and we shall not repeat them here.

Before we comment on the above, we quote for comparison Ptolemy's proof of one of the two cases he discusses, since it is exactly that proved by al-Sijzī in Propotion 5. (Since Ptolemy labels the points on the left D and B and those on the right E and G, we have changed his lettering to fit Fig. 3.) What follows is from the *Almagest* [**3**, p.50; lines 1-20].

From the center H of the circle draw straight lines HD, HZ and HG. Draw the connecting line AE and prolong it until it cuts the prolongation of HG at T. Similarly the connecting lines EB and AB will cut HZ and HD at L and K (respectively). Since the three points K, L and T lie in the planes of triangle ABE and the circle GZD, they lie on a straight line. The line which joins these points produces the following figure: the straight lines TK, BE, which cross at Z, are drawn in the lines TA and BA [**3**, p. 50].

The remainder of Ptolemy's proof is simply the application of the plane form of Menelaos' theorem and the preliminary lemmas to obtain the desired conclusion; however, the portion quoted shows plainly the dispatch with which Ptolemy defines the three crucial points T, K and L and shows they lie on a straight line. In contrast, al-Sijzī does not carefully define the two points K and L and he dwells a bit longer than Ptolemy on the fact that these, together with T, lie on a straight line, but to no more effect, for both authors leave it to the reader to convince himself that each point is both on a line in one plane and on a line in another.

each other in the point Z. I say that the ratio of GA to AE is equal to the ratio of GD to DZ compounded with the ratio of ZB to BE" and, with the same hypotheses, "the ratio of GE to EA is equal to the ratio of GZ to ZD compounded with the ratio of DB to BA" [3, p. 45]. The first case, in which one of the terms in the initial ratio is a whole segment, the Greeks called *kata synthesin* and the Arabs *tarkīb*, while the corresponding words for the other case were *kata diairesin* and *tafṣīl*. ; Al-Sijzī does not state these theorems, but refers the reader to a treatise of his that he refers to by the title *K. al-nisba al-muʾallafa* whenever he needs to refer to one of the twelve cases of the plane transversal figure. The only treatise on this topic by al-Sijzī known to us is in Leiden, MS Or. 168, and is entitled anit *fī taḥṣīl iqaʿ al-nisba al-muʾallafa al-ithnai ʿashara fīʾl-shakl al-qaṭṭāʿ al-musaṭṭaḥ bi-tarjama wāḥida wa-kaifiyat al-aṣl alladhī tatawalladu minhu hadhihiʾl-wujūh*: see Sezgin [5, p. 332]. However, Mr. J. Hogendijk has called our attention to the fact that this treatise ends with the sentence

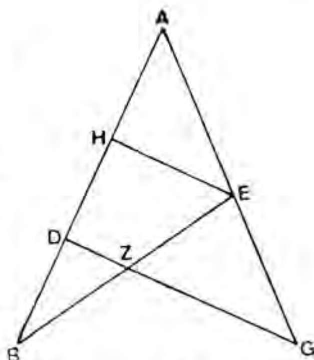


Fig. 2

استخرجت فى اول المحرم سنة شفط هجرة

and this means that it was composed on the first of Muḥarram 389 A.H. (= end of December 998 A.D.). Since we have already pointed out that al-Sijzī wrote the present *R. fī shakl al-qaṭṭāʿ* sometime prior to 969, it follows that the *K. al-nisba al-muʾallafa* is not the treatise in Leiden, Or. 168.

Following the above lemmas al-Sijzī states and proves his twelve propositions, of which we now translate the fifth and sixth (see Fig. 3).

Proposition 5:

(278r:4) We postulate the two arcs AB AG of great circles containing the angle A and we draw arcs (5) BZE, GZD from the two points B, G meeting at the point Z. I say that the ratio of the Sine of arc BD to (6) the Sine of arc DA is as the ratio of the Sine of arc BZ to the Sine of arc ZE compounded with the ratio of the Sine of arc GE to the Sine (7) of arc GA. Its proof: We draw AB and BE and produce from the center of the circle, H, two lines HZ, HD

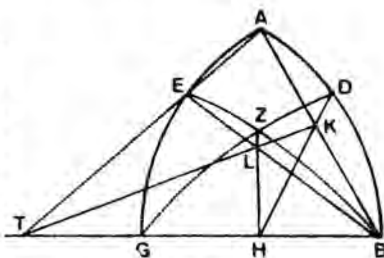


Fig. 3

and I am not unaware of the respect due of to you, but (for the fact) that it was mentioned that Abū'l-Ḥasan Thābit b. Qurra al-Ḥarrānī had (written) a book inquiring (17) into this field, called *The Book of the Transversal*. But I have not seen this book and it does not exist in this city (18) I inhabit; so I requested the book be brought to this area, so that the burden of being exposed to the notions (19) of those who (merely) leaf through (a work) may vanish from me as well as the opinion of those who really study. For a book, when it is separated from its author and is far from him who makes clear its obscurity, will not (20) lack adverse hair-splitting judgement from some people about it nor their calumnies against it, either because it conflicts with what they customarily employ in (21) explaining, abridging or expanding or (because of) other things that some of them have forbidden others to do. Thus their haste is (22) to find its author inadequate and their censure of him is in proportion to their submission to their whim. We are driven (23) to this (judgement) by this town in which we are. Indeed, the great mass of people consider the investigation of geometry blasphemous and count (21) ignorance of it a boast. They find it lawful to kill him who believes in its correctness with perserverance, as well as (in) its ability to strengthen insight, to train (25) the soul and to accustom behavior in the paths of truths. However, when the days lengthened your delay and I did not succeed (26) in what I had hoped for in obtaining that book nor any other book written on this topic, I feared that (27) I would hold in your opinion the status of one who promises but breaks (his promise). Thus I wrote this treatise and with it undertook the elucidation and epitomization (28) of what is necessary to obtain the sought goal. I shunned elaborating the superfluous. And that is where (29) I begin, relying on God the Exalted, trusting in Him.

The introduction gives no clues to the identity of the friend to whom a certain respect was due or the name of "this city I inhabit", both items we should very much like to know. It does say, however, that he wrote the work without having seen either Thābit's *Book of the Transversal* or any other work on the topic. Now Sezgin records many copies of Thābit's work, among them "Paris 2457/37 (ff. 164-170, 358 H., Abschrift von as-Siğzī)" [**5**, p. 268]. This means that in 358 H. (969 A.D.) al-Sijzī saw and copied Thābit's work so this year is an upper limit of the date of composition of al-Sijzī's *The Transversal Figure*.

The body of this treatise begins with statements and proofs of two lemmas stating (see Fig. 1) that when a chord GD (GB) of a circle BGA is cut externally (inter ally) by a diameter at E (at K) then Sin GB: Sin $DB = GE : ED$ (Sin GD : Sin $DB = GK : KB$). The same lemmas stated in terms of "the chord of twice the arc", appear in the *Almagest* [**3**, pp. 46-7] the sole work al-Sijzī names in his preface as his source.

Fig. 1

Moreover, after stating these lemmas, Ptolemy states two cases of the plane transversal theorem as follows (Fig. 2) : "Within two straight lines AB and AG one draws two crossing straight lines BE and GD which cut

Al-Sijzī on the Transversal Figure

J. L. Berggren*

THE MATHEMATICIAN AND ASTRONOMER Abū Saʿīd Aḥmad b. Muḥammad b. ʿAbd al-Jalīl al-Sijzī produced, in the latter part of the 10th and early 11th centuries A.D., a series of important works of which only a few have been studied. Among his unstudied works is the *R. fi'l-shakl al-qaṭṭāʿ* (On the Transversal Figure), a work not mentioned by H. Bürger and K. Kohl in their section on the history of the transversal theorem among the Arabs in [1, pp. 47-58], perhaps because the work is known in only one copy in MS Bankipore 2468, item 40, and was only published by the Osmania Oriental Publications Bureau in 1948 [4].

In this paper we present from the treatise a translation of the introduction, the fifth and sixth theorems with their proofs, and statements of all theorems in modern notation. We close with a commentary which, among other things, compares al-Sijzī's treatment of the transversal theorem with that of Ptolemy [3] aad Thābit b. Qurra [1]. Facsimiles of the entire text appear on pp. 36-33 below.

In the translation the notation "(*m r/v:n*)" signals the beginning of line *n* of folio *m* (*recto/verso*) of Codex Bankipore 2468, while a simple "(*n*)" denotes the beginning of line *n*. We enclose emendations in square brackets and supply the original reading in parentheses immediately afterwards, while additions to the text or explanations are enclosed in parentheses. Figures 1 and 3 are copies of those in the text and the letters denoting points have been transcribed according to the system of Kennedy and Hermelink [2]. The word "Sine" denotes the medieval sine function, so that, when a is an arc of a circle of radius R, $\text{Sin}\, a = R \sin a$.

Al-Sijzī begins his treatise as follows:

(276v:8) In the name of God, the Merciful, the Compassionate. In Him there is congruity. (9) The treatise of Aḥmad b. Muḥammad b. ʿAbd al-Jalīl al-Sijzi (10) on the transversal figure. (11) May God establish through you the abode of wisdom and make easy for you the paths of achieving the goal and spare you the source of confusion, preserve you from the ruin (12) of uncertainty and make you see the places of correctness and illuminate for you the roads of your good fortune and not leave you in charge of yourself. You had, (13) may God support you, asked me sometime since for a treatise on the derivation of Sines of arcs of the sphere by way of explanation and demonstration (14) of the approach which Ptolemy described in his book the *Almagest* and I promised to reply to your request. I would not (15) have delayed for that until now, neglecting what you wanted to know, nor do I consider your worth of little value, (16)

* Simon Fraser University, Burnaby, B.C., Canada.

This and the following paper were originally submitted as one, wtich was made into the present two at the request of the editors.

شذرة عربية من كتاب مفقود لبطلميوس

ريجيس مورلون

نعرف أنّ كتاب بطلميوس « في مطالع الكواكب الثابتة والأنواء » كان قد نقل من اللغة اليونانية الى اللغة العربية ، والدليل على ذلك أن البيروني في كتابه « الآثار الباقية من القرون الخالية » يورد « كتاب الأنواء » لسنان بن ثابت بن قرة الذي اعتمد فيه على كتاب بطلميوس المتقدم ذكره ، كما لاحظ ذلك الدكتور نوكيبوار . ولدينا الجزء الثاني من كتاب بطلميوس هـذا في لغته الأصلية ولكنّ جزءه الأول لا يزال مفقودا حتى الآن ولم تصل إلينا ترجمة هذا الجزء الأول سواء أكانت لاتينية أم عربية .

إنّ المقارنة بين نصّ من مؤلّفات البيروني ونصّ ثابت بن قرة عن رؤية الأهلّة تتيح لنا التعرف الأكيد على شذرة من هذا الجزء الأول المفقود . وبعد التقديم لهذا النصّ ، نشرح محتواه شرحاً سريعاً ثم نقدّم النص نفسه مصححاً محققاً .

١ – التقديم

في « القانون المسعودي » كتب البيروني المقالة التاسعة « من احوال الكواكب الثابتة » وفيها الباب السابع في « تشريق الكواكب وتغريبها » . في القسم الأول من هذا الباب يعرض المؤلف الأسس النظرية لهذه المسألة وفي القسم الثاني البراهين الهندسية . انّ القسم الأول هو الذي يهمنا في هذه المقالة ونجده مطبوعاً في دار النشر بحيدر اباد الدكن سنة ١٣٧٥ هـ / ١٩٥٦ م ص ١١٢٩ – ١١٣٢ . في الصفحة ١١٣١ يقتبس البيروني برهانه من بطلميوس في كتابـه « في مطالع الكواكب الثابتة والأنواء » وبعد صفحة ونصف يعطي معادلة لتغيير قيمة قوس انحطاط الشمس تحت الأفق عند ظهور كوكب من الكواكب . وهذه المعادلة نفسها يستعملها ثابت بن قرة في دراسته عن مسألة رؤية الأهلّة حيث يقول ثابت نفسه إنه اقتبسها من بطلميوس في كتابه « في ظهور الكواكب الثابتة » . نرى انّ هذا العنوان نظير العنوان الذي ذكره البيروني ، وإن كان ينقص عنه قليلا ، وانّ الاقتباسين من نفس كتاب بطلميوس .

ونتبين من ذلك انّ النصّ الذي في « القانون المسعودي » والذي يبدأ بذكر عنوان كتاب بطلميوس وينتهي في آخر شرح المعادلة المذكورة هو من هذا الكتاب المفقود وسيمكننا ان نوسّع هذه الشذرة توسيعاً قليلاً ونحن نفسّر محتوى النص لما فيه من تماسك كلّي .

نجد نص ثابت بن قرة في مخطوطة وحيدة : في المكتبة الانكليزية — لندن — رقم ٧٤٧٣ — ١١١ ظ . وهو غير منشور حتّى الآن .

اما نص البيروني فهو منشور في حيدر اباد ، كما ذكرناه ، ولكن هذا النص المطبوع صعب الفهم لكل ما فيه مــن تصريف وتحريف ، فقابلناه بمخطوطتين من القانون المسعودي الأولى في المكتبة الانكليزية — لندن — رقم ١١٩٧ : ٢٠٥ ظ — ٢٠٦ ظ ، والأخرى في المكتبة الوطنية — باريس — رقم ٦٨٤٠ : ١٦٠ ظ — ١٦١ و .

وفيما يلي سنكتب النصين كما فهمناهما .

٢ — محتوى نص البيروني

لتسهيل فهم النص نقسمه إلى خمس فقرات .

— الفقرة الأولى —

نجد فيها مجموعة من اسس عامة ونلاحظ انها تنتهي بذكر الرصد بالأنبوب الذي يسمى هنا « البربخ » . كان العلماء العرب يستعملون هذه الآلة : كالبتاني لتحقيق رؤية الأهلّة من بداية الشهر ونظنّ أنّ هذه الآلة لم تكن معروفة قبلهم فاقتباس البيروني من مؤلفات بطلميوس لا يبدأ إلاّ عند التصريح باسمه منذ الفقرة التالية .

— الفقرة الثانية —

يستند البيروني إلى بطلميوس لكي يختار قوس انحطاط الشمس مأخذاً أساسياً لمسألة تشريق الكواكب الثابتة وتغريبها ، خارجاً عن شروط التجارب المكانية او الزمانية ونحن نجد الشرح نفسه في « المجسطي » وفي « كتاب الاقتصاص » من بطلميوس معاً . فمن المحتمل أن هذا الشرح أيضاً في كتابه « في مطالع الكواكب الثابتة والأنواء » على أنّ محتوى هذه الفقرة لا نرى فيه شيئاً جديداً بالنسبة إلى ما نعرف من ناحية أخرى .

— الفقرة الثالثة —

يذكر البيروني قيمتيْ قوسَيْ انحطاط الشمس لظهور الكواكب من العظمين الأول والثاني : ١٢ و ١٥ درجة . أما هذان المقداران فلا نجدهما في « المجسطي » ولا في « كتاب الاقتصاص » على أننا نستطيع أن نستعيدهما بالحساب انطلاقاً من وصف الأرصاد في الجزء الثاني من «كتاب في مطالع الكواكب الثابتة والأنواء » لبطلميوس كما نرى ذلك في النص اليوناني المحفوظ . فإذاً يأتي محتوى هذه الفقرة من الجزء المفقود في نفس الكتاب . نجد هاتين القيمتين مستعملتين عند الكثير من العلماء العرب في دروسهم عن ظهور الكواكب.

— الفقرة الرابعة —

يذكر البيروني نقصان قوس انحطاط الشمس لظهور كوكب حينما يظهر من الجهة المقابلة للشمس على الأفق . نجد هذا الكلام في « كتاب الاقتصاص » ولكنه ها هنا يؤخذ اساساً لا بدّ من إنتقاله إلى حاله كل كوكب متنحٍ عن نقطة مسقط عمود ضياء الشمس على الأفق .

— الفقرة الخامسة —

يعطينا فيها البيروني المعادلة لتغيير قوس انحطاط الشمس لكوكب معين بحسب موضع هذا الكوكب على الأفق [انظر إلى الشكل في المقالة باللغة الفرنسية] : إذا كان h مقدار قوس انحطاط الشمس المطلق أصبح مقدارها $\frac{h}{2}$ عندما يكون الكوكب في مقابلة الشمس على الأفق وأصبح

$$h - \Delta h = h'$$

عندما يكون بعده في موضعٍ ما على الأفق d عن موضع الأفق الأضوأ

مع : $\frac{\Delta h}{h/2} = \frac{d}{180}$ أو $h' = h \,.\, \frac{360 - d}{360}$

وهذه هي المعادلة التي استعملها ثابت مورداً كتاب بطلميوس هذا .

— الختـــام —

لا تحوي الفقرة الأولى شيئاً من براهين بطلميوس وبدءاً من الفقرة الثانية نجد الاقتباس من بطلميوس ولكن ما تحتويه هذه الفقرة نجده أيضاً في كتابين من كتب بطلميوس . أما

الفقرات الثالثة والرابعة والخامسة فلا نجد محتواها في كتب بطلميوس المعروفة ونرجح أنها ذكرت في الجزء الأول المفقود من هذا الكتاب « في مطالع الكواكب الثابتة والأنواء » .

ونصل بعد هذا إلى أنّ ذلك الجزء المفقود من كتاب بطلميوس كان مصدراً مهماً لدراسات العلماء العرب عن تشريق الكواكب الثابتة أو المتحيِّرة وتغريبها .

٣ – النصّان

– نص ثابت بن قرّة

... وإذا عملنا على ذلك ما حكم به بطلميوس في كتابه في ظهور الكواكب الثابتة ، أخذنا نصف حقّ القوس الثانية ، فضربناه في القوس الثالثة ، وقسمنا ما اجتمع على قف درجة ، فما خرج من القسمة نقصناه من حقّ القوس الثانية ، فما بقي فهو ما تحتاج أن تكون عليه القوس الثانية ؛ وللموضع(١) الذي الهلال به من الأفق نسمّي ذلك : حقّ القوس الثانية بحسب القوس الثالثة .

١ – في الأصل : الموضع

— نص البيروني[1]

في تشريق الكواكب وتغريبها

١ — تشريق الكواكب وتغريبها ، متى كانا فيها ممكنين ، منوط بــدائرة الضياء والاقتراب منها والتباعد عنها وقياس جرم الكوكب وعظمه ومكثه فوق الأرض، قبل طلوع الشمس أو < بعد > مغيبها ، لتغلّظ سمك[2] الظلام حول الناظر ، فيتمكن من الإدراك على مثال تمكنه منه بالليالي عند وقوبها[3] ، بل[4] كتمكنه منه بالنهار في الآبار العميقة القرار أو كإدراك عظام الكواكب عند النظر إليها من تحت الأكنان[5] الحاجبة للشمس عن الأبصار فتحقق[6] ما <له> خُلِقَ الحاجب مشرفاً على العين[7] ليحصل من منفعته فيها[8] ما يضاعفه وضع الكف أو الأصابع المضمومة على نسق عظم الحاجب عند الآثار[9] بالبصر ليصير على هيئة البربخ المنظور فيه —

٢ — هذا على اختلافه في البقاع باختلاف أهويتها وفي الأوقات في فصول السنة ، وافتنان[10] التجارب لذلك في مقاديرها ، وتباين المآخذ[11] عند الأمم فيها . ولا بدّ من الاستناد في أمثال هذه الأشياء إلى بطلميوس إمام الصناعة والذي لم يدرك شأوه أحد[12] من

١ — الرموز المستعملة في الهوامش :
[ ] نقترح حذف ما بينهما :
< > نقترح زيادة مابينهما .
ب : مخطوطة المكتبة الوطنية في باريس .
ل : مخطوطة المكتبة الانكليزية في لندن .
ح : النص المطبوع في حيدراباد .
٢ — سمك : ح و ب / ل : شمل .
٣ — وقوبها : ل / ح و ب : وقوفها .
٤ — بل : ناقص في ح .
٥ — أكنان : ب و ل / ح : أكناف .
٦ — فتحقق : ب و ل / ح : فيتحقق .
٧ — العين : ح و ب / ل : العينين .
٨ — فيها : ل و ب / ح : فيما .
٩ — الآثار : ب / ح و ل : الآبار .
١٠ — الافتنان : ب و ل / ح : الاقتنان .
١١ — المآخذ : ب و ل / ح : المأخذ .
١٢ — أحد : ب و ل / ح : أحدا .

الجماعة، فيقول إن ما يشاهد من انتصاب الفجر والشفق دليل على أنهما كائنان على دائرة مـــن دوائر الارتفاع ، ومن المعلوم أن كونهما بالشمس وشعاعها . فتلك الدائرة مارّة بالشمس ومنها انحطاطها الذي هو أقصر أبعادها عن الأفق تحت الأرض حينئذ . ولذلك لقّب بالانحطاط لأنه نظـــير الارتفاع فوق الأرض فاختلاف الوضـــع يفرّق بينهما ، ولاخفاء بأن نشوء عمود الفجر وفناء عمود الشفق يكون على تقاطع دائرة هذا (١٣) الانحطاط من الأفق . وإذ هما ضياءان في قطعة من الجو معلومة فأوساطهما أشدّ بياضا وبالنور أشدّ استحصافا (١٤) من حواشيهما، واستتار الكوكب(١٥) بهما (١٦) بحسب الاقتراب من منتصفيهما(١٧) بالطول . ولأجل هذا وقع الاعتبار في هذا الباب على قوس الانحطاط بمقتضى التجربة في كل موضع .

٣ — وقد عني بطلميوس ومن تقدمه بمعرفة مقدار الانحطاط فوجدوه للكواكب المرتّبة في العظم الأوّل خمسي برج وللمرتّبة في العظم الثاني نصف برج ولم(١٨) يتهيّأ لهم للأقدار الباقية تحصيل(١٩) مثله حتّى قال بطلميوس في كتابه في مطالع الكواكب الثابتة والأنواء ما أحكيه : إن الكواكب التي سماها القدماء خفية مثل كواكب السهم والدلفـــين والثريّا ، وإنا لم نتعرّض لهـــا لأن ظهورها ، أوّل ما يظهر ، عســـر التمييز ، [و] لم يستعملها القدماء بالرصد ولكن بالتخمين ، فيجب أن يضاف ظهورها إلى ظهور ما يقاربها من المضيئة الطالعة وقتئذ . والمقداران الموجودان للعظمين المذكورين فهما(٢٠) عندكون الكوكب على دائرة انحطاط الشمس حين(٢١) يعلو الساتر(٢٢) فتسرع(٢٣) رؤيته ، وأمّا إذا تنحّى الكوكب وقت الرؤية عن تلك الدائرة ولم يكن(٢٤) طلوعه على تقاطعها مع

١٣– هذا : ب و ل / ح : هذه .
١٤– استحصافا : ب و ل / ح : باستحصاء .
١٥– الكوكب : ب و ل / ح : الكواكب .
١٦– بهما : ب و ل / ح : وهما .
١٧– منتصفيهما : ل / ح و ب : منتصفها .
١٨– ولم : ب و ل / ح : وما .
١٩– تحصيل : ب و ل / ح : يحصل .
٢٠– فهما : ب و ح / ل : فيهما .
٢١– حين : ب و ح / ل : حتّى .
٢٢– الساتر : ب و ل / ح : السائر .
٢٣– فتسرع : ب و ل / ح : فليسرع .
٢٤– ولم يكن : ب و ح / ل : وليكن .

الأفق فإن المقدار(٢٥) من انحطاطه يتغيّر(٢٦) بمن حاله لتنحّي الكوكب عن الموضع المضيء الذي كان يخفيه(٢٧) إلى(٢٨) المظلم الذي يبديه .

٤ – وبطلميوس أسّس لنقصان هذا (٢٩) الانحطاط أساساً لا بدّ من الإياذ بحكايته ، ذكر أن من تقدّمه لم يميزوا(٣٠) بين مقدار انحطاط الكوكب لأوّل ظهوره بالصباح وبين مقداره لآخر(٣١) ظهوره بالمساء من المشرق ولم يفطنوا لمـــا فطن له من الفرق بينهما على ظهور ذلك بشهادة الحسّ له ولما تقصّى(٣٢) الحال كعادته في الاستقصاء وجد أحدهما ضعف الآخر . ومعلوم إذا مثّلنا بكوكب من القدر الأوّل أن قوس انحطاطه في المغرب إذا كانت إثني عشر جزءاً فهو(٣٣) على طرف الرؤية الضيّقة و(٣٤) على شفا الخفاء أعني بضيقها(٣٥) أن قوس الانحطاط مهما قصرت عن هذا المقدار بطلت الرؤية وإذا زادت عليه اشتدّت(٣٦) الرؤية وخرجت عن تتبّع الحال وتدقيق الحساب وإتعاب البصر في طلبه . فإذا متى كان بعد الكوكب عن الشمس أكثر ، كانت رؤيته أسهل ، لتباعده عن ضياء الشمس المخلّف فوق الأرض واقترابه من السواد المستدير المنبعث في أوّل الليل من جانب المشرق حتى إذا صار البعد نصف دور كان الكوكب في وسط ذلك الظـــلام فصار انحطاط الشمس وقتئذ لأوّل الرؤية على أصغر مقاديره ، وقد قلنا أن بطلميوس وجده بالاستقراء على نصف ما كان عليه عند آخر الرؤية في المغرب فهو(٣٧) إذن للكواكب التي في العظم الأوّل ستة أجزاء وللتي في الثاني سبعة أجزاء ونصف جزء ، و(٣٨) سببه كما

٢٥– المقدار : ل و ح / ب : المقدر .
٢٦– يتغير : ل و ب / ح : يتغيم .
٢٧– يخفيه : ل و ح / ب : تخفيه .
٢٨– الى : ل و ب / ح : أي .
٢٩– هذا : ل و ب / ح : هذه .
٣٠– أي القدماء كما ذكر من قبل .
٣١– مقداره لآخر : ل و ب / ح : مقدار الآخر .
٣٢– تقصّى : ل و ب / ح : يقضي .
٣٣– فهو : ل و ب / ح : وهو .
٣٤– و : ناقص في ل .
٣٥– بضيقها : ل و ب / ح : تضيقهما .
٣٦– اشتدت : من اقتراحنا موافقة للمعنى / ح : فسدت / ل و ب : فشدت .
٣٧– فهو : ل و ب / ح : وهو .
٣٨– و : ناقص في ل و ح .

ذكرنا[٣٩] استحكام الظلام حوله وازدياده واقترابه من الناظر وجمعه البصر خلاف الشفق في تفريقه البصر ببياضه وضيائه .

٥ – ثم إنه أجرى نقصانات الانحطاط مناسبة[٤٠] لهذا الاساس وهو أنه صيّر قدر نقصان الانحطاط عن المقدار الموضوع أوّلا كقدر بعد الكوكب عن الشمس من نصف الدور ، فتجاوز حينئذٍ عمود الضياء الكائن على دائرة الارتفاع إلى الكوكب المتنحّي عنه في اوّل الظهور والاختفاء ، وجعل نسبة نقصان الانحطاط إلى فضل مابين مقداريه في طلوعه الصباحي والمسائي كنسبة بعد الكوكب في الأفق عن تقاطع دائرة الضياء معه إلى مائة وثمانين .

٣٩– ذكرنا : ب و ح – ل : ذكر .
٤٠– مناسبة : ب و ح / ل : متناسبة .

par rapport à la valeur trouvée en premier lieu, comme quantité [de cette diminution] pour le cas où la distance entre l'étoile et le soleil est d'un demi-cercle. Il passe alors de [la situation où l'étoile se trouve sur] la zone lumineuse[37] située sur le cercle de hauteur à [la situation] où elle s'en trouve écartée lors de sa première apparition ou de sa première disparition; il prend alors le rapport de la diminution de l'arc de dépression à la différence entre ses deux valeurs trouvées lors de l'apparition de l'étoile à l'est le matin et le soir, et il égale ce rapport au rapport de la distance, prise sur l'horizon, entre l'étoile et l'intersection du cercle de luminosité [du soleil] avec l'horizon, à cent quatre-vingt.

37. *ʿamūd al-ḍiyāʾ*: cf. note 32.

dépression] et de l'horizon, la valeur de l'arc de dépression du soleil est modifiée parce que l'étoile se trouve écartée de la zone lumineuse qui la cachait, et [penche] vers la zone obscure qui lui permet de se manifester.

§ 4 Ptolémée, à propos de la diminution de la valeur de cet arc de dépression, a établi un principe qu'il nous faut exposer: il a mentionné que ceux qui l'ont précédé n'ont pas fait de distinction entre la valeur de cet arc de dépression pour une étoile lors de sa première apparition le matin et entre la valeur qu'il prend lors de la dernière apparition de cette même étoile sur l'horizon est,[35] et qu'ils n'ont pas réalisé ce que lui a réalisé: la différence entre les deux telle qu'elle apparaît au témoignage des sens; en poussant très loin la précision, selon son habitude, il a trouvé que l'une deux est le double de l'autre.

Si nous prenons, par exemple, une étoile de première grandeur, nous savons que lorsque l'arc de dépression du soleil, à l'ouest, est de douze degrés, cette étoile est à la limite de la très faible visibilité, à la frange de l'occultation; je veux dire par "très faible visibilité" que lorsque l'arc de dépression du soleil diminue tant soit peu au-dessous de cette valeur, la visibilité disparaît, et que lorsqu'il augmente au-dessus de cette valeur, la visibilité se confirme et l'on n'a plus besoin d'examiner soigneusement la situation, ni de faire un calcul délicat, ni de se fatiguer le regard à la recherche de l'étoile.

Ainsi, lorsque la distance entre le soleil et l'étoile augmente, sa visibilité est plus facile parce qu'elle se trouve éloignée de la lumière que le soleil laisse derrière lui au-dessus de l'horizon et qu'elle se trouve rapprochée de l'obscurité qui, au début de la nuit, a son origine à l'est et qui s'avance d'un mouvement circulaire;[36] si bien que lorsque la distance [entre l'étoile et le point le plus brillant de l'horizon] est d'un demi-cercle, l'étoile se trouve au milieu de cette obscurité, et à ce moment-là l'arc de dépression du soleil est à sa valeur minimum pour la première apparition de cette étoile. Nous avons dit précédemment que Ptolémée, après une recherche précise, a trouvé que cet arc est la moitié de ce qu'il est pour la dernière visibilité à l'ouest; cet arc est donc de six degrés pour les étoiles de première grandeur, et de sept degrés et demi pour celles de deuxième grandeur. Comme nous l'avons rappelé, la raison en est que la densité d'obscurité, qui va en croissant et en se rapprochant de l'observateur, concentre le regard de celui-ci du côté opposé à celui de la lueur du crépuscule qui, elle, dilue son regard à cause de sa blancheur et de sa luminosité.

§ 5 Ensuite il traite les diminutions de cet arc de dépression conformément à ce principe de base: il prend la quantité de la différence de l'arc de dépression

35. L'auteur prend les deux cas où l'étoile apparaît du côté est, à six mois d'intervalle environ, au lever puis au coucher du soleil. Dans le commentaire précédent, pour une plus grande clarté de la figure, nous faisons le contraire: le soleil est à son coucher et l'étoile apparaît à l'ouest, puis à l'est. les deux situations présentent des résultats identiques.

36. Le point diamétralement opposé, sur l'horizon, au "point le plus brillant", est alors présenté comme source d'obscurité.

terre à ce moment-là; c'est pour cette raison qu'on l'appelle "arc de dépression": c'est le symétrique d'un "arc de hauteur" au-dessus de la terre, ce qui les différencie, c'est leur situation respective. Il est évident que la croissance progressive de la clarté de l'aube, ou la décroissance progressive de la clarté du crépuscule[32] se fait sur l'intersection de cet arc de dépression du soleil avec l'horizon.

Chacun de ces deux phénomènes se présentant comme une clarté dans une zone déterminée de l'atmosphère, le centre de ces deux zones est plus blanc et d'une luminosité plus intense que leurs bords, et une étoile se trouve masquée par ces zones de clarté selon sa proximité de leur centre. Pour traiter ce problème au cours, de ce chapitre, nous prendrons en considération l'arc de dépression [du soleil], nous conformant ainsi à des résultats d'expériences faites en quelque lieu que ce soit.

§ 3 Ptolémée et ses prédécesseurs ont porté attention à la connaissance de la valeur de cet arc de dépression du soleil et l'ont trouvé, pour les étoiles de première grandeur, égal à $\frac{2}{5}$ de signe,[33] [soit $\frac{2 \times 30}{5} = 12^o$], et, pour les étoiles de deuxième grandeur, égal à la moitié d'un signe, [soit $\frac{30}{2} = 15^o$]. A leurs yeux, les autres grandeurs ne se prêtent pas à un résultat analogue, et Ptolémée, dans son *Livre sur le lever des étoiles fixes et les anwā'*, en vient à dire ce que je cite ainsi: il ya des étoiles que les anciens ont appelées cachées, comme le Flèche ou le Dauphin ou les Pleiades,[34] et nous ne nous en sommes pas préoccupés, car leur première apparition est difficile à distingue ; les anciens n'ont pas traité leur cas par observation directe, mais par simple estimation: il faut mettre leur apparition en relation avec l'apparition de l'une de celles qui leur sont proches, parmi les étoiles brillantes qui se lèvent en même temps.

Les deux quantités trouvées [ci-dessus] sont celles qui correspondent aux deux grandeurs mentionnées, lorsque ces étoiles sont sur le cercle de dépression du soleil, au moment où la lueur qui les masquait se dissipe et où leur visibilité s'affirme.

Mais dans le cas où l'étoile, lorsqu'elle devient visible, se trouve à l'écart de ce cercle, et où son apparition ne se fait pas sur l'intersection de [l'arc de

en plusieurs endroits une expression condensée, mot à mot: "dépression de l'étoile", dans le sens précédent; nous rétablissons chaque fois: "arc de dépression du soleil".

32. *ʿamūd al-fajr wa ʿamūd al-shafaq*: malgré les termes employés, le sens paraît être purement classique, sans nuance technique.

33. *Burj*: unité de mesure d'arc correspondant à un signe du Zodiaque: 30°.

34. Nous trouvons effectivement la mention des levers et couchers héliaques de ces trois étoiles faibles chez un prédécesseur de Ptolémée: Geminos, *Introduction aux phénomènes*, édition et traduction G. Aujac, (Paris: Budé, 1975), pp. 100-108, cet auteur faisant systématiquement référence aux observations de ses devanciers.

2- Texte d'al-Bīrūnī.

Levers et couchers héliaques des étoiles fixes.

§ 1 Le [problème] du lever et du coucher héliaque des étoiles, dans les cas où ces deux phénomènes sont possibles, se pose par rapport au cercle de luminosité [du soleil];[27] il est lié à la proximité ou à l'éloignement de ce cercle, et aussi à la taille de l'étoile, à sa "magnitude" et à son "arc au-dessus de l'horizon",[28] avant de lever du soleil ou après son coucher: il y a épaississement de la couche d'obscurité autour de l'observateur, celui-ci peut avoir la même faculté de perception que lorsque la nuit s'obscurcit ou plutôt la même que, de jour, à l'intérieur de puits profonds, ou encore sa faculté de perception est analogue à celle qu'il peut avoir pour les astres très lumineux lorsqu'ils sont observés dessous une protection qui voile le soleil aux regards; se trouve alors matérialisé ce pour quoi a été créé le sourcil au-dessus de l'oeil: une telle protection en double d'efficacité, comme lorsque l'on pose la paume de la main ou les doigts joints sur l'arcade sourcilière ou moment où l'oeil reçoit une image;[29] on retrouve ainsi le même procédé que celui des tubes à travers lesquels on peut observer.

§ 2 [Les résultats de l'observation de ce phénomène] sont variables en fonction des régions et de la variété de leur climat, en fonction de la diversité des conditions d'expérience et de leurs résultats numériques, en fonction de la disparité des éléments de reférence choisis selon les diverses nations.[30] Pour de tels phénomènes, il n'y a pas d'autre solution que de se rapporter à Ptolemée, le maître de cet art, personne ne l'ayant rejoint à son très haut niveau. Il dit que l'observation de ce qui se passe à l'aube et au crépuscule prouve que ces deux phénomènes se situent sur un cercle de hauteur, et l'on sait que tous les deux tirent leur existence du soleil et de ses rayons.

Ce cercle de hauteur passe par le soleil et c'est sur lui que l'on prend son "arc de dépression",[31] qui est sa plus courte distance à l'horizon sous la

27. *Dā'irat al-ḍiyā'*, expression reprise en fin de texte: il s'agit ici du cercle de hauteur du soleil.

28. *Al-makth fawqa'l-arḍ*: pour une étoile, c'est l'équivalent de "l'arc de jour" du soleil, cf. al-Battānī, *op. cit.*, vol. 3, p. 3, *l.* 4-5; pp. 48-49; p. 199. *l.* 16. De même que la connaissance de "l'arc de jour" du soleil permet, par l'intermédiaire de l'équation du jour, de connaître le lieu où il se lève ou se couche sur l'horizon, de même la connaissance de cet arc, pour une étoile fixe, permet de connaître sa place sur l'horizon, à son coucher ou a son lever, lorsque l'on connaît la latitude du lieu.

En prenant un autre sens de *makth*, et en coupant le texte de façon différente, nous pourrions interpréter ce passage comme:,, Le temps écoulé entre le lever ou le coucher du soleil, et le lever ou le coucher de l'étoile"; mais le paramètre ainsi défini n'interviendrait plus dans la suite du texte, nous avons alors préféré retenir l'interprétation précédente.

29. *ʿinda'l-āthār bi'l-baṣar*: il s'agit de l'influence de ce type de procédé sur la vision.

30. C'est-à-dire les différents grands cercles sur lesquels on peut effectuer les mesures des arcs: écliptique, équateur ou cercle de hauteur.

31. Il s'agit toujours, dans ce texte, de la valeur de l'arc de dépression du soleil pour que l'étoile devienne visible, c'est-à-dire la valeur de ,,l'arcus visionis" de cette étoile .Par la suite, nous trouvons

et de deuxième grandeur, et la formule de modification de "l'arcus visionis". Il serait bon de reprendre les calculs de Vogt en y incluant ces deux éléments;[25] sur les quelques sondages faits dans son tableau général, la différence entre les chiffres qui peuvent être ainsi calculés et ceux qui sont tirés du deuxième livre du *Phaseis* n'excède pas un demi degré; mais il faudrait tout recalculer pour que ce soit probant, en n'oubliant pas cependant que la liste que nous trouvons dans ce deuxième livre n'est pas une liste de valeurs "d'arcs de dépression" du soleil, mais une liste de dates d'apparitions ou de disparitions d'étoiles. Il faudrait alors intégrer dans le calcul une erreur possible d'une journée dans la date signalée, erreur qui se reporterait sur la valeur de l'arc de dépression du soleil, étant donné le mouvement propre de ce dernier. Compte tenu de tous ces éléments, il semble ainsi, contrairement à ce que dit Vogt,[26] que Ptolémée raisonne ici à partir de valeurs fixes pour les "arcus visionis" absolus des étoiles mentionnées. D'autre part il n'y a qu'un type de calcul pour les quatre phases des étoiles fixes: première ou dernière apparition sur l'horizon est, première ou dernière disparition sur l'horizon ouest; ce calcul n'est dépendant que de deux données: la valeur absolue de "l'arcus visionis", constante liée à la luminosité de l'étoile, et la distance, prise sur l'horizon, entre cette étoile et le point le plus brillant de l'horizon, avant le lever du soleil ou après son coucher.

Enfin cette identification nous permet de reconnaître dans le premier livre du *Phaseis* un référence importante pour un certain nombre d'astronomes arabes dans leurs études sur les levers et couchers héliaques des étoiles fixes et des planètes.

III *Traduction.*

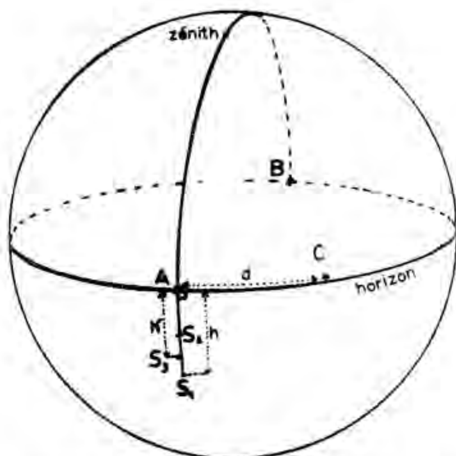
1- Texte de Thābit b. Qurra.

... Si nous appliquons à ce problème ce qu'a arrêté Ptolémée dans son *Livre sur l'apparition des étoiles fixes*, nous prenons la moitié de la valeur requise du deuxième arc, nous la multiplions par le troisième arc, nous divisons ce produit par cent quatre-vingt degrés, nous soustrayons ce quotient de la valeur requise du deuxième arc, le résultat est ce dont a besoin le deuxième arc [pour que le croissant soit visible].

Nous appelons ce résultat "valeur requise du deuxième arc en fonction du troisième arc", pour l'endroit où se trouve le croissant sur l'horizon.

25. H. Vogt, *op. cit.*, pp. 54-61, fait un tableau précis et complet de ses calculs sur toutes les données du deuxième livre du *Phaseis*. Dans le cours de son article il avait proposé une formule de calcul pour H', "l'arcus visionis" modifié, en fonction de l'élongation soleil-étoile, E. Nous venons de définir d et h', il faudrait alors remplacer E par d dans la quatrième colonne et H' par h' dans la sixième colonne.

26. H. Vogt, *op. cit.*, p. 17.



A, *B*, *C*, sont trois étoiles de même grandeur: *A* et *B* situées sur le grand cercle de hauteur du soleil, en des points opposés de l'horizon, *C* en un point quelconque de cet horizon, à une distance angulaire *d* du "point le plus brillant".

A apparaîtra lorsque le soleil sera en S_1, à une distance *h* de l'horizon, *B* lorsqu'il sera en S_2, à une distance $h/2$ de l'horizon, et *C* lorsqu'il sera en S_3, à une distance $h' = h - \Delta h$ de l'horizon, avec:

$$\frac{\Delta h}{h/2} = \frac{d}{180} \quad \text{soit } h' = h \cdot \frac{360 - d}{360}$$

Nous retrouvons ainsi la même formule que celle qu'utilise Thābit.

Conclusion

Le texte de Thābit b. Qurra nous a permis d'identifier la source d'al-Bīrūnī, et c'est sur le texte de ce dernier qu'il convient de conclure.

Dans ce fragment du *Qānūn al-masᶜūdi*, le premier paragraphe pourrait ne pas avoir Ptolémée comme source. Le deuxième paragraphe s'appuie sur un raisonnement de Ptolémée qui se trouvait peut-être dans le *Phaseis*, mais que nous connaissons par ailleurs à travers *l'Almageste* et le *Livre des Hypothèses*. Par contre, le contenu des paragraphes trois, quatre et cinq ne se retrouve dans aucun des livres connus de Ptolémée, alors qu'al-Bīrūnī dit explicitement que cet auteur en est la source. L'analyse précédente montre que nous avons là une partie du premier livre, perdu en grec, du *Phaseis*,

Revenons rapidement sur les deux résultats que nous y trouvons enregistrés: 12° et 15° comme valeurs des "arcus visionis" des étoiles de première

livre du *Phaseis.*[21] Nous avons ainsi, dès le début de ce paragraphe, une trace du premier livre perdu, juste avant le mention de son titre. Ces deux valeurs sont admises par al-Bīrūnī dans la suite du chapitre correspondant, et par un certain nombre d'autres auteurs arabes.[22]

L'allusion aux astres plus faibles, dont on ne peut estimer l'apparition qu'en rapport avec celles des étoiles brillantes qui leur sont proches, se retrouve dans l'introduction au second livre du *Phaseis*,[23] avec la mention de cinq étoiles faibles dont les trois qui sont mentionnées ici. Dans cette introduction au second livre nous retrouvons exactement le même thème qu'ici: Ptolémée s'excuse de ne pas avoir noté, dans ses listes d'apparitions, ces étoiles plus faibles qu'avaient notées les anciens, car ceux-ci l'avaient fait par estimation seulement, non par observation directe; Ptolémée déclare se limiter aux observations des étoiles de première et deuxième grandeurs.

Paragraphe 4.

La diminution de la moitié de la valeur de l'arc de dépression du soleil, lorsque l'étoile passe du "point le plus brillant de l'horizon" au point qui lui est opposé sur la sphère céleste, est signalée sans commentaire dans le *Livre des Hypothèses.*[24] Ici, la mention de cette diminution n'est pas donnée simplement comme le résultat brut d'une observation, mais comme la source d'un principe de base à étendre à toutes les étoiles qui se trouvent situées en un point quelconque de l'horizon, ce qui prépare directement le formule du paragraphe suivant.

Paragraphe 5.

La formule de modification de l'arcus visionis", pour une étoile en un point quelconque de l'horizon, est constituée d'une égalité très simple entre deux rapports: la valeur de "l'arcus visionis" passe de h à $h/2$ lorsque la distance d entre l'étoile et le "point le plus brillant de l'horizon" passe de 0 à 180°, et la diminution de h pour l'étoile en un point quelconque est considérée comme linéaire.

Faisons la figure dans la situation que donne Ptolémée, lorsque le soleil se lève ou se couche, les deux cas étant équivalents.

21. Cf. H. Vogt, *Der Kalender des Claudius Ptolemäus* (Heidelberg: S. B. der Heidel. Akad. der Wissenschaften, Abh. 15, 1920). Les résultats des calculs ainsi effectués, p. 16, donnent pour les valeurs maxima "d'arcus visionis" des étoiles de première et deuxième grandeur, respectivement, 12;24 et 15;12. Seules les valeurs maxima sont à retenir, étant donné les éléments nouveaux présentés ici.

22. Cf. la note 8 ci-dessus.

23. Cf. l'édition de J. L. Heiberg, *op. cit.*, p. 12-13.

24. Cf. Goldstein, *op. cit.*, texte arabe p. 34, *l.* 14-17, et, en p. 9, une traduction anglaise légèrement incorrecte, car il s'agit dans le texte de tous les astres qui peuvent être en opposition avec le soleil, et non des planètes supérieures seulement. Cette différence entre les deux textes pourrait être un argument pour l'antériorité du *Livre des Hypothèses* sur le *Phaseis*.

L'observation à travers un tube et son influence sur le regard étaient connues dans le monde grec: nous trouvons chez Aristote des principes généraux très semblables à ceux que reprend ici al-Bī-ūnī: "La personne qui abrite ses yeux avec la main, ou qui regarde par un tube, ne distinguera ni mieux ni moins bien les nuances des couleurs, mais elle verra plus loin. En tout cas, du fond d'un trou ou d'un puits, il arrive qu'on aperçoive des étoiles."[18]

Les astronomes arabes ont appliqué ce principe aux observations astronomiques. Ptolémée l'avait-il fait avant eux? Il serait tentant d'en voir une trace dans le texte présenté ici, mais rien ne nous permet de le conclure de façon suffisamment sûre, à partir des seuls éléments que nous possédons pour le moment.

La reprise par al-Bīrūnī du raisonnement de Ptolémée ne commencerait alors qu'au paragraphe suivant avec la mention de son nom.

Paragraphe 2.

Al-Bīrūnī s'appuie sur l'autorité de Ptolémée pour justifier son choix de l'arc de dépression du soleil sous l'horizon, et donner ainsi un "arcus visionis" qui puisse être une constante liée à la luminosité de chaque astre, indépendante des coordonnées de lieu d'observation, de la place du soleil sur l'écliptique et des conditions d'observation: la valeur de l'arc de dépression peut être considérée comme un critère universel pour un astre de grandeur connue.

Nous trouvons ce raisonnement dans *l'Almageste* et dans le *Livre des Hypothèses*;[19] il se trouvait aussi probablement dans le premier livre du *Phaseis*, mais nous n'avons là aucun élément nouveau par rapport à ce que nous pouvons connaître par ailleurs.

Paragraphe 3.

Nous avons ici la mention de la valeur de "l'arcus visionis" pour les étoiles de première et de deuxième grandeur: respectivement 12° et 15°. Ces deux chiffres ne sont ni ceux de *l'Almageste* ni ceux du *Livre des Hypothèses*,[20] mais ils peuvent être retrouvés par un calcul à partir des données chiffrées du second

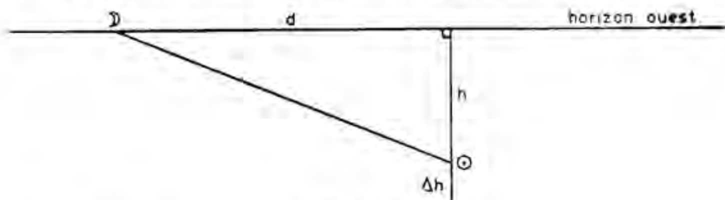
18. Aristote, *De Gener. An.*, V, 1, 780b, (cité par R. Eisler, *op. cit.* p. 324, note 12); la traduction française donnée ici est celle de P. Louis (Paris: Budé, 1961), p. 183.

19. Dans *l'Almageste*, livre VIII, chapitre 6, et livre XIII, chapitre 7. Traduction française: Halma, *Composition mathématique de Claude Ptolémée*, (Paris, 1813-1816; réimp. Paris: Hermann, 1927), vol. 2, pp. 108-113 et 416-422.

Dans le *Livre des Hypothèses*, cf. B. R. Goldstein, "The Arabic Version of Ptolemy's *Planetary Hypotheses*", *Transactions of the American Philosophical Society*, N. S., 57, 4, (1967); texte arabe p. 34, *l.* 8-10, traduction anglaise p. 9.

20. Dans l'Almageste, Ptolémée donne des valeurs "d'arcus visionis" pour les planètes seulement: en VIII, 6, il ne donne, pour les étoiles fixes, que les principes généraux du calcul. Dans le *Livre des Hypothèses*, (*op. cit.*, texte arabe p. 34, *l.* 11 et trad. anglaise p. 9), Ptolémée donne la valeur (approximative) de 15° pour "l'arcus visionis" des étoiles de première grandeur, et ne fait aucune mention de celles de deuxième grandeur.

(*ḥaqq*) du deuxième arc". Lorsque d n'est pas nul, il cherche quelle est la diminution Δh de cette valeur absolue, étant donné l'éloignement du croissant du "point le plus brillant de l'horizon", et il calcule $h' = h - \Delta h$.



Il applique alors la fo.mule de Ptolémée:

$$\Delta h = \frac{\frac{h}{2} \cdot d}{180} \qquad \text{soit } h' = h \, \frac{360 - d}{360}$$

Il appele h' "la valeur requise (*ḥaqq*) du deuxième arc en fonction du troisième arc".

2- Texte d'al-Bīrūnī.

Le texte est divisé ,pour des raisons de commodité, en cinq grands paragraphes correspondants à des unités de sens.

Paragraphe 1.

Nous y trouvons un ensemble de principes très généraux. La plus grande partie de ce paragraphe est orientée vers la mention de l'observation des astres à travers des tubes destinés à éliminer la lumière parasite.[15] Ce procédé avait été utilisé par al-Battānī, et repris par al-Bīrūnī lui-même, pour la recherche sur l'horizon du premier croissant lunaire.[16]

Nous n'avons retrouvé, actuellement, aucune mention chez Ptolémée de la description ou de l'utilisation de tubes pour les observations astronomiques en tant que telles: ni dans ses oeuvres d'astronomie, ni dans son *Optique*.[17]

15. La question des tubes d'observation a été étudiée par R. Eisler, "The Polar Sighting Tubes", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, XXVIII, 6, (1949), 312-332: leur utilisation dans le monde grec est possible, sans être certaine, par contre la tradition chinoise connaissait ce mode d'observation depuis longtemps déjà (l'auteur se réfère là aux travaux de Needham).

16. Cf. Al-Battānī, *Opus astronomicum* (*al-zīj al-ṣābī*), édition, traduction latine et commentaire par C.A. Nallino, 3 vol., (Milan: Hoepli, 1899-1907), vol. 3 p. 137-138) (texte arabe), vol. 1, p. 91 (traduction) et p. 272 (commentaire). Al-Bīrūnī décrit le tube de façon précise dans le *Qānūn*, *op. cit.*, pp. 962-965, où le tube est appelé, comme ici, *barbakh*, alors qu'al-Battānī utilise le terme *unbūb*.

17. Cf. A. Le jeune, *Euclide et Ptolémée, deux stades de l'optique géométrique grecque*, (Louvain: Bibliothèque de l'Université, 1948), et, du même auteur: *L'optique de Claude Ptolémée*, (Louvain: Publications Universitaires, 1956).

est: *Phaseis aplanōn asterōn kai sunagōgē episēmasiōn*. Chez Ptolémée, au premier sens, le mot *phasis* signifie "apparition d'une étoile qui se lève";[12] ce mot grec peut alors être traduit aussi bien par *ẓuhūr* que par *maṭāliᶜ*. *Aplanōn asterōn* se traduit par *al-kawākib al-thābita*; *sunagōgē* signifie "collection"; *episēmasiai* se traduit exactement par l'arabe *anwāʾ*".[13] Le titre du livre tel que le donne al-Bīrūnī est alors une traduction presque littérale du titre grec, et celui que donne Thābit, bien que légèrement tronqué, est pratiquement identique.

La formule présentée par al-Bīrūnī et le développement qui la prépare sont donc également tirés du *Phaseis*. Dans la mesure où l'on ne retrouve pas ces différents éléments dans le deuxième livre de cet ouvrage, nous pouvons dire que la partie étudiée ici de ce chapitre du *Qānūn* nous offre un fragment non négligeable du premier livre, perdu en grec, du *Phaseis*.

Le texte de Thābit est encore inédit, nous le donnons tel qu'il a été préparé pour l'édition, à partir du manuscrit unique de la British Library, daté de 639/1241-1242.

Le texte d'al-Bīrūnī a été imprimé à Hyderabad, mais cette édition demande à être corrigée; les corrections proposées sont faites à partir de la lecture de deux manuscrits du *Qānūn al-masᶜūdi*: Londres, B.L.1197, *ff.* 205 *v.*, *l.* 25-206 *v.*, *l.* 2 et Paris, B.N. ar. 6840, *ff.* 160 *v.*, *l.* 9-161 *r.*, *l.* 4.[14]

Ces deux textes sont donnés dans la partie arabe tels qu'ils ont été traduits.

II *Contenu de ces deux textes.*

1- Texte de Thābit.

Pour comprendre le fragment ci-dessous, il faut le replacer dans son contexte: pour poser le problème de la première visibilité du croissant lunaire, Thābit avait défini trois arcs: le "premier arc", distance angulaire lune-soleil, détermine la portion éclairée du croissant lunaire, donc la luminosité de ce croissant; le "deuxième arc" est l'arc de dépression du soleil sous l'horizon, le croissant sera visible si ce deuxième arc est au moins égal à "l'arcus visionis" du croissant; le "troisième arc" est la distance, prise sur l'horizon, entre le lune à son coucher et le "point le plus brillant de l'horizon", pied de la perpendiculaire abaissée du soleil dur l'horizon.

Appelons d le "troisième arc" et h "l'arcus visionis" du croissant lunaire, valeur minimum du "deuxième arc". Pour $d = 0$, la lune se couche à la verticale du soleil, et Thābit détermine dans ce cas la valeur absolue de h pour une luminosité donnée du croissant, il appelle cette valeur: "valeur requise

12. Dans un sens plus large, au pluriel, le mot *phaseis* inclut aussi le sens de *krupsis*, la disparition de l'étoile qui se couche.

13. Pour l'équivalence entre ces deux termes, voir la note de Sachau, *op. cit.*, p. 428.

14. Ces deux manuscrits sont parmi les meilleurs de la tradition manuscrite du *Qānūn al-masᶜudī*; celui de Londres est daté de 570/1174-1175, et celui de Paris de Ramadan 501/Mai 1108.

d'identifier de façon sûre un fragment du premier livre perdu du *Phaseis*. Nous y trouvons en particulier deux éléments souvent repris par les auteurs arabes dans leurs études sur les levers et couchers héliaques des étoiles fixes et des planètes:[8] d'une part 12° et 15° comme valeurs des "arcus visionis"[9] pour les étoiles de première et de deuxième grandeur, et d'autre part une formule de modification de "l'arcus visionis" d'une étoile en fonction de sa place sur l'horizon au moment de son coucher.

Après une présentation de ces deux textes, nous en analyserons rapidement le contenu avant d'en proposer une traduction.

I *Présentation des textes.*

Thābit b. Qurra cite une formule de "Ptolémée dans son livre sur l'apparition des étoiles fixes" (*Baṭlamiyūs fī Kitābihi fī ẓuhūr al-kawākib al-thābita*) et il l'applique à la modification de "l'arcus visionis" du croissant lunaire en fonction de son éloignement du "point le plus brillant de l'horizon".

Al-Bīrūnī, dans son chapitre sur "Le lever et le coucher héliaques des étoiles fixes" (*fī tashrīq al-kawākib wa-taghrībihā*)[10] consacre la première partie de son développement aux bases théoriques de l'étude de ce phénomène et la seconde partie à un ensemble de démonstrations géométriques. Seule la première partie nous intéresse ici. Nous y trouvons une citation de "Ptolémée dans son livre sur le lever des étoiles fixes et les *anwā*" (*Baṭlamiyūs fī kitābihi fī maṭāli*ᶜ *al-kawākib al-thābita wa'l-anwā'*), puis, sur deux pages environ, un développement qui est relativement indépendant du paragraphe précédent et qui prépare une formule de modification de la valeur de "l'arcus visionis" des étoiles fixes en fonction de leur éloignement du "point le plus brillant de l'horizon", juste après le coucher du soleil. Al-Bīrūnī dit explicitement que ce dernier développement vient de Ptolémée mais ne précise pas de quel livre il s'agit; or la formule qu'il donne est celle-là même qu'utilise Thābit. Comparons alors les titres que citent ces deux auteurs avec le titre complet du livre de Ptolémée, tel que nous le trouvons dans l'édition grecque de Heiberg,[11] qui

---

paraîtra prochainement dans l'ensemble des oeuvres scientifiques de cet auteur, sous la direction de R. Rashed, que je remercie ici pour son amical soutien.

Pour Thābit b. Qurra, cf. *Dictionary of Scientific Biography*, (New York: Scribner, 1970-1978), XIII, pp. 288-295.

7. Imprimé en 3 volumes à Hyderabad: Dā'iratu-l-maᶜārif-il-Osmānia, 1954-1956.

8. E. S. Kennedy m'a signalé, entre autres, le texte anonyme: Paris, B.N., ar. 2523, ff. 29v-30r, dans lequel nous trouvons, comme chez al-Bīrūnī, l'adoption des deux valeurs suivantes et celle de la formule finale de modification de "l'arcus visionis".

9. En voir la définition ci-dessous, dans le texte traduit, au paragraphe 2, et la note 31.

10. Al-Bīrūnī, *op. cit.*: traité IX, chapitre 7, pp. 1129-1139; la partie traduite ci-dessous se trouve pp. 1129-1132.

11. Il s'agit là du titre le plus complet parmi ceux que l'éditeur a trouvés dans la tradition manuscrite grecque.

Fragment arabe du premier livre du *Phaseis* de Ptolémée.

REGIS MORELON*

LE *PHASEIS* DE CLAUDE PTOLEMÉE est considéré comme l'une de ses oeuvres mineures. Le premier livre de cet ouvrage est perdu en grec, mais nous possédons le texte original du second livre qui nous présente, après une introduction générale, une liste du lever et du coucher héliaques de différentes étoiles , selon le calendrier de l'année égyptienne, avec les prévisions météorologiques liées à ces phénomène.[1] Le terme arabe "*anwā*'" recouvre cet ensemble de significations, c'est ce terme que nous emploierons sans le traduire.[2]

Le *Phaseis* avait été très tôt traduit en arabe: il est cité par Masᶜūdī dans son *Kitāb al-tanbīh wa-l-ishrāf*;[3] et dans son livre *Al-āthār al-bāqiya ᶜan al-qurūn al-khāliya*,[4] al-Bīrūnī cite le *Kitāb al-anwā*' de Sinān b. Thābit b. Qurra, qui a été identifié par O. Neugebauer comme une reproduction partielle de deuxième livre du *Phaseis*.[5]

Le rapprochement entre un texte de Thābit b. Qurra sur la visibilité du croissant[6] et un passage du *Qānūn al-masᶜūdī* d'al - Bīrūnī[7] nous permet

* 20 Rue des Tanneries, 75013, PARIS. Je remercie les responsables de l'Institut d'Histoire des Sciences Arabes, Université d'Alep ,et ceux de l'Institut Français de Damas pour toutes les facilités qu'ils m'ont accordées lors de mon année de recherches à Alep. En particulier, je suis très reconnaissant au Pr. E. S. Kennedy pour l'aide qu'il m'a apportée et pour toute la documentation personnelle qu'il a eu la gentillesse de mettre à ma disposition.

1. Claudii Ptolemaei, *Opera quae extant omnia*, vol. II, *Opera astronomica minora*, éd. J. L. Heiberg, (Leipzig: Teubner, 1907), pp. 1-67.

2. Pour la signification précise de ce terme, et les travaux des astronomes arabes dans ce domaine, cf. C. A. Nallino, *ᶜilm al-falak*, (Rome, 1911), pp. 117-140, (Conférences 18 et 19).

3. Imprimé à Bagdad (1357/1938), pp. 15-16: ,,... Claude Ptolémée a fait mention de cela dans le *Tetrabiblos* et dans son *Livre sur les anwā*', dans lequel il mentionne le temps qu'il fait pour tous le[s] jours de l'année et ceux de ces jours où se produisent les levers et couchers héliaques des étoiles''. (Ce texte est signalé par Nallino, *op. cit.*, p. 134). Al-Masᶜūdī est mort autour de 345/956.

4. Edité par C. E. Sachau, (Leipzig, 1923). Traduction anglaise: C. E. Sachau, *The Chronology of Ancient Nations*, (London, 1879; réimp. Frankfurt: Minerva, 1969).

5. Cf. O. Neugebauer, ,,An Arabic Version of Ptolemy's Parapegma from the *Phaseis*'' *Journal of the American Oriental Society*, 91, 4, (1971), p. 506. Pour l'analyse détaillée de ce texte, voir: J. Samsó ''Las *Phaseis* de Ptolemeo y el *Kitāb al-anwā*' de Sinān b. Thābit'', *Al-Andalus*, 41 (1976), 15-48 et 471-479.

6. Thābit b. Qurra, *Kitāb fī ḥisāb ru'yat al-ahilla*, Londres, British Library, 7473 ad., ff. 108r - 113r; le passage en question se trouve f. 111v, *l.* 13-17. J'ai terminé l'édition du texte complet qui

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



Vol. 5
Nos.
1 & 2
1981

مجلة تاريخ العلوم العربية

University of Aleppo

Institute for the History of Arabic Science

Aleppo,Syria

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



Vol. 6
Nos. 1 & 2
1982

مجلة تاريخ العلوم العربية

University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo,Syria

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد السادس | العددان الأول والثاني | ١٩٨٢

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

نصوص لتاريخ الأعداد المتحابة وحساب التوافقات

رشدي راشد

ستبين النصوص التي ننشرها ههنا محققة مدى ما بلغته نظرية الأعداد الأولية من تقدم ومدى ما وصل إليه حساب التوافقات من نتائج على أيدي من كتب بالعربية في أواخر القرن الثالث عشر الميلادي خاصة . فالنص الأول ، وهو أهمها بكثير ، يكفي وحده لبيان خطأ من توهم – وهم أكثر المؤرخين – أن نظرية الأعداد هي أفقر فروع الرياضيات العربية قاطبة . وكيف يكون هذا الوهم ممكناً ؟ أليس من العجيب ألا تتطور نظرية الأعداد بعد ما حققه الجبر الحسابي من تقدم بفضل الكرجي ومدرسته ؟ وكذلك ستطيح هذه النصوص بوهم آخر ، ألا وهو خطأ من ظن أن اللجوء إلى المثلث الحسابي لدراسة مجموعات الأعداد المثلثة وما فوقها من المراتب وأن التفسير التوافقي لعناصر المثلث الحسابي ، هما من مكتسبات القرن السابع عشر .

فبعد قراءة هذه النصوص سنرى ، بما لا يدع للشك مجالاً ، أن نظرية الأعداد لم تقف عند تراث الإسكندرية ، أي عند نقل وشرح الكتب العددية من « أصول » أوقليدس « ومقدمة » نيقوماخوس، بل لا تقف حتى عند ما زاده ثابت بن قرة – وخاصة نظريته في الأعداد المتحابة – وغيره من أمثال عبد القاهر البغدادي . فنظرية الأعداد ذهبت إلى أبعد من ذلك بكثير بفضل الجبر ، أو على وجه التحديد بفضل تطبيق الوسائل الجبرية التي ابتدعها الكرجي ومدرسته في دراسة الأعداد وخصائصها . ولعل أهم نتيجة لهذا التطبيق هو ظهور فصل جديد في نظرية الأعداد لم يكن معروفاً من قبل ، لا بهذا الاتساع ولا بهذه الصورة التي نجده عليها في الرياضيات العربية ، فضلاً عن أسلوب حديث في النظر والبرهان ، سيكون هو أسلوب نظرية الأعداد فيما بعد حتى سنة ١٦٤٠ على الأقل . أما هذا الفصل الجديد ، فيتضمن كل ما لا غنى عنه في البحث عن خصائص أجزاء الأعداد وقواسمها ، وهذه الخصائص نفسها . والباعث وراء هذه الدراسات لم يكن إلا البحث عن برهان آخر غير برهان ثابت بن قرة للبرهان على نظريته عن الأعداد المتحابة . وأما الأسلوب الحديث ، فهو توافقي ، جبري ، فلم يعد هندسياً دون أن يصبح عددياً خالصاً .

هذه هي بالجملة مميزات النص الأساسي والأول الذي نقدمه ههنا ، وهو رسالة كمال الدين الفارسي في الأعداد المتحابة ، والتي تضم بين قضاياها كثيراً مما ينسب عادة إلى علماء القرنين السادس عشر والسابع عشر ، أو ما بعدهما أحياناً . ونجد بين هذه القضايا :

- أول صياغة معروفة حتى يومنا هذا لما يُسمى بنظرية الحساب الأساسية ، أي أن كل عدد يمكن تحليله وبصورة واحدة إلى عناصر أولية منتهية العدة .
- أول دراسة معروفة لتابع مجموع أجزاء العدد ولتابع مجموع قواسمه ، والبرهان على جدائية هذا الأخير .
- أول دراسة معروفة لبعض خصائص تابع عدد أجزاء العدد وتابع عدد قواسمه ؛ ومن ثم أول دراسة معروفة للتوابع الحسابية الأولية ، والتي كانت تُعزى ، هي وكثير من القضايا التي برهن عليها الفارسي ، إلى ديكارت وآخرين من بعده .

ومما ينبغي التنبه له هو لجوء الفارسي إلى المثلث الحسابي لدراسة مجموعات الأعداد المثلثة وما فوقها من المراتب . واضطره هذا الى تفسير توافقي لا غموض فيه لهذا المثلث ، وهو التفسير الذي كان ينقص الكرجي والسموءل من بعده كما بينا في موضع آخر[1] ، والذي سيقوم به بسكال مرة أخرى . ومن الملاحظ أن الفارسي لا يقف عند هذا التطبيق وعند تلك العبارات التوافقية للتفسير والشرح ؛ مما يدل على أنها كانت شائعة مألوفة في عصره .

وينهي الفارسي رسالته هذه بحساب ما سُمي بعددي فرما ، أي ١٧٢٩٦ و ١٨٤١٦ ، وبالبرهان على أنهما متحابان .

ونستطيع الآن أن نقطع بأن رياضيي هذا العصر كانوا على معرفة بهذين العددين ، ولكن لا يمكننا أن نقرر من هو أول العارفين بهذا الأمر . فنحن لا ندري بالدقة متى كان تحرير الفارسي لكتابه ، إلا أن هذا قد تم قبل عام ١٣٢٠ وهو تاريخ وفاة الفارسي . ولكن النص الثاني الذي ننشره هنا ، وهو نص التنوخي ، الذي حرر سنة ١٣٠٧ يضم العددين والبرهان على تحابهما . فكل ما نستطيع أن نقوله الآن هو أنه بين ١٣٠٧ و ١٣٢٠ على أكثر تقدير كان هناك على الأقل شاهدان على ما أثبتنا . بل يمكننا أن نزيد على هذا ونبين بفضل

١ ـ انظر إلى مقالنا Algèbre et linguistique: l'analyse Combinatoire dans la science arabe; dans R. Cohen, *Boston Studies in the Philosophy of Sciences*, Reidel Pub. Company, 1973, p. 383-399.

النص الثالث أن العددين المتحابين – ٩٣٦٣٥٨٤ و ٩٤٣٧٠٥٦ – اللذين يحملان اسم ديكارت كان قد تم حسابهما على يدي محمد باقر بن زين العابدين اليزدي قبل الفيلسوف بقليل .

أما النص الرابع فهو لابن البناء المراكشي ، وهو فصل من كتابه المُسمى بـ « رفع الحجاب عن وجوه أعمال الحساب » . وهذا الكتاب هو تفسير وشرح لكتابه المعروف « تلخيص أعمال الحساب » أو كما قال هو نفسه وشرح مقصده في مقدمة « رفع الحجاب » : « فإن كتابي الذي وضعته في تلخيص أعمال الحساب ، وتقريب معانيه ، وضبط قواعده ومعانيه ، قد جمع صناعة العدد العملية بصنفي المعلوم والمجهول . فأردت إيضاح ما يغمُضُه من العلم ، وشرح ما يظن غير المُحصل أنه مستغلق فيه على الفهم ، وبيان أصول القواعد والمباني » .

وإذ قد أتينا بهذا النص هنا ، فلما يحتويه من قضايا رياضية في حساب التوافقات ، وأيضاً للدلالة التاريخية التي يدل عليها . فلنذكر أولاً بهذه القضايا . وقبل هذا فلنرمز بـ $(n)_r$ إلى عدد الصور من الحجم r المأخوذة من مجموعة A عدتها n ، $(r \leqslant n)$ ؛ فمن السهل برهان أن :

$$(n)_r = n(n-1)\dots(n-r+1).$$

والآن يمكننا ترجمة قضايا ابن البناء على النظم التي وردت في كتابه :

$$\binom{n}{r} = \frac{(n)_r}{r!},$$

$$(n)_n = n!,$$

$$(n)_r = r!\binom{n}{r};$$

وهذه القضايا مبرهنة إلا للحالتين $r = 1, r = 0$ ؛ وأخيراً القضية التالية التي لم يقم البرهان عليها :

إذا كانت $A = (m_1, \dots, m_n)$ مجموعة من الحروف عدتها n ، متميزة كلها ، وكان $u(A)$ تبديلاً ما من تباديل المجموعة A ، وليكن أول حروفه m_k مثلاً ، فإنه يمكننا الحصول على كل تباديل A من المتتالية التي نحصل عليها بتكرار $u(A)$ ، $(n-1)$ مرة ثم إضافة m_k . وهكذا فكل تباديل A هي داخل المتتالية الحادثة والتي عدد حروفها $n(n-1)+1$.

٥

مثال ذلك : فلتكن مجموعة الحروف $A = (a,b,c,d)$ ، ولنأخذ تبديلاً ما وليكن (b,d,a,c) ؛ فإنه يمكننا الحصول على كل تباديل A من المتتالية ذات $1 + (4 \times 3)$ حرفاً :

$$(b, d, a, c, b, d, a, c, b, d, a, c, b)$$

هذا هو ما نجد في نص ابن البناء ، وهو ما يمكن استنباطه بسهولة فائقة من القانون الأساسي للمثلث الحسابي ، الذي كان منتشراً معروفاً بين الرياضيين من بعد ما أقامه الكرجي في أواخر القرن العاشر . وهذا القانون ، أعني

$$\binom{n+1}{r} = \binom{n}{r} + \binom{n}{r-1},$$

هو ما يطبق الفارسي بصور متعددة ، ومرات متتابعة ، ويفسره بأسلوب توافقي خالص . ولكن يبقى عند الفارسي ما لا أثر له عند ابن البناء ، وهو الربط الواضح العام بين المجتمعات العددية وبين المثلث الحسابي ، وأيضاً التفسير التوافقي لعناصر هذا المثلث ، أي الخطوة الأساسية لتكوين حساب التوافقات كفصل مستقل من فصول الرياضيات .

وإذا كان ذلك كذلك ، فمن المرجح أن كثيراً من القضايا السابقة المتعلقة بالقانون الأساسي أو بمشتقاته ، هي مما ورّث السلف لابن البناء والفارسي وغيرهم ، فهذا الأخير قد وافته المنية عام ١٣٢٠ – كما قلنا – وفي تبريز ، وابن البناء لم يخلفه الا عاماً واحداً – وبالمغرب . والأول يقوم ببحث أصيل أراد فيه العثور على برهان جديد لنظرية ثابت بن قره في الأعداد المتحابة ، بينما أراد الثاني أن يكتب كتاباً تعليمياً يشرح فيه كتاباً تعليمياً آخر له ، ويرفض صراحةً معالجة الأعداد المتحابة . فما بقي بينهما من اتفاق لا يمكن إلا أن يرجع ، حسب ما يبدو لنا ، إلى ما ورثوه .

أما النص الخامس فهو لبيان مدى انتشار عددي « فرما » بين الرياضيين والشراح . فهذا النص يبين لنا أن مؤلفه المتوفى في أوائل القرن الخامس عشر الميلادي ، وهو ابن هيدور التادلي ، من شراح ابن البناء المراكشي ، كان على معرفـــة بهذين العددين كما كان يريد أن يحرر رسالة يأتي فيها بالبرهان على تحاب الأعداد ، أي بما لم يفسح به المجال في كتابه « التمحيص في شرح التلخيص » الذي أخذنا منه هذا النص .

لقد قمنا[١] من قبل بدراسة تاريخية ورياضية لهذه النصوص ولغيرها ، ولا نريد أن نكرر هنا ما قلناه هناك ، وسنكتفي هنا بتقديم هذه النصوص أنفسها .

١ – انظر إلى المقدمة الفرنسية .

٦

كتب كمال الدين الفارسي[1] شرحاً لكتاب ابن الخوام البغدادي – « الفوائد البهائية في القواعد الحسابية » هو أضخم ما ألفه في الرياضيات ، وسماه « أساس القواعد في أصول الفوائد » . وبين كتاب الفارسي هذا وبين رسالته في الأعداد المتحابة صلة وثيقة لم ينتبه لها المؤرخون القدماء مثل طاش كبري زاده ولا المحدثون مثل بروكلمان ، سوتر ، كراوسه . فمما أورده الفارسي نفسه نعرف أنه ألحق « التذكرة » بأساس القواعد كتتمة له . ففي مستهل هذا الأخير يعرض الفارسي للأعداد المتحابة بقوله[2]: « فأما طريق استخراج المتحابين وحصر الأجزاء – بأن يتيقن أنه لا جزء غير ما عرف وسائر أصوله وفروعه – واستخراج الأعداد التامة والزائدة والناقصة ، فسيلحق بآخر هذا الكتاب على ما يساعد التوفيق » . وقول الفارسي هذا إن لم يدل على أنه قد حرر « التذكرة » قبل شروعه في كتابه « أساس القواعد » ، فإنه يبين على الأقل أنه كان يعرف ما ستتضمنه « التذكرة » ، وأنه لم يكن يعتبر أنهما مصنفان منفصلان .

وما سبق يفسر لنا تماماً ظهور مخطوطة « التذكرة » كجزء من مخطوطة « أساس القواعد » . فنحن لا نعرف أية مخطوطة مستقلة « للتذكرة » ، وإن كنا كثيراً ما نجد أساس القواعد دون تلك الرسالة ، كما يشهد بذلك – على سبيل المثال لا الحصر – المخطوطات الثلاث لهذا الأخير بمكتبة السلطان أحمد الثالث . وسقوط « التذكرة » في مثل هذه الأحوال يرجع مما لا شك فيه إلى النساخ في حياة المخطوطة الطويلة .

ويمكننا أن نستشف من كتابات المؤرخين أن « تذكرة » الفارسي هذه كانت معروفة متداولة حتى القرن السادس عشر على الأقل ، ويكفي في هذا الصدد أن نقرأ ما يقول صاحب « مفتاح السعادة » : « أما طريق استخراج الأعداد المتحابة فقد بُيِّنَ مستوفى ببراهين عددية في كتاب « تذكرة الأحباب في بيان التحاب » ، وهذا كتاب نفيس ، يدل على فضل مؤلفه ، وعلو كعبه في العلوم الرياضية ، يشهد بذلك كتابه المذكور » . ونقرأ أيضاً في كتاب حاجي خليفة عند كلامه على علم الخواص « ومنها خواص الأعداد المتحابة والمتباغضة كما بُين في تذكرة الأحباب في بيان التحاب »[3]

١ – انظر مقالة Kamāl-al-Dīn في
Dictionary of Scientific Biography (New York, Scribner's), vol. VII, 1973.

٢ – انظر صفحة ١٤ – و من مخطوطة آستان قدس رضوى التي سنشير إليها فيما بعد بقليل .

٣ – انظر طبعة كامل كامل بكري وعبد الوهاب أبو النور ، القاهرة ١٩٦٨ ، الجزء الأول ، ص ٣٩٦ .
ومن الواضح أن حاجي خليفة يستند إلى هذا النص نفسه .

وحتى وقت قريب لم يُعرف من مخطوطات هذه الرسالة إلا ما ذكره كراوسه[1] ، أي مخطوطة مكتبة كوبرولو . ولقد عثرنا في أوائل السبعينيات على مخطوطة أخرى « للتذكرة » بمكتبة آستان قدس رضوى ، ثم عثرنا بعد ذلك على مخطوطة ثالثة بمكتبة خدا بخش ، وكذلك على فقرة من هذه الرسالة في مكتبة الوزير الشهيد علي . وبعد العثور على هذه النسخ أصبح من الممكن التحضير لنشرة نقدية لهذه الرسالة . ونعرض الآن تباعا لهذه المخطوطات .

أ – مخطوطة كوبرولو ٩٤١ .

ذكرها كراوسه ، كما قلنا ، وهي تشتمل على :

- « أساس القواعد في أصول الفوائد » ، من ١ – و إلى ١٢٨ – ظ حسب الترقيم القديم الذي اتبعه كراوسه ، أو من ١ – و إلى ١٣١ – و بالترقيم الذي استعمل فيما بعد . وقد كتب الناسخ في آخره ما نصه : « نجزت كتابته بتوفيق الله تعالى يوم الخميس أول نهاره منتصف رجب سنة ٧٣٦ الهلالية » .

- « تذكرة الأحباب في بيان التحاب » : من ١٢٨ – ظ إلى ١٣٦ – وحسب الترقيم القديم ، أو من ١٣١ – ظ إلى ١٣٩ – و بالترقيم الأخير . وكتب الناسخ في آخر الرسالة : « فرغ من تحريره بحمد الله تعالى وحسن توفيقه العبد الضعيف الراجي إلى رحمة ربه اللطيف نوح بن علاء الدين الاتعاني يوم السبت وقت الضحى عشرين من شهر رجب سنة سبع وثلاثين وسبعمائة في المدرسة الصادقية ، رحم الله واقفها ، في محروسة بغداد ، حرسها الله من الآفات ، وصلى الله على نبيه محمد وآله أجمعين ». وبما أنه نفس الناسخ كما يشهد بذلك الخط ، فهذا يعني – لو كان كلا التاريخين صحيحاً – أنه انتظر سنة كاملة وعدة أيام حتى ينتهي من نسخ ثماني أوراق « التذكرة » . ويتم بهذا الكتاب . وهذا إن لم يكن مستحيلاً فهو غير معقول ، هذه واحدة . أما الأخرى فهي تناقص بين التواريخ . فالتاريخ الأول ، أعني يوم الخميس منتصف رجب ٧٣٦ ، غير صحيح لو اعتبرنا أن المقصود بمنتصف رجب هو الخامس عشر منه . فالخامس عشر من رجب سنة ٧٣٦ هو يوم الأربعاء لا الخميس الموافق للثامن والعشرين من شهر فبراير سنة ١٣٣٦ . ويستقيم الأمر إذا افترضنا أن التاريخ الأخير أي تاريخ الرسالة هو الصحيح ، وأن سهواً وقع عند كتابة التاريخ الأول بالأرقام .

1. Max Krause: Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker, in *Quellen und Studien Zur Geschichte der Math., Astro., und Phys. – Abt. B., Bd* 3, 1936, *H.* 4, S. 509.

ومما يحبذ هذا الرأي ، أن العشرين من رجب سنة ٧٣٧ هو حقاً يوم السبت الموافق للثاني والعشرين من فبراير سنة ١٣٣٧ ميلادية . وهكذا فنحن أقرب إلى الحقيقة إذا افترضنا أن الناسخ يعني « بمنتصف » التقدير لا التحديد ، ويكون قد انتهى من كتابة « أساس القواعد » يوم الخميس ١٣ فبراير سنة ١٣٣٧ ثم أتم « التذكرة » بعدها بتسعة أيام ؛ وفي كل الأحوال نستطيع أن نقطع أن رسالة الفارسي هذه قد نسخت بعد وفاة مؤلفها بحوالي ١٧ سنة على أكثر تقدير .

ونجد في نفس المخطوطة وبنفس الخط — في آخر أساس القواعد — مسألة ميراث قصيرة ؛ ثم نجد في آخرها بخط مختلف مسألتين لا علاقة لهما بما نحن فيه ، زادهما ناسخ آخر على ما بقي من صفحات فارغة ، وهي من ١٣٩ — ظ إلى ١٤٠ — ظ ، وبهذا تنتهي المخطوطة .

وأما مخطوطة « أساس القواعد » و « التذكرة » فهي بخط فارسي جميل ، والرسوم بحبر أحمر ، كذلك خطوط الجداول وأرقام الأشكال وبعض الكلمات في هذه الأخيرة . وطول الصفحة ٢٤ سنتيمتراً وعرضها ١٨ سنتيمتراً وتحتوي على ٢٥ سطراً ، وكل سطر منها على ١٦ كلمة تقريباً .

وفي هامش المخطوطة لَحَقٌ بخط ناسخها ، استدراكاً لما سها عنه ، مع الاختصار المعروف « صح » ليبيّن أنه هو الذي استدرك ما نُسي . ولكن لايزال ينقص هذه المخطوطة بعض العبارات كما سيتبين ذلك بمقارنتها مع المخطوطات الأخرى .

وسنشير لهذه المخطوطة بحرف « ك » وسنأخذ بأرقام صفحاتها عند التحقيق .

ب — مخطوطة آستان قدس رضوى ٥٥٧٨ .

وهي تشتمل أيضاً على :

- « أساس القواعد في أصول الفوائد » ، من ١ — و إلى ١٢١ — و .
- « تذكرة الأحباب في بيان التحاب » : من ١٢١ — ظ إلى ١٢٧ — ظ .

ولا يتم الناسخ « التذكرة » ، بل يتوقف قرب نهايتها ، فتنقصها فقرة أخيرة ؛ وهو لا ينسخ أيضاً بعض الجداول تاركاً فراغاً مكانها . وإن كان خطه فارسياً جميلاً إلا أنه يهمل ويتكاسل عند اقترابه من نهاية المخطوطة ، فتزيد أخطاؤه ، ويترك فقرة كما قلنا .

أما عن تاريخ النسخ ،فلقد وقع الفراغ من « أساس القواعد » كما يقول « وقت الظهر من غرة رجب المُرَجّب لسنة ثمان وأربعين وثمانمائة على يدي العبد الضعيف زين العابدين ابن علي بن محمد الحسني ، تاب الله عليه وأصلح شأنه وأحواله » أي سنة ١٤٤٤ ميلادية .

ولا ندري أين تمّ نسخ هذه المخطوطة ، إلا أن هناك على أولى صفحاتها عدة أختام، منها ختم سلطان الدين محمد بن قطب ، مما يرجح أنها ظلت في المنطقة الشرقية من العالم الإسلامي .

ورسوم المخطوطة وحروف البراهين بحبر أحمر ، وكل صفحة طولها ١٧,٧ سنتيمتراً وعرضها ١٣,٣ سنتيمتراً ، وتحتوي على ١٧ سطراً ، وكل سطر على ١٩ كلمة تقريباً . وعادة ما ينقص هذه المخطوطة أرقام الأشكال ، وهي أيضاً خالية من الهوامش ، أو من أي علامة تبين أن الناسخ عارض النص بالأصل .

وسنشير لهذه المخطوطة بحرف « م » .

ج – مخطوطة خدابخش ٢٠١٢ .

وهي أيضاً تشتمل على :

- « أساس القواعد في أصول الفوائد » ، من ١ – و إلى ٩٧ – ظ .
- « تذكرة الأحباب في بيان التحاب » ، من ٩٨ – و إلى ١٠٢ ظ .

وينقص هذه المخطوطة جزء يتضمن آخر « أساس القواعد » وأول « التذكرة » ، مما يدل على سقوط بعض أوراقها . أما عن تاريخ النسخ ، فنقرأ في آخر « التذكرة » : « قد فرغت من انتساخ هذه النسخة الشريفة الميمونه ... في أواخر ذي الحجة أحـد وتسعين وثمانمائة هجرية ، أنا عبد النبي (؟) بن محمد بن حسين البيرجندي ... » أي في أواخر سنة ١٤٨٦ ميلادية ؛ ولا ندري أين كان مكان نسخها .

والخط فارسي واضح،والرسوم وحروف البراهين وأرقام الأشكال وخطوط الجداول وأغلب العناوين بحبر أحمر . وطول كل صفحة ٢١ سنتيمتراً ، وعرضها ١٢ سنتيمتراً وتحتوي على ٢١ سطراً ، وكل سطر على ١٤ كلمة تقريباً .

وتدل هوامش المخطوطة على أن الناسخ قد عارضها بالأصل بعناية ؛ وكثيراً ما كان ينقل عبارة أوقليدس في الهامش حين يشير الفارسي إليها دون أن ينقل نصها .

وسنشير لهذه المخطوطة بحرف « خ » .

ج – مخطوطة الوزير الشهيد على باسطمبول ١٩٧٢

وتشتمل هذه المخطوطة على :

- « أساس القواعد في أصول الفوائد » ، من ١ – و إلى ٢٦٨ – و .
- بداية « تذكرة الأحباب في بيان التحاب » ، من ٢٦٨ – ظ إلى ٢٧٠ – و .

فبعد أن يتم الناسخ « أساس القواعد » لا ينقل من « تذكرة الأحباب » إلا بدايتها . والمخطوطة بخط نسخي ، وحذفت منها الرسومات ، وكتبت الحروف المستعملة في البراهين بحبر أحمر . وطول الصفحة ١٣ سنتيمتراً وعرضها ١٢ سنتيمتراً وتحتوي على ٢١ سطراً وكل سطر على ١٠ كلمات تقريباً .

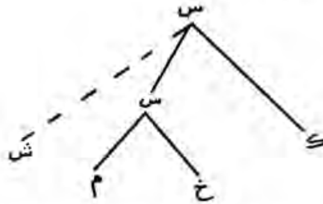
وليس في هوامش المخطوطة شيء بغير خط كاتبها وهي استدراكات في مواضع يسيرة لما سها عنه . ولا ندري من كان هذا الناسخ ولا مكان ولا زمان النسخ ؛ وإن اكتفينا بالتخمين ، فقد تكون من القرن التاسع أو العاشر الهجري .

وأشرنا إليها بحرف « ش » .

أما سيرتي في تحقيق النص ، فقد سلكت الطريق الذي سبق أن سلكته عند تحقيق « رسائل الخيام الجبرية » وذلك بالبدء بتصنيف المخطوطات . والمنهاج في هذا هو ما شرحناه هناك بإثبات كل الاختلافات بين المخطوطات وبيان ما ينقص من كل منها بمقارنته بالأخرى وكذلك أخطاء كل منها بالنسبة للأخرى . والطريق الذي وصفناه هناك يبين :

- أن مخطوطة « ك » ، وهي أقدم ما نمتلك ، ليست بأصل للمخطوطات الأخرى ، بل تنقصها عبارات هامة لسياق النص . فهذه المخطوطة تمثل تقليداً مخطوطياً مستقلاً .
- أن مخطوطة « م » أيضاً ليست بأصل لمخطوطة « ح » التي كتبت بعدها بحوالي نصف قرن .
- أن « م » و « خ » ينحدران من جد – أو أب – واحد .
- أن « م » ليست بأصل لـ « ش » .
- أن قصر الفقرة الباقية من « ش » وضياع هذه الفقرة من « خ » ، لا يسمح لنا بأي استنتاج عن علاقة الواحدة بالأخرى .

ونستطيع تمثيل هذا بالصورة التالية :



٢ – كتاب في علم الحساب (للتنوخي) . الفاتيكان (٢) ٣١٧ ، من ٧٥ ظ إلى ٨٩ ظ . هو زين الدين أبو عبد الله محمد بن محمد بن عمرو التَّنُوخي المعري ، ولا نعرف ترجمة له . ونعرف له غير كتابه هذا رسالة في حساب الخطأين سماها « كشف الغطاء في استنباط الصواب من الخطأ » ، وهي مخطوطة من نفس المجموعة (٣) ٣١٧ ، من ٩٠ – و إلى ٩٢ – و . وفي أول هذه الرسالة أضيف إلى اسمه لقب « الحاسب » ، ونقرأ في آخرها « نجز في العشرين من جمادي الأول سنة سبع وسبعمائة » . فالتنوخي هو إذاً حاسب على قيد الحياة في أوائل القرن الرابع عشر الميلادي ، فهل هو نفس التنوخي الذي ذكر له حاجي خليفة في « كشف الظنون » : « أقصى القرب في صناعة الأدب » ، فيكون بهذا أديباً وحاسباً . ومما يجعل هذا ممكنا – ولكن ليس بيقيني – تشابه الاسم . فلقد سماه حاجي خليفة « زين الدين أبا عبد الله محمد بن محمد التنوخي » وجعل وفاته سنة ٧٤٨ [1] .

والمخطوطة هي بخط نسخي قديم ، وطول الصفحة ١٩,٥ سنتيمتراً وعرضها ١٣,٥ سنتيمتراً ، وتحتوي على ٣١ سطراً ، وكل سطر على ١٩ كلمة تقريباً ، ولا ندري شيئاً عن مكان وتاريخ نسخ المجموعة التي تضم هاتين الرسالتين للتنوخي مع رسائل رياضية أخرى .

٣ – عيون الحساب (لليزدي) ١٩٩٣ E. Hazinesi باسطمبول

محمد باقر بن زين العابدين اليزدي من الرياضيين المتأخرين ، فلقد تُوفي سنة ١٦٣٧ ميلادية على وجه التقريب . أما عن « عيون الحساب » فهو أحد مراجع هؤلاء الأساسية .

١ – يذكره أيضاً اسماعيل البغدادي كما ذكره من قبل طاش كبري زاده ، ولكن لا نجد جديداً فيما قالوه . ولقد رجعنا إلى كتاب " الدرر الكامنة في أعيان المائة الثامنة " لابن حجر العسقلاني المتوفى سنة ٨٢٥ فلم نجد ترجمة له .

ولا غرابة أن نجد منه مخطوطات كثيرة لا بد من مقارنتها لنشره بصورة علمية . وإن كنا قد قمنا بهذا فيما يخص ما سبق من النصوص وكذلك ما سيأتي فيما بعد ، إلا أننا لا نزعم أننا نحقق هذا للفصل الذي اخترناه من كتاب اليزدي . فنحن لا نرتكز إلا على مخطوطة واحدة هي التي نهدف هنا لإخراجها بكل دقة وعناية .

ونقرأ في آخر هذه المخطوطة تاريخ الانتهاء من نسخها وهو « غرة رجب الفرد سنة إحدى وسبعين ومائة ألف ، وذلك على يد أضعف الضعفاء صدقي الحاج مصطفى ... » فالمخطوطة هي إذاً من القرن الثامن عشر ، ١٧٥٨ ميلادية على وجه التحديد . وهي من ١٢٠ ورقة . وثلاث ورقات غير مرقمات عليها بعض الجداول . والصفحة الأولى لا تضم إلا رسما للمثلث الحسابي ، والصفحة الثانية لم يكتب فيها إلا العنوان واسم المؤلف . أما الخط فنسخي أنيق . وطول الصفحة ١٧,٤ سنتيمتراً وعرضها ٧,٢ سنتيمترات وتحتوي على ٢٩ سطراً وكل سطر على ١٣ كلمة تقريباً .

٤ – رفع الحجاب عن وجوه أعمال الحساب (ابن البناء)

لقد كتبه ابن البناء المراكشي سنة ٧٠١ هجرية ، أي سنة ١٣٠١ – ١٣٠٢ ميلادية لشرح كتابه « تلخيص أعمال الحساب » . واعتمدنا في تحقيق الفصل الذي اخترناه هنا على مخطوطتين :

أ – تونس (دار الكتب) ٩٧٢٢ ، من ١ – ظ إلى ٤٥ – ظ .

وخط هذه المخطوطة مغربي قديم ، ولكن لا نعرف مكان وزمان نسخها ولا هوية ناسخها ، وليس في هامشها شيء بغير خط كاتبها ، إلا في موضع واحد اشتبهنا فيه وهو في هامش ١٨ – ظ ، ولكن هناك في مواضع يسيرة جدا بعض استدراكات الناسخ لكلمات نسيها . وطول الصفحة ١٩,٧ سنتيمتراً وعرضها ١٥,٢ سنتيمتراً حسب ما تسمح بقياسه صورة المخطوطة لا المخطوطة نفسها . وتحتوي كل صفحة على ٢١ سطراً وكل سطر على ١١ كلمة تقريباً . والفصل الذي نحققه هنا هو من ١٥ – ظ إلى ١٧ – ظ وأشرنا لهذه المخطوطة بحرف « ت » .

ب – وهي ١٠٠٦ باسطمبول ، من ١٠ – ظ إلى ٤٢ – و

وخط هذه المخطوطة مشرقي ، وكاتبها هو كاتب مخطوطـة عيون الحساب التي تكلمنا عليها ، أي الحاج مصطفى صدقي الذي يقول إنه كتبها لنفسه يوم « الأحد الثالث ،

والعشرين من شعبان المعظم لسنة ثلاث وخمسين ومائة ألف » . فهي إذاً من تقليد مخطوطي مختلف . ويؤكد هذا أيضاً مقارنة المخطوطين . وطول الصفحة ٢٤,٤ سنتيمتراً وعرضها ١٥,٢ سنتيمتراً وتحتوي على ٢٥ سطراً وكل سطر على ١٣ كلمة تقريباً . وقد أخذنا بأرقام صفحات هذه المخطوطة عند التحقيق . وأشرنا لهذه المخطوطة بحرف « و » .

٥ — **التمحيص في شرح التلخيص** (لابن هيدور) ٢٥٢ الحسنية بالرباط

شرح أبو الحسن علي بن عبد الله بن محمد بن هيدور التادلي ، المتوفى سنة ٨١٦ هـ — ١٤١٣ م — في كتابه هذا « تلخيص أعمال الحساب » لابن البناء المراكشي . والفصل الذي اخترناه هنا يبين ، على عكس ابن البناء نفسه ، اهتمام ابن هيدور بالبحث في الاعداد المتحابة. ولقد سبق أن وضعنا موضع الشك نسبة رسالة في الأعداد المتحابة — نسبها صديقنا الأستاذ محمد سويسي — لابن البناء ، واقترحنا حينئذ احتمال نسبتها لابن هيدور . ويرجح نص الفصل الذي نحققه هنا هذا الفرض . ومع هذا فلا يمكننا أن نقول بيقين إن الرسالة التي وعد بها في كتابه هي تلك الرسالة . فهو يعد بالبراهين التي لا نجد لها أثراً في الرسالة .

والمخطوطة التي اعتمدنا عليها لتحقيق هذا النص هي احدى مخطوطتين بالمكتبة الحسنية بالرباط ، فهي مخطوطة بخط مغربي في مجلدين . أما المخطوطة الأخرى فهي برقم ٣٤٣٥ . وهنا أيضاً نحن لا نزعم بأننا نحقق هذا الفصل ، فنحن لا نركز إلا على مخطوطة واحدة هادفين إلى إخراجها بكل دقة وعناية .

والتزمنا عند التحقيق بالقواعد المتعارف عليها بدقة بالغة . ولم نثبت الإعجام إن لم تكن هناك شبهة ، وأخذنا بالرموز التالية .

< ... > . نقترح إضافة ما بينهما .
[...] نقترح حذف ما بينهما .
/ انتهاء صفحة المخطوطة التي اختيرت لترقيم صفحات التحقيق .
ت تونس ٩٧٢٢
خ خدابخش ٢٠١٢
ش الشهيد علي ١٩٧٢
ك كوبرولو ٩٤١
م آستان قدس رضوى ٥٥٧٨

كمال الدين الفارسي

تذكرة الأحباب في بيان التحاب

١٣١ - ظ

بسم الله الرحمن الرحيم

وبـــه ثقتي وتوكلي

الحمد لله الذي منه المبدأ وإليه المآب ، والصلاة على عبده ونبيّه محمد الداعي بفصل الخطاب ، الهادي إلى الرشاد والصواب ، صلاة دائمة إلى يوم الحساب ، وعلى آله وصحبه ما ذرّ شارق وغاب .

وبعد : فقد أشار إليّ مَنْ طاعته عليّ فرض محتوم ، ورضاه عني لي شرف مَرُوم ، أيدّه الله تعالى في استكماله وارتقائه ومتعنا منه بطول بقائه وطيب لقائه ، في أثناء محاوراته اللطيفة ومباحثاته الشريفة ، تَبْيين الطريقة التي سلكها القدماء في استخراج الأعداد المتحابة بياناً عددياً شافياً ، وبرهاناً كافياً غير مفتقر إلى مقدمة لم تُذكرْ ومبدأ لم يحُرَّر ، اللهم إلا إلى بعض أشكال أُقليدس التي هي أصول الصناعة ؛ فطاوعت حكمه وامتثلت رسمه ، عارفاً بأني قصير الباع عن التصرف في المبادىء والمباني ، قليل الاطلاع على الحقائق والمعاني ؛ فإن أصبت فمن مَيَامين تلك الإشارة ، وإن طاشت سهام الأفكار فقد قدمت الاعتـــذار . والمأمول من مكارم الفضلاء الناظرين فيه أن يصلحوا ما فســـد وينظموا ما تبدّد من هذه المقالة ليكون سَعْيُهم مشكوراً وجزاؤهم موفوراً .

وها أنا أبتدىء بذكر الطريقة المشهورة في استخراجها ، ثم أشرع في الاستدلال عليها واستنتاجها . وقد انتظم في نيف وعشرين شكلاً ، مُصدَّرةً

٤ – السطر ناقص في ک // ٥ – الذي : ناقصة – ش ، م – // ٨ – لي : له – ش – //
٩ – وارتقائه : وابقائه – ش / ومتعنا : ومنعنا – ش – // ١٠ – في اثناء : ناقصة – ک – //
١٢ – تذكر : مهملة – ک – يذكر – ش – / ومبدأ : ومبداه – ش – / إلا إلى : إلى إلى – ک – //
١٥ – ميامين : ميامن – ک، ش – ش، ک ، م – // ١٩ – انتظم : كذا ، والأفضل انتظمت //

بتعريفات خاصة لم أجد بُدّاً منها ولا ينفع الاكتفاء بالتصديرات التي في سائر الكتب الحسابية عنها ، ووسمتها « **بتذكرة الأحباب في بيان التحاب** » ، والله المستعان وعليه التكلان .

أما الطريقة فهي هذه :

قالوا : إذا أردنا ذلك حصّلنا عدداً من تضاعيف الاثنين ، وزدنا عليه نصفه إلا واحداً ، ونسمي المبلغ الفرد الأول ، ونقصنا من ثلاثة أمثاله واحداً ، ونسمي الباقي الفرد الثاني ، ثم ضربنا أحد الفردين في الآخر ، فما حصل فنسميه الفرد الثالث ، ثم نجمع الأفراد الثلاثة ، ونسمي المبلغ الفرد الرابع . فإن كان كلٌ من هذه الأفراد سوى الثالث أولَ ضربنا ذلك العدد — الذي من تضاعيف الاثنين — في الفرد الثالث والرابع ، فيكون الحاصلان عددين متحابّين ؛ فإن لم تكن الأفراد — سوى الثالث — أوائل حصّلنا عدداً آخرَ من تضاعيف الاثنين تتولد منه الأفراد الأوائل ، ثم عَمِلنا عَمَلَنا ، فيُستخرج المتحابان .

وأما الأشكال فستجيء بعد صدرها ، وهو هذا :

صَدْر

كلُّ عدد تولد من ضرب عدد في آخر فإني أسميه مؤلفاً ثنائياً منهما ، وما تولد من ضرب عدد في عدد ثم في ثالث : ثلاثياً ؛ وما حصل من ضرب الثلاثي في رابع : رباعياً ؛ وعلى هذا .

وكلُّ مؤلف فإما أن تتساوى أضلاعه أو لا ، والأول أسميه المتساوية الأضلاع ، والثاني المتفاضلة الأضلاع ، وهو إما المتفاضلة جميع الأضلاع كالمؤلف من $\overline{ا}\,\overline{ب}\,\overline{ج}$ أو المتفاضلة بعض الأضلاع كالمؤلف $\overline{ا}\,\overline{ب}\,\overline{ب}$.

١ — خاصة : ناقصة — ك — / ينفع : ىنفع — م — مهملة — ك — / بالتصديرات : بالتصويرات — ش — / سائر : ناقصة — م ، ك — // ٨ — كان : ناقصة — ك — // ١٠ — متحابين : محابين — م — / فإن : وإن — ش — // ١٢ — الأوائل : ناقصة — م — أوائل — ك — // ١٣ — فستجيء : فسيجيء — ك — فجيء — ش — / بعد : ناقصة — ش — // ١٦ — ثم في : ناقصة — ش — // ١٨ — المتساوية : الصواب "المتساوي" وكذا ما بعده " المتفاضل" ، ونقتصر على هذه الإشارة . ويجوز أيضاً المتساوية أضلاعه // ١٩ — وهو ... الأضلاع : ناقصة — م — //

وكلُّ مركبين عدد أضلاع أحدهِما مثل عدد أضلاع الآخر ، فهما متماثلا الأضلاع وإلا فمتفاضلاها .

المركبان المتحدا الأضلاع هما اللــذان يكونان متساويي الأضــلاع ومتماثليها ، ويكون كل ضلع تكرر في أحدهما متكرراً بتلك العدة في الآخر .

أجناس العدد هي مربعُه ومكعبُه ومالُ ماله وسائر المراتب الغــير المتناهية .

سلسلة كلِّ عدد هي الأعداد المتوالية التي أولها هو ، وثانيها مربعُه ، ثم مكعبه ، وسائر أجناسه المتوالية إلى غير النهاية . والعدد وأجناسه آحاد تلك السلسلة .

الأشــكال

آ

كلُّ مؤلف ، فإنه لابد وأن ينحلَّ إلى أضلاع أوائل متناهية ، هو متألف من ضرب بعضها في بعض .

فليكن آ مركباً ، فلأنه مركب فلا بد وأن يعدّه أول بشكل لآ مــن مقالة زَ من الأصول . وليكن ذلك بَ ، وليعده بِ جَ . فإن كان جَ أول فقــد تبين أنه / مؤلف من ضرب <بَ> الأول في جَ الأول . وإن كان مركباً فليعده ١٣٢-و أول وهو دَ بعدة هَ ، فإن كان هَ أول تبين أنه آ مؤلف من ضرب أعداد بَ دَ هَ

١ – مركبين : مركبين كل – ش – / عدد : عدد يوجد في – ش – / مثل عدد : يوجد في – ش – // ٣ – المتحدا : المتحد – ك ، ش – / متساويي : متساوى – ش – // ٤ – ومتماثليها : ومتماثليهما – ك ، م – ومتماثلاهما – ش – / أحدهما : أحديهما – ك ، م – / الآخر : الأخرى – ك – // ٥ – هي : وهي – ش – / مربعه ومكعبُه : مربعَه ومكعبَه – ك – / المراتب : ناقصة – ش – // ٨ – ثم مكعبه : ومكعبه – ك ، م – // ١٢ – لا بد وأن : الصواب حذف الواو بعد " لا بد " لأن المصدر المؤول من " أنْ " . وفعلها مجرور بـ " من " المقدّرة ، والأصل : لابد من انحلاله . وسيتكرر ذلك في النص ، ونقتصر هنا على هذه الإشارة . / هو : ناقصة – ك ، م – // ١٤ – مركبا : كتب ناسخ ك في الهامش بحذائها " صوابه مركب " / لآ : لطَ – ك ، م ، ش – // ١٥ – الأصول : المقصود أصول أوقليدس // ١٦ – أنه : المقصود آ // ١٧ – تبين : بين – ش – //

الأوائل بعضها في بعض . وإلا عملنا عَمَلَنا إلى أن ينحلّ الضلع المركّب آخرَ الأمر إلى ضلعين أولين ، فيكون آ مركباً من الأوائل السابقة مع ذينك الأولين .



وإن لم ينحلّ إلى ضلعين أولين أبداً ، لزم تأليف المتناهي من ضرب أعداد غير متناهية ، بعضها في بعض ، وهو محال ؛ وذلك ما أردناه .

ب

إذا كانت ثلاثة أعـداد ، وليكن آ بَ جَ ، فإن نسبة الأول إلى الثالث مؤلفة من نسبته إلى الثاني ، ومن نسبة الثاني إلى الثالث .

فليكن مربع بَ هَ وسطحه في آ دَ وفي جَ زَ ، فلأن دَ مركب – ضلعاه آ بَ – و زَ مركب – ضلعاه بَ جَ – تكون نسبة دَ إلى زَ مؤلفة من نسبتي آ إلى بَ و بَ إلى جَ بشكل هَ من مقالة حَ ، ولأن ب ضُرب في نفسه وفي آ فحصل هَ دَ تكون نسبة آ إلى بَ كنسبة دَ إلى هَ بشكل يح من مقالة زَ ، وكذلك نسبة بَ إلى جَ كنسبة هَ إلى زَ . فبالمساواة : نسبة آ إلى جَ كنسبة دَ إلى زَ المؤلفة من النسبتين ، وذلك ما أردناه .



١ – عملنا : ناقصة – ش – // ٤ – وذلك ما أردناه : ناقصة – ک ، م – // ٨ – وسطحه : أي سطح ب في ا . // ١٠ – من مقالة ح : المقصود من أصول أوقليدس ، ولن نشير إلى ذلك مرة أخرى إلا إذا غمض الأمر . // ١٢ – زَ : طَ – ش – //

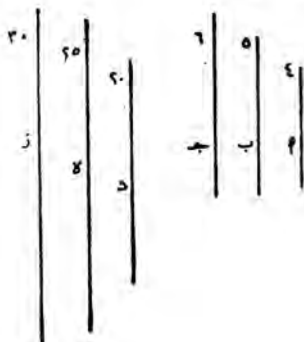
جـ

نسبة الواحد إلى كلٍّ مركب مؤلفةٌ من نسبته • إلى كلٍّ من أضلاعه الأوائل .

فليكن المركب ا وأضلاعه الأوائل : أما أولاً فاثنين هما ب جـ ، فنقول : لأن ب ضرب في جـ فحصل ا تكون نسبة ب الى ا كنسبة الواحد إلى جـ . ونسبة الواحد إلى ا متألفة من نسبتي الواحد إلى ب و ب إلى ا ؛ فنسبة الواحد إلى ا مؤلفة من نسبته إلى ب وإلى جـ .

وليكن الأضلاع أكثر من اثنين وهي ب جـ د ، والمؤلف من ب في جـ ه . فلأن ا مؤلف من ه في د تكون نسبة الواحد إلى ا مؤلفة من نسبته إلى ه و د . ونسبة الواحد إلى ه مؤلفة من نسبته إلى ضلعيه ، أعني ب جـ ، فنسبة الواحد إلى ا مؤلفة من نسبته إلى ب و جـ و د . وبمثل ذلك نبين إن كانت الأضلاع أكثر من ثلاثة ؛ وذلك ما أردناه .





٢ – • هنا تنتهي المخطوطة ش //

٦ – إلى ا : (الثانية) ناقصة – م – //

١١ – نجد بجوار هذا الشكل الرسمين التاليين في ك و م . ولم نحتفظ بالنسب نفسها في كل الأحوال ، التي لم يتقيد بها النساخ وأيضاً المؤلف في أغلب الظن حتى لا يشغل بعض الرسوم حيزاً كبيراً . ولن نشير إلى هذا مرة أخرى .

د

كلّ مركبين متحدي الأضلاع فهما متماثلان .

كـ آ بَ المركب كل منهما من أضلاع جَ دَ هَ ، وذلك لأن نسبة الواحد إلى كل منهما هي النسبة المؤلفة من نسبته إلى كلٍّ من جَ دَ هَ ، فنسبتا الواحد إليهما متساويتان ، فهما متماثلتان ؛ وذلك ما أردناه .

هـ

كلّ مركبين متفاضلين فهما ليسا بمتحدي الأضلاع .

بل لا بد وأن تكون أضلاع أحدهما الأوائل مخالفة لأضلاع الآخر – إما في بعضها ويكونان متفاضلي الأضلاع ، أو في عدّة تكرير بعضها ويكونان متماثلي الأضلاع – وإلا فيكونان بمتحدي الأضلاع فيكونان متماثلين ، وقد فرض التفاضل . هذا خلف ؛ وذلك ما أردناه .



و

كلّ مركب حلّل إلى أضلاعه الأوائل فإن المؤلفة من تلك الأضلاع الثنائية والثلاثية وغيرهما ، إلى المؤلفة السمّية لعدد الأضلاع إلا واحداً ، كلّها أجزاء له .

فليكن المركب آ ولنحلّله إلى بَ جَ دَ هَ الأوائل، فأقول < إن > المؤلف من بَ جَ يعدّ آ لأنه إذا ألف < مع > المؤلف من دَ هَ حصل آ ، فهو يعدّه . وكذا سائر الثنائية والثلاثية . وليس المؤلف السميّ لعدد الأضلاع بجزء له ، إذ

١٠ – بمتحدي : متحدي – كـ – // ١٥ – أجزاء : اجزا – م – // ١٦ – ولنحلله : ولنحلل – م – // ١٧ – من ب ... المؤلف من : كتبها ناسخ كـ في الهامش //

هو ليس أقل منه [ولا المؤلف السميّ لعدد الأضلاع بجزء له إذ هو ليس أقل منه] ولا المؤلف السميّ لعدد أكثر من / الأضلاع ، إذ هو غير ممكن لعدم الضلع الزائد ، فثبت المطلوب ؛ وذلك ما أردناه . ١٣٢-ظ



زَ

إذا لم يعدّ عددٌ عدداً لم يعدّ مربعَه ، [ولا شيء من أجناسه] ولا شيء من أجناسه الأبعد ، سطحَه فيه ، ولا مكعبُه ولا أجناسُه الأبعدُ سطحَ مربعه < فيه > ، ولا مالَ ماله ولا أجناسُه الأبعدُ سطحَ مكعبه فيه ، وعلى هذا القياس .

فليكن آ غير عادّ لبَ ، وليكن جَ مربع آ و هَ مكعبه و حَ مال ماله و دَ سطح بَ في آ و زَ سطح بَ في جَ و طَ سطح بَ في هَ < فأقول إن جَ ولا شيء من أجناسه الأبعد يعد دَ ، ولا هَ ولا أجناسُه الأبعد يعدّ زَ ، ولا حَ ولا أجناسُه



١ – أقل (الثانية) : بجزء – م – //

الأبعد يعدّ ط > ؛ وذلك لأن ا ضرب في نفسه وفي ب فحصل جـ د ، فنسبة جـ إلى د كنسبة ا إلى ب بشكل يح من مقالة ز من الأصول . و ا لا يعدّ ب فـ جـ لا يعد د ، وكذا ه و ح وسائر الأجناس الأبعد ،لأن واحداً منها لو عدّ د و ز يعدّ ذلك الجنس، فـ جـ يعدّ د ؛هذا خلف . وكذا جـ ضرب في ا ب فحصل ه ز ، فنسبة ه إلى ز كنسبة ا إلى ب فـ ه أيضاً لا يعدّ ز ، وكذا ح والأجناس الأبعد . وبمثله نُبيّن أن ح والأجناس الأبعد لم يعد ط ؛ وذلك ما أردناه .

ح

إذا حلّل مركب إلى أضلاعه الأوائل ، ولم يتكرر عدد منها لم يعده مربع ذلك العدد ولا واحدٌ من أجناسه ، وإن تكرر مرةً فقط عدّه من أجناسه مربعه فقط دون البواقي ، وكذا إن تكرر مرتين فقط عدّه منها مربعه ومكعبه دون البواقي ؛ وعلى هذا :

فليكن المركب ا وقد حلّل < إلى > أضلاعه الأوائل وهي ب جـ د ، فأقول إن ب مثلاً لمّا لم يتكرر فيها لم يعدّه مربعه ، وذلك لأن ب يباين جـ و د فيباين سطح جـ في د أيضاً بشكل كد من مقالة ز . و ب قد ضرب في نفسه وفي سطح جـ في د فحصل مربعه و ا ، فالمربع لم يعدّ ا بشكل كه من مقالة ز ، وبطريق الأَوْلَى ألا يعدّ ا سائرُ أجناسه .

وأيضاً : ليتكرر ب فيها مرة فقط ، وليكن الأضلاع ب ب جـ د . فظاهر



٤ – ز : جـ – ك ، م – // ٨ – إلى : من – ك ، م – / لم : فلم – ك ، م – //
١٣ – يتكرر : يكرر – ك – / يباين : مهملة – ك ، م – // ١٤ – قد : ناقصة – م – //
١٦ – ألا : أن لا – ك ، م – هكذا كتبت في كل النص ولا نشير إليها مرة ثانية . //

أن مربعه الذي هو أحد ثُنَاها يعده . أقول : لكن لا يعدّه مكعبه ، لأن بَ لم يعدّ سطح جَ في دَ كما مرّ ، وقد ضرب مربعه فيهما فحصل مكعبه و آ على نسبتهما فالمكعب لا يعدّ آ ، والأجناس الأبعد أوْلى بألا تعدّه .

ولو كان التكرار مرتين ، كما لو كانت بَ بَ بَ جَ دَ ، عدّ آ مربع بَ ومكعبه دون البواقي ، لأن بَ لم يعدّ سطح جَ في دَ وضرب فيهما مكعبه ، فحصل مال ماله و آ على تلك النسبة ، فمال ماله لم يعد آ ، وكذا سائر أجناسه الأبعد ؛ وذلك ما أردناه .

ا جـ ب ب جـ د

ط

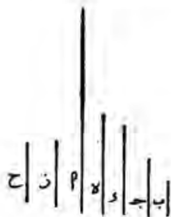
كلُّ مركب حلّل إلى أضلاعه الأوائل فإنه لا يوجد له جزء سوى الواحد وأضلاعه الأوائل والمؤلفة من أضلاعه الثنائية أيضاً إن كانت أكثر من اثنين ، والثلاثية أيضاً .. إن كانت أكثر من ثلاثة وهلم جرّا ، إلى أن ننتهي إلى المؤلفة السميّة لعدد الأضلاع إلا واحداً .

فليكن آ مركباً ولنحلله إلى أضلاعه الأوائل وهي بَ جَ دَ هَ ، فأقول : ليس له جزء سوى الواحد ، و بَ جَ دَ هَ ، والمؤلفة من بجَ بدَ بهَ جدَ جهَ دهَ الثنائية ، والمؤلفة من بجدَ بجهَ بدهَ جدهَ الثلاثية ، وهي السميّة لعدد الأضلاع إلا واحداً .

وذلك لأنه لو أمكن أن يكون له جزء غير ما ذكر فليكن زَ ، وهو إما

١ – هو : كررت فوقه – م – / أحد ثناها : واحد ثناتها – ک – كتب الناسخ بعدها " ثنهاتها " ثم كتب فوق " تها " : " سا " . // ٣ – تعده : تعد – ک ، م – // ١١ – المؤلفة : المؤلف – ک ، م – // ١٣ – ولنحلله : ولنحلل – ک ، م – // ١٤ – له : لا – م – //

أول / أو مركب . فإن كان أول ويعدّ آ المؤلف من بَ جَ دَ في هَ فلا بد وأن ١٣٣-و يعدّ أحد ضلعيه بشكل لَ من مقالة زَ ،ولا يمكن أن يعدّ هَ الأول ، فلزم أن يعد المؤلف من بَ جَ دَ . ولأنه يعد هذا المؤلف ، وهو مؤلف من المؤلف من بَ جَ في دَ الأول ، فبالبيان المذكور يلزم أن يعد المؤلف من بَ جَ ، ولأنه يعد هذا المؤلف فيعد أحد ضلعيه الأولين أو يكون أحدهما ، وكلاهما محال . وإن كان زَ مركباً ، وهو مفاضل للمؤلفة المذكورة ، فلا بد وألا يكون أضلاعه الأوائل متحدة بأضلاع من تلك المؤلفة . فإما أن يوجد في أضلاع زَ الأوائل ما لم يُوجد في أضلاع آ أو لا . فإن لم يوجد فإما أن يكون ضلع من أضلاع زَ فيها بعدّة لم يتكرر بمثلها في أضلاع آ ، أو يتكرر ضلع من أضلاع آ فيها بعدّة لم يتكرر بمثلها في أضلاع زَ . وهذه ثلاثة أقسام .



فإن كان الأول ، فليكن ذلك الأول المفاضل لجميع أضلاع آ حَ . فحَ أول ويلزم الخلف المذكور إذ فرض زَ أول .

وإن كان الثاني – وهو أن يكون ضلع من أضلاع زَ ، وليكن بَ – مكرراً ، وليكن مرة ، ولا يكون بَ مكرراً في أضلاع آ . فالمؤلف من بَ في مثله يعد زَ ، وهو يعد آ وهو غير مكرر في أضلاع آ ، هذا محال .

وبمثـــل ذلك نبين الخلف لو كان مكرراً مرتين أو أكثر . وليكن بَ مكرراً في أضلاع زَ مرتين وفي أضلاع آ مرة ، فيلزم أن يعد زَ <مكعب بَ> فمكعب بَ يعد آ ، وهو لم يتكرر في أضلاعه أكثر من مرة ، هذا خلف .

وبمثل ذلك تبين الخلف كلما كان عدة تكرر بَ في أضلاع زَ أكثر من

٢ – لَ : لبَ – ك ، م – / يعدّ هَ : يعدهَ – ك ، م – //

عدته في أضلاع آ . وإن كان الثالث ، أعني أن تكون بعض أضلاع آ مكرراً فيها بعدة لم يتكرر بمثلها في أضلاع زَ ، فبيّنٌ أن زَ حينئذ يكون أحد أجزاء < آ > المؤلفة . فالحكم ثابت ؛ وذلك ما أردناه .

يَ

كل زوج فهو مركب ، إلا اثنين .

لأنه يعده نصفه ، والاثنين أيضاً .

يَا

كلُ فرد فهو إما فرد من الآحاد ، أو مركب أحد مفرداته < فرد > من الآحاد .

لأن العدد إما أن يكون من الآحاد أو لا ، والثاني إما أن يكون مفرداً أو لا ، والثاني إما أن يكون مركباً أحد مفرداته < فرداً > من الآحاد أو لا شيء من مفرادته < فرد > من الآحاد . فإن لم يكن الفرد من القسم الأول < ولا > من الثالث ، فإما أن يكون من الثاني أو < من > الرابع . فإن كان مفرداً من غير مرتبة الآحاد فهو زوج ، إذ العشرة التي هي زوج تعد كل مفرد من غير مرتبة الآحاد ، وإن كان مجتمعاً من تلك الأعداد المفردة ، فيكون زوجا أيضاً بشكل كاَ من مقالة طَ ، وكلاهما خلف ؛ وذلك ما أردناه .

يب

الخمسة تعد كلّ مركبٍ أحد مفرداته خمسة .

لأنها تعد كل مفرد ليس من الآحاد ، فتعد نصفه الذي هو جميع تلك المفردات وتبقى خمسة ، فتعدها أيضاً ، فعدّ ذلك المركب .

٨ – فهو : في الهامش – ک – / من الآحاد : أي من مرتبة الآحاد . // ١٠ – والثاني : أي العدد الذي من غير مرتبه الآحاد . // ١١ – والثاني : أي هذا الأخير . // ١٢ – القسم الأول : أي مفرد من مرتبة الآحاد . // ١٢، ١٣ – من الثالث : ا م الثالث – م – أي مركب أحد مفرداته فرد من الآحاد . // ١٣ – أو : ا م – م – // ١٤ ، ١٥ – فهو زوج ... مرتبة الآحاد : ناقصة – م – // ١٤ – تعد : يعد – ک – // ١٨ – کل : ناقصة – م – // ١٩ – فتعد نصفه : فيعد نصفه – ک – // ٢٠ – فتعدها : فيعدها – ک – //

يج

كل عدد يعده الخمسة فهو إما خمسة ، أو مفرد ليس من الآحاد ، أو مركب منها فقط ، أو مركب من مفردات أحدها من الآحاد وهو خمسة .

إذ لو عدت غيرها فإما مفرداً من الآحاد غير الخمسة وهو محال ، أو مركباً من مفردات أحدها من الآحاد وهو غير الخمسة ، فيعد الخمسة ذلك العدد وتعد جميع مفرداته سوى ذلك المفرد من الآحاد ، فتعد ذلك المفرد الباقي ، وهو محال ؛ وذلك ما أردناه .

يد

أقل عدد < مركب > يعدّه أحد أعداد مفروضة متفاضلة كأعداد آ ب جـ هو مربع العدد الأقل .

وليكن آ أقلها ثم ب . ولأن معدوداتها إما أن تكون آحاد سلسلة كلٍّ منها أو مؤلفات بعضها مع بعض ؛ ولأن المؤلف بنفسه / أقل من المؤلف مما ١٣٣-ظ
هو أعظم ، وأقل أفراد السلسلة مربعة ، وأقل المربعات مربع آ ، فمربع آ أقل < من > مؤلفه بالباقيين وأقل من سائر آحاد سلسلته ومن جميع آحاد سلسلتي الباقيين ، فهو أقل من كل عدد يعده أحد الثلاثة ؛ وذلك ما أردناه .

ا | ب | جـ

وقد استبان من ذلك أن أقل عدد أصم مركب هو مربع أحد عشر ؛ أعني مائة وأحداً وعشرين ، لأن أقل الأعداد الصم أحد عشر .

٢ – أحدها : بعضها – ک ، م – // ٣ – فإما : إما – ک ، م / غير : عن – ک ، م – // ٥ – أحدها : بعضها – ک ، م – // ٩ – يعده : تعده – ک – // ١١ – ولأن : لأن – ک ، م – / تكون : يكون – ک – // ١٤ – سلسلته : سلسله – ک ، م // ١٦ – أصم : المقصود بالعدد الأصم هنا كل عدد أول من مرتبة العشرات على الأقل . //

يه

نريد أن نتعرّف أن عددا ما — وليكن آ — هو أول أو مركب ، وإن كان مركبا فكيف يحُلل إلى أضلاعه الأوائل ؟

فينظر : فإن كان زوجاً غير الاثنين فهو ليس بأول ، وإن كان فرداً فهو إما مفرد من الآحاد أو مركب أحد مفرداته من الآحاد . فإن كان مفرداً من الآحاد فهو أول غير التسعة ، وإن كان مركباً وأحد مفرداته من الآحاد ، فذلك المفرد إن كان خمسة فهو ليس بأول وإن كان واحداً أو ثلاثة أو سبعة أو تسعة أمكن أن يكون أول . فإن عده الثلاثة أو السبعة فهو ليس بأصم وإلا فهو أصم لكون الأزواج من الآحاد غير عادّة له — وإلّا لكان زوجا بشكل كاَ من مقالة طَ — وهو فرد — والثلاثة والخمسة والسبعة من الأفراد غيرُ عادّة له أيضاً وكذا التسعة — < وإلا > لعدته الثلاثة < التي > تعد العادّ — .

وما لم يعده المخارج التسعة فهو أصم ، فإن كان أقل من مائة وأحد وعشرين فهو أول ، لأنه لم يعده شيء من الأعداد المنطقة و < لا > الصم ولا المشتركة < منهما > وإلا لعده الأُولَيان . وإن كان أكثر فنقسمه على مربع الأحد عشر ، فإن انقسم أو بقي < بقية > تعدها الأحد عشر فهو ليس بأول لأن الأحد عشر تعده ، وإلا فنقسمه على مربع العدد الثاني من الأعداد الصم وهو ثلاثة عشر ، فإن انقسم أو عد الثلاثة عشر البقية فليس بأول ، وإلا فنقسمه على مربع الثالث من الصم وكذا الرابع والخامس على الولاء إلى ألّا يبقى أصم يمكن أن يقسم على مربعه . فإن لم يعده واحد من هذه الأعداد الصم أيضاً فهو أول ، لأن آ حينئذ لا يعده شيء من الأعداد المنطقة < والصمّ > والمشتركة وإلا لعده أحد المخارج هذا خلف ؛ ولا واحد من الأوائل الصمّ ، الذي يمكن أن يلقي مربعه منه — وقد تبيّن — ولا واحد من الأعداد الصمّ الأعظم منها — إذ لو عد آ بعضٌ منها لعده

١ — عددا : اعدادا — ک ، م — // ٣ — فهو : وهو — ک ، م — // ٦ — وإن كان ... من الآحاد : بعد أن كتبها ناسخ م أعادها كذلك "فذلك المفرد إن كان مركبا وأحد مفرداته من الآحاد" . // ١١ — العاد : في هامش — ک — // ١٣ — الصم : الأصمة — ک ، م — // ١٩ — يعده : كرر ناسخ م الهاء . // ٢١ — الذي : التي — ک ، م — //

بأقل من نفسه فيكون بأحد الثلاثة المذكورة ، فيكون الأقل عادّاً أيضاً ، هذا خلف .

واعلم أنه لا حاجة في القسمة على مربعات الصم إلى القسمة على مربعات أعداد صم مركبة ، إذ العلم بأن أضلاعه غيرُ عادّة له يفيدك أن السطح غير عادٍّ ، وإلا لعده أضلاعه — هذا خلف .

وأما طريق استخراج الأضلاع الأوائل إذا كان مركبا فهو أن نقسمه على عددٍ ينقسم عليه ، فإن كان المقسوم عليه والخارج أوّلين فهما المطلوب ، وإن كانَ أحدهما أو كل منهما مركبا نعمل به ما عملنا بالعدد أوّلاً إلى أن ننتهي إلى قسمة يكون الخارج والمقسوم عليه أولين ، فيكون مركبا من الأعداد الأوائل الواقعة في قسمةٍ قسمةٍ ويحصل المطلوب ؛ وذلك ما أردناه .

< يو >

صدر : إذا جُمعت الأعداد من الواحد على النظم الطبيعي إلى واحد واحد من الأعداد المتوالية حصلت أعداد متوالية أولها < ثلاثة وثانيها ستة وثالثها عشرة إلى غير النهاية ، ولنسمها المجتمعات الأولى ؛ وإذا جمعت الأعداد من الواحد إلى واحد واحد من المجتمعات الأولى حصلت أعداد متوالية أولها > أربعة وثانيها عشرة ثم عشرون وخمسة وثلاثون إلى غير النهاية ، ولنسمها المجتمعات الثانية ؛ وإذا جمعت من الواحد إلى واحد واحد من المجتمعات الثانية حصلت أفراد المجتمعات الثالثة متوالية ؛ وقسْ عليها المجتمعات الرابعة والخامسة إلى غير النهاية .

وقد وضعنا جدولا أثبتنا فيه عشرة من أنواع المجتمعات ومن كلٍّ عشرة من / أعدادها ليسهل إصابتها على الطلاب وليكون مثالاً لمن أراد استخراج ١٣٤-و
غيرها منها ، وهذا هو الجدول .

٧ — فهما : فها — م — // ٨ — نعمل : يعمل — ك — // ١٢ — صدر : ناقصة — م — //
١٤ — وإذا : إذا — ك ، م — // ٢٠ — فيه : فيها — ك ، م — وهو أيضاً صحيح إلا أنه أخذ بصيغة المذكر فيما بعد . //

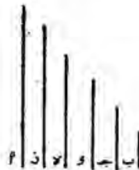
أعدادها / المجمات		الأولى ٢	الثانية ٣	الثالثة ٤	الرابعة ٥	الخامسة ٦	السادسة ٧	السابعة ٨	الثامنة ٩	التاسعة ١٠	العاشرة ١١
الأولى	١	٣	٦	١٠	١٥	٢١	٢٨	٣٦	٤٥	٥٥	٦٦
الثانية	١	٤	١٠	٢٠	٣٥	+ ٥٦	٨٤	١٢٠	١٦٥	٢٢٠	٢٨٦
الثالثة	١	٥	١٥	٣٥	٧٠	١٢٦	٢١٠	٣٣٠	٤٩٥	٧١٥	١٠٠١
الرابعة	١	٦	٢١	٥٦	١٢٦	٢٥٢	٤٦٢	٧٩٢	١٢٨٧	٢٠٠٢	٣٠٠٣
الخامسة	١	٧	٢٨	٨٤	٢١٠	٤٦٢	° ٩٢٤	١٧١٦	٣٠٠٣	٥٠٠٥	٨٠٠٨
السادسة	١	٨	٣٦	١٢٠	٣٣٠	٧٩٢	١٧١٦	٣٤٣٢	٦٤٣٥	١١٤٤٠	١٩٤٤٨
السابعة	١	٩	٤٥	١٦٥	٤٩٥	١٢٨٧	٣٠٠٣	٦٤٣٥	١٢٨٧٠	٢٤٣١٠	٤٣٧٥٨
الثامنة	١	١٠	٥٥	٢٢٠	٧١٥	+ ٢٠٠٢	٥٠٠٥	١١٤٤٠	٢٤٣١٠	٤٨٦٢٠	° ٩٢٣٧٨
التاسعة	١	١١	٦٦	٢٨٦	١٠٠١	٣٠٠٣	٨٠٠٨	١٩٤٤٨	° + ٤٣٧٥٨	٩٢٣٧٨	١٨٤٧٥٦
العاشرة	١	١٢	٧٨	٣٦٤	١٣٦٥	٤٣٦٨	١٢٣٧٦	٣١٨٢٤	٧٥٥٨٢	١٦٧٩٦٠	٣٥٢٧١٦

في الجدول : كتب بدل " الأولى ، الثانية ... الخ " في السطر الأول : الأول ، الثاني ... الخ
هناك ثلاثة أخطاء في الجدول في " م " وهي من أخطاء الناسخ لأن الرقم الذي يتبع ما يتضمن الخطأ فهو صحيح ، ولقد أشرنا إليها بـ ° ، وهي على التوالي : ٢٩٤ ، ٤٢٧٥٨ ، ٩٢٣٧٩ . وكذلك هناك ثلاثة أخطاء من الناسخ في " ك " ، وأشرنا إليها بـ + ، وهي على التوالي : ٣٥ ، ٥٠٠٢ ، ٤٢٧٥٩ .

< يز >

نريد أن نستخرج أجزاء عدد مركب بحيث لا يشذ منها شيء .

وليكن آ ، فنحلله إلى أضلاعه الأوائل ، وهي إما أن تكون متساوية أو متفاضلة ، جميعها أو بعضها ، فإن كانت متساوية جميعُها فالمركبُ أحدُ أجناس ضلْعِه في المرتبة السمية لعدد الأضلاع ، على أن أول المراتب هـــو الضلع ، وأجزاؤه هي ما دونه من الواحد واحد < من > أضلاعه والأجناس ، وليس له جزء ســـواها بشكل يج من مقالة ط . وإن كانت متفاضلة جميعها ، فليكن ب ج د ه ، فنضرب ب في ج وفي د وفي ه و ج في ه و ج في د <وفي ه> و د في ه فيحصل المؤلفة الثنائية الست ؛ ثم ليُلق كلٌ واحد منها ونؤلف الثلاثة الباقية فيحصل المؤلفة الثلاثية الأربع ، وبهذا تنتهي الأجزاء المؤلفة فيكون جميع الأجزاء بحيث لا يشذ منها شيء : الواحد والأضلاع الأوائل وهذه المؤلفة لا غير .



والطريق في استعلام الأجزاء الثنائية أو الثلاثية أو غيرهما عن أي عدة من الأضلاع كانت ، إذا كانت أوائل ومتفاضلة جميعُها ، هو أن يطلب في سلسلة المجتمعات السمية لعدد التأليف إلا واحداً ، العددُ الذي مرتبته – أعني أول أعدادها – سميةٌ لعدد الأضلاع إلا أعداد التأليف ؛ فهو عدد تلك المؤلفة .

برهانه : فليكن الأضلاع آ ب ج د ه ، فالثنائية منها لا تخلو إما أن يوجد في أضلاعها ه أو لا ، والثاني إما أن يوجد فيها د أو لا ، والثاني لا يخلو إما أن يُعدم فيها آ أو ب أو ج ، فالمؤلف الثنائي من ثلاثةٍ ثلاثةٌ وهي في المرتبة السمية

٣ – فنحلله : منحلله – ك – منحله – م – / تكون : يكون – ك ، م – // ٥ – الأضلاع : المقصود المركب هو جنس لضلعه وهو في المرتبة السمية لعدد الأضلاع . // ٦ – وأجزاؤه : أي أجزاء المركب . // ١٤ – أعني : عن – ك،م // ١٥ – إلا أعداد : الا عداد – ك،م – //

لعـــدد الأضلاع إلا أعـــداد التأليف – أعني اثنين – وهي المرتبة الأولى من المجتمعات السمية لعدد التأليف إلا واحداً / ، أيْ الأولى ؛ والتي يوجد فيها ١٣٤-ظ د من غير ه فيكون الضلع الآخر منها أحد آ ب ج الثلاثة الباقية ، فهي ثلاثة أيضاً ؛ فالمؤلفة الثنائية < من آ ب ج د > ستة . على القاعدة المذكورة ؛ والتي يوجد فيها ه فيكون الضلع التالي أحد آ ب ج د الأربعة الباقية ، فهي أيضاً أربع ؛ فالمؤلفة < الثنائية > من هذه الخمسةِ عشرٌ وهي من المجتمعات الأول في المرتبة الثالثة ، وهي سمية لعدد الأضلاع إلا أعداد التأليف .

وليكن الأضلاع آ ب ج د ه ز فالثلاثية منها لا تخلو إما أن يكون أحد أضلاعها ز أو لا ، والثاني إما أن يكون أحـــدها ه أو لا ، والثاني – أعني التي تكون مؤلفة من آ ب ج د الأربعة فقط – فلا بد وألّا يوجد منها واحد فقط من الأربعة ، فهي أربعة ، أي الأول من المجتمعة الثانية ، والتي يوجد فيها ه من غير ز فيكون الضلعان الباقيان من كلٍّ منها ضلعي أحد المؤلفة الثنائية من الأضلاع الباقية – أعني آ ب ج د – وهي ست ، فهذه أيضاً ست . فالثلاثية من آ ب ج د ه [ز] الخمسِ عشرٌ ، والتي يوجد فيها ز فضلعا كلٍّ منها الباقيان ضلعا أحد من المؤلفة الثنائية من آ ب ج د ه الخمس الباقية وهي عشر ، فهي الثلاثية أيضاً <وهي> عشر . فالثلاثية من آ ب ج د ه ز عشرون وهي من المجتمعات الثانية – التي هي سمية لعدد التأليف إلا واحداً – في المرتبة الثالثة التي < هي > سمية لعدد الأضلاع إلا أعـــداد التأليف . وإن كانت الأضلاع متفاضلةً ، بعضُها ، ومتساويةً ، بعضُها ، فنستخرج المؤلفة على القانون المذكور ثم نلقي المكررة وتكون الباقية سائر الأجزاء ؛ وذلك ما أردناه .

وقد وضعنا بعض المؤلفات مع أجزائها ، وأمثلتَها في هذه الجداول ليؤخذ منها ما يوجد فيها ويكون أمثلة لما عداها / . ١٣٥-و

١ – إلا أعداد: الا عداد – ک ، م – // ٣ – فهي : وهي – م – // ٤ – ستة : تأنيث العدد هنا جائز ، وهو يأخذ بالقاعدتين معاً كما سنرى ، ولهذا سنترك النص كما هو . // ٥ – التالي : الثاني – ک – / فهي : وهي – م – // ٧ – إلا أعداد : الا عداد – ک ، م // ٨ – يكون : ناقصة – م – // ١٤ – الخمس : الخمسة – م – // ١٧ – الثانية : الثنائية – ک ، م – // ١٨ – إلا أعداد : الا عداد – ک ، م – // ٢١ – الجداول : لم ينقل ناسخ م هذه الجداول وترك فراغاً صغيراً . وستبدأ مخطوطة خ من منتصف هذه الجداول كما سنشير لهذا . وفي هذا الجداول الكثير من أخطاء النسخ كما هو الحال في مثل هذه الجداول ، ولقد صححنا هذه الأخطاء .

المؤلف الثنائي		
الأضلاع المؤلفة	عدد الأجزاء	الأمثلة
اا	٢	٤
اب	٣	٦
الثلاثي		
ااا	٣	٨
ااب	٥	١٢
اب ج	٧	٣٠
الرباعي		
اااا	٤	١٦
ااا ب	٧	٢٤
ااب ب	٨	٣٦
ااب ج	١١	٦٠
اب ج د	١٥	٢١٠
الخماسي		
ااااا	٥	٣٢
اااا ب	٩	٤٨
اااب ب	١١	٧٢
ااا ب ج	١٥	١٢٠
اا ب ب ج	١٧	١٨٠
اا ب ج د	٢٣	٤٢٠
اب ج د ه	٣١	٢٣١٠

<المؤلف> السداسي		
الأضلاع المؤلفة	عدد الأجزاء	الأمثلة
اااااا	٦	٦٤
ااااا ب	١١	٩٦
اااا ب ب	١٤	١٤٤
اااا ب ج	١٩	٢٤٠
ااا ب ب ب	١٥	٢١٦
ااا ب ب ج	٢٣	٣٦٠
ااا ب ج د	٣١	٨٤٠
اا ب ب ج ج	٢٦	٩٠٠
اا ب ب ج د	٣٥	١٢٦٠
اا ب ج د ه	٤٧	٤٦٢٠
اب ج د ه و	٦٣	٣٠٠٣٠
السباعي		
ااااااا	٧	١٢٨
اااااا ب	١٣	١٩٢
ااااا ب ب	١٧	٢٨٨
ااااا ب ج	٢٣	٤٨٠
اااا ب ب ب	١٩	٤٣٢
اااا ب ب ج	٢٩	٧٢٠
اااا ب ج د	٣٩	١٦٨٠
ااا ب ب ب ج	٣١	١٠٨٠
ااا ب ب ج ج	٣٥	١٨٠٠
ااا ب ب ج د	٤٧	٢٥٢٠
ااا ب ج د ه	٦٣	٩٢٤٠
اا ب ب ج ج د	٥٣	٦٣٠٠
اا ب ب ج د ه	٧١	١٣٨٦٠
اا ب ج د ه و	٩٥	٦٠٠٦٠
اب ج د ه و ز	١٢٧	٥١٠٥١٠

المؤلف الثماني		
الأضلاع المؤلفة	<عدد> الأجزاء	الأمثلة
اااااااا	٨	٢٥٦
ااااااا ب	١٥	٣٨٤
اااااا ب ب	٢٠	٥٧٦
اااااا ب ج	٢٧	٩٦٠
ااااا ب ب ب	٢٣	٨٦٤
ااااا ب ب ج	٣٥	١٤٤٠
ااااا ب ج د	٤٧	٣٣٦٠
اااا ب ب ب ب	٢٤	١٢٩٦
اااا ب ب ب ج	٣٩	٢١٦٠
اااا ب ب ج ج	٤٤	٣٦٠٠
اااا ب ب ج د	٥٩	٥٢٠٠
اااا ب ج د ه	٧٩	١٨٤٨٠
ااا ب ب ب ج ج	٤٧	٥٤٠٠
ااا ب ب ب ج د	٦٣	٧٥٦٠
ااا ب ب ج ج د	٧١	١٢٦٠٠
ااا ب ب ج د ه	٩٥	٢٧٧٢٠
ااا ب ج د ه و	١٢٧	١٢٠١٢٠
اا ب ب ج ج د د	٨٠	٤٤١٠٠
اا ب ب ج ج د ه	١٠٧	٦٩٣٠٠
اا ب ب ج د ه و	١٤٣	١٨٠١٨٠
اا ب ج د ه و ز	١٩١	١٠٢١٠٢٠
اب ج د ه و ز ح	٢٥٥	٩٦٩٩٦٩٠

ترك ناسخ « م » فراغاً لهذه الجداول ولم ينقلها من الأصل ، ووقع ناسخ « ك » وكذلك ناسخ « خ » – في الجزء الموجود من هذه النسخة – في أخطاء عديدة . وأهمية هذه الأخطاء هي عند مقارنة المخطوطتين فقط ، وهذا ما قمنا به . وصححناها هنا دون الإشارة لصعوبة ذلك ؛ فإثباتها في أسفل النص المحقق لا يمكن إلا بإعادة الجداول عدة مرات ؛ والنتيجة المترقبة لا تستحق هذا العناء ولا هذه التكلفة .

المؤلف التساعي			<الأضلاع المؤلفة>	<عدد الأجزاء>	< الأمثلة >	
الأضلاع المؤلفة	<عدد> الأجزاء	الأمثلة	اا ب ب ج ج د و ه	٢١٥	<٩٠٠٩٠٠>	
ااااااااا	٩	٥١٢	اا ب ب ج د ه و ز	٢٨٧	<٢٨٦٨٥٨٠>	
اااااااب	١٧	٧٦٨	اا ب ج د ه و ز ح	٣٨٣	<١٩٣٩٩٣٨٠>	
ااااااب ب	٢٣	١١٥٢	ا ب ج د ه و ز ح ط	٥١١	<٣٢٢٣٢٤٦٦١٥>	
ااااااب ج	٣١	١٩٢٠	/ المؤلف العشاري			١٣٥ظ
ااااااب ب	٢٧	١٧٢٨	الأضلاع المؤلفة	<عدد> الأجزاء	الأمثلة	
ااااااب ب ج	٤١	٢٨٨٠	اااااااااا	١٠	<١٠٢٤>	
ااااااب ج د	٥٥	٦٧٢٠	ااااااااب	١٩	<١٥٣٦>	
اااااب ب ب	٢٩	٢٥٩٢	اااااااب ب	٢٦	<٢٣٠٤>	
اااااب ب ب ج	٤٧	٤٣٢٠	اااااااب ج	٣٥	<٣٨٤٠>	
اااااب ب ج ج	٥٣	٧٢٠٠	ااااااب ب ب	٣١	<٣٤٥٦>	
اااااب ب ج د	٧١	١٠٠٨٠	ااااااب ب ج	٤٧	<٥٧٦٠>	
اااااب ج د ه	٩٥	٣٦٩٦٠	ااااااب ج د	٦٣	<١٣٤٤٠>	
ااااب ب ب ب ج	٤٩	٦٤٨٠	اااااب ب ب ب	٣٤	<٥١٨٤>	
ااااب ب ب ج ج	٥٩	١٠٨٠٠	اااااب ب ب ج	٥٥	<٨٦٤٠>	
ااااب ب ب ج د	٧٩	<١٥١٢٠>	اااااب ب ج ج	٦٢	<١٤٤٠٠>	
ااااب ب ج ج د	٨٩	<٢٥٢٠٠>	اااااب ب ج د	٨٣	<٢٠١٦٠>	
ااااب ب ج د ه	١١٩	<٥٥٤٤٠>	ااااااب ج د ه	١١١	<٧٣٩٢٠>	
ااااب ج د ه و	١٥٩	<٥٤٠٥٤٠>	اااااب ب ب ب ب	٣٥	<٧٧٧٦>	
اااب ب ب ج ج ج	٦٣	<٢٧٠٠٠٠>	اااااب ب ب ب ج	٥٩	<١٢٩٦٠>	
اااب ب ب ج ج د	٩٥	<٣٧٨٠٠٠>	اااااب ب ب ج ج	٧١	<٢١٦٠٠>	
اااب ب ب ج د ه	١٢٧	<٨٣١٦٠>	اااااب ب ب ج د	٩٥	<٣٠٢٤٠>	
اااب ب ج ج د د	١٠٧	<٨٨٢٠٠>	اااااب ب ج ج د	١٠٧	<٥٠٤٠٠>	
اااب ب ج ج د ه	١٤٣	<١٣٨٦٠٠>	اااااب ب ج د ه	١٤٣	<١١٠٨٨٠>	
اااب ب ج د ه و	١٩١	<٣٦٠٣٦٠>	اااااب ج د ه و	١٩١	<٤٨٠٤٨٠>	
ااااب ج د ه و ز	٢٥٥	<٢٠٤٢٠٤٠>	اااااب ب ب ب ج ج	٧٤	<٣٢٤٠٠>	
ااب ب ج ج د د ه	١٦١	<٤٨٥١٠٠>	ااااب ب ب ب ج د	٩٩	<١٥١٢٠>	

١٤ – هنا تبدأ مخطوطة خ.

باقي المؤلف العشاري		
الأضلاع المؤلفة	<عدد> الأجزاء	الأمثلة
ا ا ا ا ب ب ب ج ج ج	٧٩	<٥٤٠٠٠٠>
ا ا ا ا ب ب ب ج ج د	١١٩	<٧٥٦٠٠٠>
ا ا ا ا ب ب ب ج د ه	١٥٩	<١٦٦٣٢٠٠>
ا ا ا ا ب ب ج ج د د	١٣٤	<١٧٦٤٠٠٠>
ا ا ا ا ب ب ج ج د ه	١٧٩	<٢٧٧٢٠٠٠>
ا ا ا ا ب ب ج د ه و	٢٣٩	<٧٢٠٧٢٠٠>
ا ا ا ا ب ج د ه و ز	٣١٩	<٩١٨٩١٨٠٠>
ا ا ا ب ب ب ج ج ج د	١٢٧	<١٨٩٠٠٠٠>
ا ا ا ب ب ب ج ج د د	١٤٣	<٢٦٤٦٠٠٠>
ا ا ا ب ب ب ج ج د ه	١٩١	<٤١٥٨٠٠٠>
ا ا ا ب ب ب ج د ه و	٢٥٥	<١٠٨١٠٨٠٠>
ا ا ا ب ب ج ج د د ه	٢١٥	<٩٧٠٢٠٠٠>
ا ا ا ب ب ج ج د ه و	٢٨٧	<١٨٠١٨٠٠٠>
ا ا ا ب ب ج د ه و ز	٣٨٣	<٦١٢٦١٢٠٠>
ا ا ا ب ج د ه و ز ح	٥١١	<٣٨٧٩٨٧٦٠٠>
ا ا ب ب ج ج د د ه ه	٢٤٢	<٥٣٣٦١٠٠٠>
ا ا ب ب ج ج د د ه و	٣٢٣	<٦٣٠٦٣٠٠٠>
ا ا ب ب ج ج د ه و ز	٤٣١	<١٥٣١٥٣٠٠٠>
ا ا ب ب ج د ه و ز ح	٥٧٥	<٥٨١٩٨١٤٠٠>
ا ا ب ج د ه و ز ح ط	٧٦٧	<٤٤٦١٨٥٧٤٠٠>
ا ب ج د ه و ز ح ط ي	١٠٢٣	<٦٤٦٩٦٩٣٢٣٠٠>

١٣٦-و

/ يح

إذا ضُرب عدد مركب في عدد أول ، فإن لم يكن المضروب فيه أحـد أضلاع المركب الأوائل ، كان مجموع أجزاء السطح مثـل مضروب أجزاء المركب مجتمعة في ذلك الأول مع المجتمع من أجزاء المركب مع المركب .

فليكن آ مركبا و بَ أولَ غير الأوائل التي ينحل إليها آ وسطحهما جَ ، وليكن جميعُ أجزاء آ : دَ ، وهو مع آ : هَ .

فأقول : إن جميع أجزاء جَ مثل دَ في بَ مع هَ .

وذلك لأن مجموع أجزاء آ : دَ ، وكلٌّ منها جزء جَ ، و آ أيضاً جزؤه ، وكلٌّ واحد من سطوح بَ في كلٍّ من أجزاء آ جزء له أيضاً .

فأقول : ولا يُوجد لـ جَ جزء غير ما ذُكر .

وإلا فليكن طَ غيرها . فهو إما أولٌ أو مركبٌ . فإن كان أول ، وهو يعدُّ جَ المؤلف من آ في بَ ، و بَ أول ، فلا بد وأن يعدّ آ ، فيكون واحداً من أجزاء آ غير ما ذكر ، وقد انحصرت فيها ، هذا خلف .

وإن كان مركباً ، فإما أن يعدّه أول غير الأوائل التي تعدّ جَ ، أو يتكرر في أضلاعه الأوائل ضلعٌ لم يتكرر بتلك العدة في أضلاع جَ ، أو بالعكس . وإلا لكان طَ واحداً من المؤلفة المذكورة التي هي أجزاء لـ جَ . فإن عده أول غير ما ذُكر كان ذلك الأول عادّاً لـ جَ ، ويَتَبَيَّن الخلف بمثل ما مرّ غير مرة . وإن تكرر في أضلاعه <الأوائل> ضلع لم يتكرر بتلك العدة في أضلاع جَ — وليكن حَ — عدّ طَ جنسٌ من أجناس حَ في المرتبة السمية لعدة تكرره ، فيعد جَ أيضاً . وتَبَيَّن بالبيان المذكور في المقدمة السادسة والسابعة أن ذلك محال . وإن تكرر

١ – يح : يز – ك،خ – ناقصة – م – // ٥ – وسطحهما : ومسطحهما : ومسطحهما – ك – // ٧ – هَ : جزم – م –// ٨ – و آ أيضاً جزؤه : وايضاً جزؤه – ك،م –// ٩ – له : الضمير يعود على جـ . // ١٠ – فأقول : أقول – ك –// ١١ – كان أول : أول – ناقصة – ك – وفي هامش خ // ١٤ – تعد : يعد – خ ، ك – بعد – م – // ١٦ – هي : ناقصة – خ ، م – // ١٧ – بمثل : فمثل – م – // ١٧ ، ١٨ – وإن تكرر ... لم يتكرر : وإن لم يكن في أضلاعه ضلع لم يتكرر – ك –// ١٩ – حَ : جـ – م –// ٢٠ – أن : ناقصة – م –/ محال : مجال – م –//



في أضلاع جَ < الأوائل > ضلع لم يتكرر بتلك العدة في أضلاع طَ ، فـ طَ أحد أجزاء جَ من المؤلفة المذكورة ، هذا خلف .

فليس لـ جَ سوى ما ذكر < من > أجزاء . وجميع سطوح بَ في كلٍّ من أجزاء آ مساوٍ لسطح بَ في دَ ، وإذا أضيف إليه هَ كان الجميع . ولتكن حَ هي جميع أجزاء جَ .

أقول : ولم يتكرر شيء منها أيضاً : لأن أقسام حَ منحصرة في قسمين : سطوح بَ في كلٍّ من أجزاء آ ، وسطوح الواحد – الذي < هو > جزء لـ بَ – في آ وكلٍّ من أجزائه ، أعني هَ . ولا شيء من أقسام الثاني – أعني أقسام هَ – بمكرر فيها ، وذلك ظاهر . وكذا لا شيء من أقسام الأول بمكرر فيها إذ هي سطوح عدد بعينه – أعني بَ في أقسام دَ المتفاضلة جميعاً ، فتكون هذه السطوح على تلك النسب . وكذا لا شيء من أقسام الثاني مكرراً في أقسام الأول ؛ إذ لو تساوى اثنان منهما لتناسبت أضلاعهما بالشكل التاسع عشر من المقالة السابعة . وليكن أحدهما سطح بَ في كَ والآخرُ سطح الواحد – أعني جزء بَ في لَ ، فيكون نسبة الواحد إلى كَ مثل نسبة بَ إلى لَ ، وبالإبدال نسبة الواحد إلى بَ

٣ – سوى : ينوى – م – / أجزاء : جزء – خ ، ك ، م – / وجميع : الواو قد تكون فوق السطر وهي غير واضحة – ك – // ٤ – آ : ناقصة – م – / هَ : و – م – غير واضحة تماماً خ – // ٤ ، ٥ – مساو... أجزاء جَ : ناقصة – ك – // ٦ – حَ : حـ – م – // ٨ – هَ : جزم – م – // ٩ ، ١١ – وكذا ... النسب : ناقصة – خ ، م – // ١٢ – منهما : منها – خ ، م – / لتناسبت : لتناسب – ك – / أضلاعهما : أضلاعها – خ ، م – / بالشكل التاسع عشر : بشكل يط – ك – / المقالة السابعة : مقالة ز – ك – المقالة التابعة – خ – // ١٣ – جزء : حـ – م – //

مثل نسبة كَ إلى لَ بالشكل الثالث عشر من المقالة السابعة . والواحد يعد بَ بعدة آحاد بَ ، فـ كَ يعد لَ بـ بَ . ولأن كَ ضرب في بَ فحصل لَ فـ بَ يعد لَ ، فيعد آ أيضاً ، فهو من أجزائه الأوائل، وقد فرض خلافه ، هذا خلف . وإذا لم يتكرر شيء من أقسام جَ فـ حَ جميع أجزاء جَ من غير نقصان وزيادة .

< يطَ >

وإن كان بَ أحد الأضلاع الأوائل لـ آ فجميع أجزاء جَ حَ بعد أن يُلقى منه مضروب كلٍّ طرفي أربعة متناسبة ، مقدَّماها الواحد و بَ وتالياها قسمان من أقسام هَ .

أما وجوب تناسب هذه الأربعة حينئذ فبيِّنٌ . وأقل ما في الباب أن يكون نسبة الواحد — وهو جزء بَ — إلى الواحد — وهو جزء آ — مثل نسبة بَ إلى بَ من أجزاء آ .

وأما وجوب أن يلقى مضروب طرفي كلِّ أربعة منها ، فلأن أقسام جَ ، كما ذكرنا آنفاً ، منقسمة إلى سطح بَ في كلٍّ من أجزاء آ ، وسطوح الواحد — الذي هو جزء بَ — في كلٍّ من أقسام هَ .

وليكن تاليا الأربعة المتناسبة كَ لَ ونسبة الواحد إلى كَ كنسبة / بَ إلى لَ ، فمضروب الطرفين مثل مضروب الواسطتين بالشكل التاسع عشر من المقالة السابعة ، فقد تكرر بعض أقسام الثاني في الأول فوجب إلقاؤه . فإذا ألقي جميع ١٣٦-ظ

١ – مثل : ناقصة – ك – / كَ : طَ – خ ، م – / بالشكل ... السابعة : بشكل يجَ من مقالة زَ – ك – / نجد في هامش خ بحذاء الشكل الثالث عشر من المقالة السابعة نص هذا الشكل أي " كل أربعة أعداد فإن كانت متناسبة كان مسطح الأول في الرابع كسطح الثاني في الثالث ؛ وإن كان المسطح كالمسطح كانت متناسبة "ثم نجد أيضاً" إذا كانت أربعة أعداد متناسبة وأبدلته كانت أيضا متناسبة .// ٤ – جَ : حَ – ك ، خ – / زيادة : هناك فراغ في م ترك لرسم الخطوط كما هو مألوف . // ٧ – وتالياها : وتالها – ك – // ٩ – أما : فأما – ك – / وأقل ما في : وأقلها – ك – // ١٠ – جزء : جـ – م – // ١٠، ١١ – إلى بَ : كررها ناسخ م . // ١٢ – جَ : حَ – ك ، خ – // ١٣ – أجزاء : جزاء – م – // ١٤ – الذي هو : ناقصة – ك ، م – في هامش خ – / جزء : ضرب – م – // ١٦ – مثل : ناقصة – خ ، م / الواسطتين : الواسطين – خ ، م – // ١٦ ، ١٧ – بالشكل ... السابعة : بشكل يط من مقالة زَ // ١٧ – تكرر : تكون – ك – //

ذلك فبيّن أنه لم يبق مكرر ، وإلا فلم يلق الجميع ، فيكون الباقي من حَ – وليكن طَ – جميع أجزاء جَ من غير زيادة ونقصان ؛ وذلك ما أردناه .

واعلم أنه إذا كان أحد العددين بعد الآخر ، فالأسهل أن تلقي من أجزاء آ – أعني دَ – كلّ جزء إذا ضرب في بَ حصل واحد من تلك الأجزاء؛ وهي الواحد وجميع أضلاعه الأوائل التي هي غير بَ ، وجميع مؤلفة تلك الأضلاع ،الثنائية والثلاثية وغيرهما، إلا المؤلف من جميع تلك الأضلاع . وإن كان بَ مكرراً في أضـــلاع آ الأوائل مرة فيلقى بَ أيضاً ، وإن كان مرتين فمربعُه أيضاً ، وإن كان ثلاثاً فمكعبُه أيضاً ، وعلى هذا القياس . ثم يضرب الباقي من دَ في بَ ويزاد على الحاصل هَ فيبلغ أجزاء جَ من غير زيادة ونقصان . وإنما لم أطل الكلام في بيانه لأن المطلوب غير متوقف عليه .

كَ

إذا ضرب عدد مركب في عدد مركب كان جميع أجزاء السطح مثـــل سطح جميع أجزاء المضروب في المضروب فيه مع سطح جميع أجزاء المضروب فيه في المضروب مع جميع أجزائه ، إن لم يناسب اثنان من المضروب وأجزائه اثنين من المضروب فيه وأجزائه على الولاء ، وإن ناسب فجميع أجزائه هو جميع السطحين بعد أن يلقى منه كلّ من مضروب طرفي أربعة متناسبة .

فليكن المركبان آ بَ وسطحهما جَ ، وليكن جميع أجزاء آ دَ ، وهو

١ – يلق : يبق – خ ، م – / حَ : حـ – م –// ٢ – وليكن طَ : ناقصة – خ ، م – / زيادة ونقصان : نقصان وزيادة – ك – // ٣ – واعلم ... الآخر : واعلم أن ب إذا كان أحد الأضلاع الأوائل لآ – ك – / العددين : المركبين – خ ،م – / بعد : بعد – م – // ٤ – حصل : يحصل – خ ، م – // ٦ – المؤلف : بالمؤلفة – ك ، م – / جميع : ناقصة – م – أضافها ناسخ خ تحت السطر . // ٧ – آ : ناقصة – م – / فيلقى : فيبقى – م – // ٩ – ويزاد : ويزداد – م – / على : فوق السطر في خ / فيبلغ : فبلغ – خ ، م – ضلع – ك – / جَ : ناقصة – م – آ – خ ، ك – / زيادة ونقصان : نقصان وزيادة – ك – // ١١ – كَ : يح – ك – ناقصة – خ ، م – // ١٢ – في عدد مركب : ناقصة – ك – // ١٣ – مع : ربع – م – // ١٤ – مع جميع : جميع ناقصة – خ ، م – // ١٤ ، ١٥ – إن لم يناسب ... أجزائه : ناقصة – خ ، م – // ١٥ – هو : وهو – خ ، م – // ١٦ – منه : فيه – م – ممحوة – خ – // ١٧ – فليكن : كتب ناسخ م قبل هذا " فليكن المركبان اب وسطحهما ، وليكن جميع أجزاء السطح مثل جميع أجزاء المضروب في المضروب فيه ، فربع سطح جميع أجزاء المضروب فيه في المضروب مع أجزائه وهو جميع السطحين بعد أن يلقى منه كل من مضروب طرفي أربعة متناسبة" ونقترح حذفها / المركبان : المركبات – ك – //

مع آ هـ ، وجميع أجزاء ب ز ، وهو مع ب ح .

فأقول : إن جميع أجزاء جـ هي جميع سطح د في ب و هـ في ز – وليكن ط – إن لم يناسب اثنان من آ ، وأجزائه – أعني أقسام هـ – اثنين من ب وأجزائه – أعني أقسام ح – على الولاء .

فأما إن كان ط مجتمع<اً> من أجزاء جـ ، فلأنه لما كان آ يعد جـ فكذا جميع أجزائه أجزاءٌ لـ جـ ، وكذا ب وجميع أجزائه أجزاءٌ له . ولأن آ ضرب في ب فحصل جـ يكون كلٌ واحد من سطوح آ في كلٍّ من أجزاء ب وكلٌ من سطوح ب في كل من أجزاء آ وكلٌ من سطوح كلٍّ من أجزاء < آ > في كلٍّ من أجزاء ب جزءاً له أيضاً ؛ لكن جميع سطوح آ في كل من أجزاء ب – التي جميعها ز – هو مثل آ في ز ، وجميع سطوح آ وكلٌ من أجزائه – التي مجموعها هـ – في كلٍّ من أجزاء ب – ومجموعها ز – مثل سطح هـ في ز ، فجميع السطحين – أعني ط – مجتمع من أجزاء جـ . وأما أنه لم يشذ من هذا الجميع شيء من أجزائه : فلما قد تبيّن أن سطوح كلٍّ من أجزاء آ في ب وسطوح كلٍّ من آ وكلٍّ من أجزائه في كلٍّ من أجزاء ب – التي هي أجزاء جـ – داخلة في ط . وكذا كلٌ واحد من آ و ب وكلٌ من أجزائهما ، لأن آ وكلاً من أجزائه داخل في الأجزاء المذكورة لضرب الواحد – الذي هو جزء من أجزاء ب – في آ وكلٍّ من أجزائه ، وكذا ب وكلٌ من أجزائه لضرب الواحد من أجزاء آ فيها . وليس لـ جـ جزء سوى المذكورة .

وإلا فليكن ك : وهو إما أول أو مركب . وليحلل آ و ب إلى أضلاعهما

١ – ز : د – ك – / ح : لايمكن تمييز الجيم من الحاء في م ولن نشير إلا إذا أمكن ذلك . // ٥ – كان : ناقصة – خ ، م – / فكذا : فكذى – ك – // ٦ – وكذا : وكذى – ك – // ٧ ، ٩ – في كل من ... أجزاء ب : ناقصة خ ، م – // ٩ – جزءا : جزء – ك – // ١١ – ز : د – خ – // ١٣ – آ : ناقصة – م – // ١٤ – وسطوح ... أجزاء ب : كررها ناسخ م . // ١٦ – وكلاً : وكل – خ ، ك ، م – / داخل : دخل – خ ، م – / لضرب : يضرب – خ ، ك ، م – // ١٧ – لضرب : يضرب – ك ، م – اللام قصيرة في خ . // ١٨ – المذكورة : هنا رسم في مخطوطة " ك "

الأوائل ، وهي الأضلاع الأوائل لـ جَ . وبالبيان المذكور مرات نبين أن كَ إن كان أولَ فلا بد وأن يعد أحد تلك الأوائل ، وهو محال ، فهو مركب . وإن كان مركباً فلا محالة أن يكون أحد أضلاعه الأوائل مبايناً لكلٍّ من أضلاع جَ الأوائل أو أحد تلك الأضلاع مكرراً بعدةٍ لم يتكرر بمثلها في أضلاع جَ الأوائل أو بالعكس . / ويظهر الخلف بمثل ما مرَّ في المقدمة السابقة . فليس لـ جَ جزء ١٣٧-و غير ما ذكر ، فلم يشذ من جميع السطحين المذكورين شيء من أجزائه .

أقول : ولم يتكرر شيء منها أيضاً .

إذ لو تساوى قسمان من أقسام كل منهما ، أعني سطح قسم من أقسام هَ في قسم من أقسام زَ < وسطح قسم من أقسام دَ في بَ > لزم أن تتناسب أضلاعهما ، ويكون نسبة واحد من ضلعي أحدهما إلى واحد من ضلعي الآخر

١ – وهي : فهي – كـ – / جَ : ح – كـ – // ٢ – أول : أولا – خ ، كـ ، م – وهذا جائز أيضاً إن حمل على الأسمية والتنكير ، وآثرنا اعتباره صفة ممنوعة من الصرف . / وهو محال : ناقصة – خ ، م – / فهو مركب : ناقصة – كـ – / فهو : وهو – خ ، م – // ٣ – مركبا فلا : هامش – خ – / فلا محالة : فإما – كـ – // ٤ – بمثلها – مثلها – خ ، م – // ٦ – المذكورين : مكررة – م – // ٧ – أيضا : ناقصة – كـ – // ٨ – كل : وكل – كـ – / أعني : ناقصة – خ – ولقد أشار الناسخ إلى هذا بالعلامة المعروفة ولكنه نسي أن يكتبها في الهامش // ٨ ، ٩ – من أقسام ... أقسام هـ : من أقسام وكل منهما سطح قسم بين أقسام هَ ، – كـ – // ٩ – أقسام زَ : أقسامه حـ – م – أقسام حَ – خ – //

كنسبة الثاني من ضلعي الأول إلى ثاني ضلعي الآخر بالشكل التاسع عشر من المقالة السابعة . وقد فُرض خلافه ، هذا خلف .

وإن ناسب اثنان من أقسام هَ اثنين من أقسام حَ فجميع أجزاء جَ وهو طَ بعد أن يلقى منه مضروب كل طرفي أربعة متناسبة . وإنما يلقى <ذلك> لأنه إذا كان نسبة قسمين من أقسام هَ نسبة قسمين من أقسام حَ ، فيكون مضروب الطرفين مثل مضروب الواسطتين ؛ فمضروب الطرفين مكررٌ واجبٌ إلقاؤه من طَ ، وكذلك مضروب طرفي كل أربعة متناسبة فحقّ استثناؤه .

وهذا العمل يسهل بأن يضرب نصف جميع أقسام هَ الواقعة في كل أربعة متناسبة منها في جميع أقسام حَ الواقعة في جميع الأربعات ، ويلقى الحاصل من طَ ، وبيانه ظاهر . فإذا ألقي فبيّنٌ أنه لم يبق مكرر ، وإلا فلم يلق الجميع ، فيكون الباقي من طَ جميع أجزاء جَ من غير نقصان وزيادة ، وذلك ما أردناه .

واعلم أنه إذا كان أحد المركبين يعد الآخر فالأسهل أن يكتفى بضرب العادّ مع <جميع أجزائه في> جميع أجزاء المعدود ، ثم نلقي من الحاصل المكررة ، فيبقى جميع أجزاء جَ . وكذا لو كان المركبان متساويين ، ولم أستدل عليه لأن بيان المقصود غير محتاج إليه .

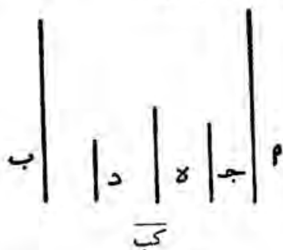
كَا

كل عددين ليسا أقل اثنين على نسبتهما فهما مشتركان .

وليكونا اَ بَ ، فنأخذ أقل عددين على نسبتهما بالطريق المذكور في **الأصول**، وليكونا جَ دَ ، فلا بد وأن يعد جَ دَ اَ بَ عداً واحداً : الأقل للأقل،

١ – ضلعي : ضلع – م – / ثاني ضلعي : ثاني ضلع – م – // ١ ، ٢ – بالشكل ... السابعة : بشكل يطَ من مقالة زَ – ك – // ٤ ، ٧ – وإنما يلقى ... أربعة متناسبة : مكررة – م – // ٧ – استثناؤه : استثناءة – خ – استثناه – م – والمقصود استثناء ما كرر . // ٩ – منها : فهما – خ ، م – المقصود : كل اثنين من أقسام ه . // ١٠ – يلق : يكن – خ ، م – // ١٢ – واعلم : اعلم – ك – // ١٤ – فيبقى : يبقى – خ ، م – // ١٦ – كَا : يطَ – ك – ناقصة – خ ، م – // ١٨ ، ١٩ – في الأصول : هامش – ك – المقصود : كتاب أوقليدس . //

والأكثر للأكثر ، بالشكل العشرين من المقالة السابعة . وليكن ذلك العدد ه ، فلأن ج ضرب في ه فحصل آ يكون ه عادا لـ آ . ولمثل ذلك يكون عاداً لـ ب ، فـ آ ب مشتركان ؛ وذلك ما أردناه .



كب

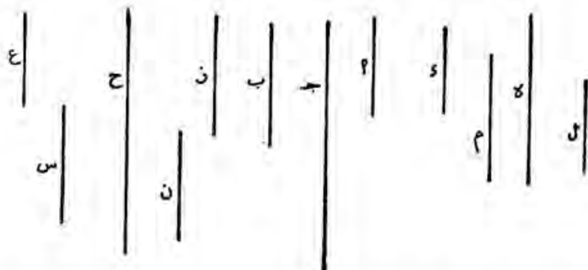
ليكن آ ب مركبين سطحُهما ج ، و د جميع أجزاء آ ، وهو مع آ ه ، و ز جميع أجزاء ب ، وهو مع ب ح .

فأقول : كلما تناسب اثنان من أقسام ه < تناسباً > كتناسب اثنين من أقسام ح فلا بد وأن يتكرر بعض أجزاء آ ، أعني أقسام د ، في أجزاء ب ، أعني أقسام ز سوى الواحد .

وليكن قسما ه : ل م < و ل أقل من م > وقسما ح : ن س ، وليكن نسبة ل إلى م كنسبة ن إلى س ؛ وإذا لم يمكن أن يكون كل من ل ن مساوياً لتاليه ، أعني م س ، فليكن الأقل ل ن لأن نسبة ل إلى م كنسبة ن إلى س . فبالإبدال < تكون > نسبة ل إلى ن كنسبة م إلى س ، بالشكل الثالث عشر من المقالة السابعة . ولأن م س ليسا أقل عددين على نسبتهما فهما مشتركان ؛

١ – بالشكل ... السابعة : بشكل ك من مقالة ز – ك – ونجد في هامش – خ – نص هذه النظرية : " أقل الأعداد على نسبة تعد جميع الأعداد التي على نسبتها عدا واحدا ، الأقل للأقل والأكثر للأكثر " . / ه : ة – م – // ٢ – ج : ناقصة – ك – / ولمثل : وبمثل – خ ، م – / يكون : ناقصة – ك – هامش – خ – // ٤ – كب : ك – خ ، ك – ناقصة – م – // ٦ – أجزاء : هامش – خ – / ح : حـ – م – // ٧ – تناسب : يناسب – م – // ٨ – أقسام ... ب : مكررة – م – // ١٠ – ه : ناقصة – م – / ح : حـ – م – / ن س : د ه سه – م – // ١١ – ن : د ه – م – ممحوة – خ – / س : سه – م – // ١١، ١٢ – وإذا لم يمكن ... كنسبة ن إلى س : ناقصة – خ ، م – // ١٣ – ن : حد – م – / س : سه – م – /من : ناقصة – م – // ١٣ ، ١٤ – م – بالشكل ... السابعة : بشكل يج من مقالة ز – ك – // ١٤ – المقالة : مقالة – م – / س : سه – م – //

وليعدهما عَ . ولأن عَ يعدّ التاليين ، أعني مَ و سَ ، وهما إما أن يكونا نفسي آ بَ أو جزأين من أجزائها، فعَ يعدّ كلاً من آ بَ . فقد تكرر بعض أقسام دَ في أقسام زَ ؛ وذلك ما أردناه .



أقول : هذا الحكم ثابت أيضاً لو كان بَ أول بمثل ما ذكرناه ، أعني إذا كان نسبة بَ إلى الواحد نسبة قسمين من أقسام هَ ، كان بَ مكرراً في أجزاء هَ .

وليكن المثال بحاله فأقول : وكلما تكرر بعض أقسام دَ في أقسام زَ يلزم أن يتناسب / اثنان من أقسام هَ < تناسباً > كتناسب اثنين من أقسام حَ . ١٣٧-ظ

وليكن المكرر عَ . و [ذلك] لأن أقل ما في الباب على ذلك التقدير أن يكون نسبة الواحد من أقسام هَ إلى عَ من تلك الأقسام كنسبة الواحد من أقسام حَ إلى عَ من تلك الأقسام فضلاً عن غيرها من المتناسبة ؛ وذلك ما أردناه .

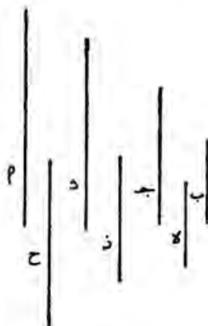
وقد بان أنه إذا لم يتكرر أي < قسم من > أقسام دَ في زَ ، فلم يتناسب أربعة فلم يتكرر شيء من أقسام طَ .

١ – وليعدهما : ويعدهما–م–/ ولأن عَ : ناقصة–م–/ سَ : سـ–م–/ إما : هامش– ك–// ٢ – جزأين : جزين – خ ، ك ، م – / أقسام دَ في : ناقصة – ك – // ٣ – في : و – خ ، م – //
٤ – نجد أمامها في ك رقم ٦٦ ، وهذا الرقم سنجده أمام الفقرة التالية في خ . / هذا : وهذا – ك – //
٥ – بَ إلى الواحد : الواحد إلى بَ – ك – // ٦ – أجزاء ه : جـ ه – م – جـ – خ – //
٨ – يتناسب : يناسب – م – / حَ : جَ – خ ، م – // ١١ – حَ : حـ – م – / ع : عين – م– / المتناسبة : المناسبة – خ ، م – // ١٢ – أي : بعض – خ ، ك ، م – //

كجـ

كل عدد من آحاد سلسلة الاثنين فهو ناقص بواحد .

فليكن واحد منها آ ، وليرتب الواحد مع أعداد السلسلة على الولاء إلى آ ، وهي واحد بَ جَ دَ آ ، وذلك لأنه ليس لـ آ من الأجزاء سوى الواحد وآحاد السلسلة السابقة عليه لكون ما يلي الواحد منها وهو الاثنان أول بالشكل الثالث عشر من المقالة التاسعة . والواحد ينقص عن بَ بواحد ، فهو مع بَ يساوي ضعف بَ – أعني جَ – إلا واحداً ، وليكن هَ . وكذا هَ مع جَ يساوي ضعف جَ – أعني دَ – إلا واحداً ، وليكن زَ . وكذا زَ مع دَ يساوي ضعف دَ – أعني آ – إلا واحداً ، وليكن حَ ؛ فحَ الذي هو مجموع أجزاء آ أقل <منه> بواحد ؛ وذلك ما أردناه .



كد

إذا استخرج من عدد من تضاعيف الاثنين الأفرادُ كما سبق ذكرها في

١ – كجـ : كب – خ ، ك – ناقصة – م – // ٣ – وليرتب : ولترتب – خ – ولرتت – م – ولترسب – ك – // ٤ ، ٥ – الواحد ... أول : بَ جَ دَ – خ – جـ د – م – // ٥ ، ٦ – بالشكل ... التاسعة : بشكل يجـ من مقالة طَ – ك – / ونجد في هامش خ نص هذه النظرية "إذا توالت أعداد متناسبة من الواحد وكان الذي يلي الواحد أول فلا يعد الأكثر منها عدد غيرها ". / ٦ – ينقص عن : ينقص واحد عن – ك – // ٩ – آ : ناقصة – م – // ١١ – كد : كجـ – ك ، خ – ناقصة – م – //

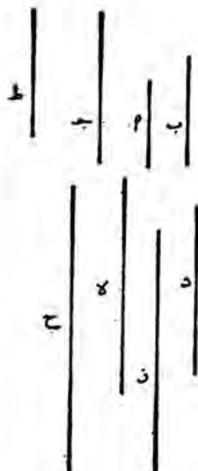
طريقة استخراج المتحابين ، وكانت أوائل ســوى الثالث ، فالزوج الذي من تضاعيف الاثنين إذا ضرب في الفرد الثالث والرابع كان السطح الأكثر زائداً على الأقل بمثل الفرد الرابع إلا ضعف الزوج إلا واحداً .

فليكن الزوج الذي من تضاعيف الاثنين آ ، والفرد الأول ب والفرد الثاني ج والثالث د والرابع ه ، و ب ج ه ثلاثتها أوائل ، ومسطحا آ في د ه : ز ح ، وضعف آ إلا واحداً ط ، فأقول : إن ح يزيد على ز بمثـــل ه إلا ط . وذلك لأن آ شيء ، فب شيء ونصف إلا واحداً ، و ج ثلاثة أشياء إلا واحداً ، وسطحهما ، أعني د ، أربعة أموال ونصف وواحد إلا أربعة أشياء ونصفاً ، وجميع ب ج د — أعني ه — أربعة أموال ونصف إلا واحداً . ولأن فضل ح على ز بقدر سطح آ في الفضل بين ه د — وليكن ك ، وهو أربعة أشياء ونصف إلا اثنين — فالسطح أربعة أموال ونصف إلا شيئين . و ه أربعة أموال ونصف إلا واحداً . وإذا زيد على السطح شيئان إلا واحـــداً ساوى ه . فتبيّن : أنّ فَضْلَ ه على السطح < هو > بشيئين إلا واحداً ، أعني ضعف آ إلا واحداً ؛ ففضلُ ح على ز بِه < هو > إلا بشيئين إلا واحداً ؛ وذلك ما أردناه .

كه

وليكن المثال بحاله ، فأقول : إنه لم يماثل شيء من أجزاء آ شيئاً من أجزاء د سوى الواحد . وذلك لأنه ليس لـ آ جزء من الأعداد سوى آحاد سلسلة الاثنين المتقدمة على آ في النظم الطبيعي وكلها أزواج ، وليس لـ د جزء من الأعداد سوى ب ج الأولين ؛ وهما فردان لكون ب مِثْلاً ونصفاً لـ آ — الذي هو عدد < من تضاعيف > الاثنين إلا واحداً — فليس هو < من تضاعيف > الاثنين ،

١ — فالزوج — والزوج — خ ، م — // ٣ — إلا ضعف : أي ضعف — خ ، م — // ٤ — فليكن الزوج الذي : فليكن الزوج إلا واحدا فليكن الزوج الذي — م — // ٥ — والرابع : ووالرابع — خ — // ٦ — وضعف ... واحداً : مكررة — ك — / ح : ـه — م — / ه : ح — ك — // ٧ — و ج : و ـحـ — خ ، م — // ٨ — إلا أربعة : الاربعة — م — // ٩ — ح : ـه — م — // ١٣ — بشيئين : الباء مهملة وهي بين اللام والباء — ك — // ١٤ — ح : ـه — خ ، م — / بشيئين : شيئين — ك — // ١٥ — كه : كد — خ ، ك — ناقصة — م — // ١٦ — شيئا من أجزاء : ناقصة — ك — // ١٧ — د : ب — خ ، م — // ١٨ — لـ د : له — خ ، م — // ١٩ — عدد : غير — خ ، ك ، م — // ٢٠ — هو : أي ب / الاثنين : اثنين — ك — //



وبالأولى ألا يكون جـ أيضاً < من تضاعيف > الاثنين . فلا شيء منهما بجزء من أجزاء آ ؛ وذلك ما أردناه . / ١٣٨-و

كو

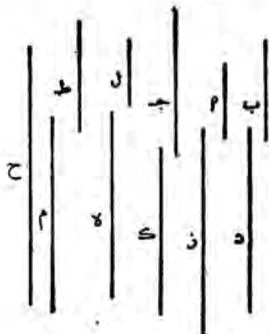
وليكن المثال بحاله ، فأقول : إن ز ح متحابان .

وذلك لأن آ المركب ضُرب في ه الأول فحصل ح ، يكون جميع أجزاء ح مساوياً لسطح جميع أجزاء آ — وليكن ل — في ه مع المجتمع من أجزاء آ مع آ — < وليكن > ط . ولما كان ل هو آ إلا واحداً، فسطحه في ه هو ح إلا ه ، ومع ط ح إلا ه إلا ط ، وقد كان ز مثل ح إلا ه إلا ط ، فجميع أجزاء ح يساوي ز من غير زيادة ونقصان .

و ه ليس مماثلاً لواحد من أجزاء آ لكونه فرداً ولكونه أكثر من آ ،فلا

٣ — كو : كه — خ ، ك — ناقصة — م —// ٤ — ح : حـ — م —// ٥ — ح : حـ — م — / يكون : فيكون — خ ،م —// ٦ — ح مساويا : حـ مساويا — م —// ٧ — ح : حـ — م — // ٨ — ومع ط ... مثل ح : ناقصة — خ ، م — / أجزاء ح : أجزاء جـ — م — // ٩ — ونقصان : ناقصة — خ ، م — الشكل الذي قبل الأخير . // ١٠ — فردا : مفردا — خ ، م — //

يمكن أن يكون مكرراً . ولأن ا المركب ضرب في د المركب فحصل ز يكون جميع أجزاء ز مثل سطحي ل في د و ط في ك مع الواحد ، أعني جميع أجزاء د ،وليكن م . فأما ل في د فهو ز إلا د لأن ل هو ا إلا واحداً . وقد تبيّن أن ا في ك مثل ه إلا ط ، فا في ك يكون مثل ه إلا جميع ط ، [و ك] و ه إلا ك هو د ، فل في ك مثل د إلا ط . فجميع ا ل – أعني ط – في ك مثل جميع د و ه إلا ط اثنين ، و ط في م يزيد على هذا السطح بـ ط لأن م يزيد على ك بواحد ، فسطح ط في م مثل جميع د و ه إلا ط . فإذا أضيف < سطح ط في م > إلى سطح ل في د – أعني ز إلا د – صار المبلغ جميع ز و ه إلا ط . وقد كان أيضاً ح جميع ز و ه إلا ط .



فأجزاء ز أيضاً مثل ح كما كانت أجزاء ح مثله ، ولم يقع شيء منها مكرراً لأنه لم يتكرر من أجزاء ا د ، فز ح متحابان ؛ وذلك ما قصدناه .

١ – ا : ناقصة – خ ، م – // ٢ – سطحي : سطح – خ ، م – / ل : ا – خ ، م – // ٣ – لأن : مكررة – خ – / واحدا : الواحد – خ ، م – // ٤ – فا : فل – ك – / يكون : ناقصة – خ ، م – // ٥ – هو : وهو – خ ، م – // ٦ – اثنين : ا من ز – ك – ، والمقصود : مرتين . // ٧ – بواحد فسطح : نجد في م بين هاتين الكلمتين ما يلي " فسطح ط في م يزيد على السطح بـ ط لأن م يزيد على ك بواحد " . // ٧ ، ٨ – فإذا أضيف ... إلا ط : مكررة – م – مع كتابة فإذا : ذا . // ٩ – ح : ح – م – / جميع : فجميع – خ ، م – / ز : د – خ ، م – // ٨ ، ٩ – وقد كان ... إلا ط : ناقصة – ك – // ١٠ – ح (الثانية) : في – م – / يقع شيء : يعتد بشيء – ك – // ١١ – ا د : د – ك – ا ز – خ ، م – بدون الخطوط فوق الحروف في م كالعادة . / قصدناه : نجد بعدها في ك : " ولنختم الكلام ها هنا حامدين لولى كل خير وجميل ، الهادي إلى سواء السبيل ، ومصلين على نبيه محمد وآله الطيبين الطاهرين ، حسبنا الله ونعم الوكيل " . //

< كز >

وإذ قد فرغنا من تبيين العمل فلنوضحه بأمثلة :

أحدها : أن نفرض الزوج الذي من تضاعيف الاثنين أربعة ، ونزيد عليها نصفها إلا واحداً تبلغ ه وهو الفرد الأول ، ونضرب الأربعة في ثلاثة ، وننقص منها واحداً تبقى أحد عشر وهو الثاني ؛ ثم نضرب الأول في الثاني يحصل نه وهو الثالث ؛ ونزيد عليه الأولين فيحصل عا وهو الرابع ولأنها – سوى الثالث – أوائلُ ؛ فنضرب الأربعة في نه و عا يحصل ٢٢٠ و ٢٨٤ متحابين .

وامتحانه بوجهين : إما إجمالاً بأن يستخرج أجزاء ٢٢٠ جميعاً : بأن يستخرج أجزاء ضلعه – أعني د المركب من ب ، ب الأولين – وهي ا ، ب ؛ و نه المركب من ه ، يا الأولين أيضاً ، وهي ا ، ه ، ١١ . ولأن د و نه مركبان ، فأجزاء سطحهما جميعاً مضروبُ أجزاء د – أعني ج – في نه وهو ١٦٥ ، مع مضروب أجزاء نه – أعني يز – في د ، مع أجزائه – أعني ز – وذلك ١١٩ ، وهما معاً ٢٨٤ .

ويستخرج أجزاء ٢٨٤ جميعاً ، المركب من د – المركب – في عا الأول بأن نضرب أجزاء د جميعاً – أعني ج – في عا ، يكون ٢١٣ . ونزيد عليه د مع أجزائه وهو ز فيبلغ ٢٢٠ .

وإما تفصيلاً بأن نتعرف عددَ أجزاء الأول ، أعني ٢٢٠ . فلأنه مؤلفٌ رباعي من ب ب ه يا فهو الصنف الرابع ، وله من الأجزاء أحد عشر فقط ، ثم نضع أربعة مع أجزائه مفصلاً ، وهي ا ، ب ، ب وكذلك نه مع أجزائه

٢ – من : عن – خ ، ك ، م – / فلنوضحه : فليوضحه – م – // ٣ – ونزيد : فنزيد – م – فتزيد – خ – // ٤ – نصفها : نصفا – خ ، م – / ونضرب : ويضرب – م – / ثلاثة : الثلاثة – خ ، م – // ٥ – أحد عشر : ١١ – خ ، م – // ٨ – بأن – فبأن – خ ، م – ١٣ – ١١٩ : و ١١ – م – // ١٤ – جميعا : جميع – ك – // ١٥ – ٢١٣ : ٢١٢ – ك – / ٤ : ثم – م – // ١٦ – فيبلغ : فبلغ – خ ، م – // ١٧ – بأن : فبأن – ك – // ١٨ – ١١ : ١١ – م – / أحد عشر : ١١ – ك – // ١٩ – أربعة : ٤ – ك – / وهي : ناقصة – ك – / ٢ وكذلك : ٤ – ك – / أجزائه : أجزائه كذلك – ك – / وكذلك... اجزائه : هامش خ – //

هكذا : ١ ، ٥ ، ١١ ، ٥٥ ؛ ثم نضرب الواحد من الأول في أقسام الثاني يحصل ١ ، ٥٥ ، ١١ ، ٥٥ ، ثم ٢ منه فيها يحصل ٢ ، ١٠ ، ٢٢ ، ١١٠ ، ثم ٤ في أقسام / الثاني غير ٥٥ يحصل ٤ ، ٢٠ ، ٤٤ . وهي أجزاء ٢٢٠ مفصلاً ، ١٣٨-ظ عدتها أحد عشر منها كما عرفت ، وجميعها ٢٨٤ . ثم نتعرف عدد أجزاء الثاني أعني ٢٨٤ ، المؤلف من ٢ ، ٢ ، ٧١ . فلأنه الصنفُ الثاني من المؤلف الثلاثي فأجزاؤه ٥ ؛ ثم نضع ٤ مع أجزائه مفصلاً ، وكذلك ٧١ هكذا ١ ، ٢ ، ٤ ، ٧١ . ثم نضرب ١ من الأول في قسمي الثاني يحصل ١ ، ٧١ ، ثم ٢ منه فيهما يحصل ٢ ، ١٤٢ ، ثم ٤ من الأول في ١ من الثاني يحصل ٤ ، وهذه خمسة أعداد وهي أجزاء ومجموعها ٢٢٠ . فهما أقل متحابين .

وأيضاً فلنفرض الزوج ثمانية ، فالفرد الأول ١١ والثاني ٢٣ والثالث – مضروبهما – ٢٥٣ ، والرابع – جميعها – ٢٨٧ . فلأن الرابع ليس بأول إذ يعده السبعة بإحدى وأربعين مرة ، فلا يتأتى منه المتحابان . وقد وجدت في بعض تواليفهم أن مثل المتحابين ما يحصل من هذه الأفراد ، وهما مضروب الثمانية في الفرد الثالث ، أعني ٢٠٢٤ ومضروبها في الرابع ، أعني ٢٢٩٦ ، وحكم عليهما بالتحاب ؛ وذلك سهو يظهر لمنْ تَبَيَّنَ ، فلنبينه بأن تستخرج أجزاء ٨ ، ونضعها مع جميع أجزائها : ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ؛ وكذا أجزاء ٢٥٣ : ١ ، ١١ ، ٢٣ ، ٢٥٣ ، وكذا أجزاء ٢٨٧ ؛ ١ ، ٧ ، ٤١ ، ٢٨٧ ثم نستخرج

١ – هكذا ... الثاني : هامش – خ – / هكذا : ناقصة – ك – / الواحد : ١ – خ – ناقصة – م – / أقسام : كل من – ك – // ٢ – يحصل : حصل – خ ، ك ، م – / ١٠ : ٢٠ – ك – // ٤ – منها : ناقصة – ك – فوق السطر – خ – // ٦ – فأجزاؤه ٥ : فأجزاء – م – / ١ ، ٢ ، ٤ ، ٧١ : ١ ٢ ٢ ١ ٧١ – خ – بدون الخطوط التي فوق الأرقام – م – ١ ٢ ٤ ١ ١ ٧ – ك – // ٧ – فيهما : فهما – خ ، ك ، م – // ٨ – ٢ ، ١٤٢ : ٢ ٢ ١٤ ٤٤ – ك – ٢ ٢ ١٤ ٤ ٤ – م – / ثم : ناقصة – م – / الأول : الأولى – ك – / وهذه : وهي – خ ، م – // ٩ – وهي : مكررة – ك – // ١٠ – فلنفرض : فليفرض – م – / فالفرد : والفرد – ك – // ١١ – جميعها : جميعا – م – // ١٢ – بإحدى : بأحد – خ ، ك ، م – / وقد وجدت : ووجدت – ك – // ١٣ – ما – مما – ك – / الثمانية : ٨ – خ ، م – // ١٤ – ومضروبها : ومضروبهما – ك – // ١٥ – عليهما : عليه – ك – / بالتحاب : بالتجاب – م – // ١٦ – ونضعها : فيضعها – م – خ – / أجزائها : أجزائه – خ ، ك ، م – لزم التأنيث لأن الضمير يعود على ٨ . / ٢٥٣ : ٣ ٥ ٢ – ك – // ١٧ – وكذا : هامش – خ – / ١ : ١١ – خ ، م – / ٢٨٧ : ٧٧ – م – / نستخرج : يستخرج – م – هنا تنتهي الصفحة في مخطوطة م ، وتنقطع المخطوطة . //

أجزاء ٢٠٢٤ مفصلاً بأن نضرب ١ من الموضوع الأول في أقسام الموضوع الثاني وهي أربعة ، فتحصل هي بأعيانها ؛ ثم ٢ من الأول في أقسام الثاني يحصل ٢ ، ٢٢ ، ٤٦ ، ٥٠٦ ؛ ثم ٤ من الأول فيها يحصل ٤ ، ٤٤ ، ٩٢ ، ١٠١٢ ؛ ثم ٨ من الأول فيها سوى الرابع يحصل ٨ ، ٨٨ ، ١٨٤ ؛ وهي خمسة عشر جزءاً ؛ ونصححه أنه مؤلف خماسي من ١ ، ٢ ، ١١ ، ٢٣ فهو الصنف الرابع وأجزاؤه ١٥ ، مجموعها ٢٢٩٦ . وأيضاً نضرب ١ من أقسام الموضوع الأول في أقسام الموضوع الثالث فيحصل ١ ، ٧ ، ٤١ ، ٢٨٧ ؛ ثم ٢ منه فيها يحصل ٢ ، ١٤ ، ٨٢ ، ٥٧٤ ؛ ثم ٤ منه فيها < يحصل > ٤ ، ٢٨ ، ١٦٤ ، ١١٤٨ ؛ ثم ٨ منه فيها سوى ٢٨٧ يحصل ٨ ، ٥٦ ، ٣٢٨ ؛ وهي أجزاء خمسة عشر مثل الأولى ، إذ هو مؤلف مثل الأول ، ومجموعها ٢٧٤٤ ، فهو يزيد على ٢٠٢٤ بسبعمائة وعشرين . والغلط إنما وقع عن تصوره ٢٨٧ عدد أول ، فإنه يسقط حينئذ عن مجموع أجزائه جميع ٧ و ٤١ – أعني ضلعي ٢٨٧ ، وهو ٤٨ – في ١٥ ، جميع الموضوع الأول . وذلك المجموع هو ٧٢٠ الذي به زادت على ٢٠٢٤ .

هذا ، وأيضاً فلنفرض الزوج ١٦ يكون الفرد الأول ٢٣ والثاني ٤٧ والثالث ١٠٨١ والرابع ١١٥١ ؛ وجميع الثلاثة أوائل . أما الأولان فظاهر . وأما الثالث فلأنه فرد ، فلا يعدّه زوج ؛ ولا يعدّه الثلاثة – إذ يبقى اثنان – فلا يعـده التسعة ، وسائرُ معدوداتها ؛ ولا الخمسة إذ ليس ما معه من الآحاد خمسة ؛ ولا السبعة إذ يبقى ثلاثة ؛ فلا يعدّه منطق ولا أصم ولا مشترك . فلنستكشف عن الأوائل على التوالي ، إلى أن يزيد عليه مربعه . فنقسمها على مربع أحد عشر – أعني ١٢١ – يبقى ٦٢ غير منقسم على الجذر ، أعني ١١ ؛ ثم على مربع ١٣ –

٢ – فتحصل : فيحصل – ك – // ٥ – ونصححه : ويصححه – خ – // ٦ – أقسام : هامش – خ – // ٧ – منه : ناقصة – خ – // ١٢ – يسقط حينئذ : حينئذ يسقط – خ –// ١٣ – زادت : زدت – خ – // ١٤ – ٢٠٢٤ : هذا الخطأ الذي يشرح أسبابه كمال الدين الفارسي لم ينتبه إليه في القرن الخامس عشر شرف الدين اليزدي وجمشيد الكاشي كما سنرى فيما بعد . // ١٥ – الثالث : أي ١١٥١ // ١٩ – ولا أصم ولا مشترك : ولا مشترك – ك – ولا أصم مشترك – خ – // ٢٠ – التوالي : السالى – ك – غير واضحة تماما – خ – / فنقسمها : مهملة – ك – فقسمتها – خ – وهي أيضاً مهملة .// ٢١ – أعني ١١ : ناقصة – خ –/ ثم على مربع ١٣ : هامش – خ – //

أعني ١٦٩ – يبقى ١٣٧ غير منقسم على جذره ، أعني ١٣ ؛ ثم على مربع ١٧ – أعني ٢٨٩ – يبقى ٢٨٤ غير منقسم على جذره ، ثم على مربع ١٩ – أعني ٣٦١ – يبقى ٦٨ غير منقسم على جذره ؛ ثم على مربع ٢٣ – أعني ٥٢٩ – يبقى ٩٣ غير منقسم على جذره ؛ ثم على مربع ٢٩ – أعني ٨٤١ – يبقى ٣١٠ غير منقسم على جذره / ، إذ يبقى عشرون ؛ ثم على مربع ٣١ ، أعني ٩٦١ – ١٣٩-و يبقى ١٩٠ غير منقسم على جذره ، وهو لم ينقسم على مربع غيرها من الأوائل ، إذ مربعُ ما يتلوها – وهو ٣٧ – ١٣٦٩ . فهو أول .

وإذ ذاك ، فنضرب ١٦ في ١٠٨١ يحصل ١٧٢٩٦ وفي ١١٥١ يحصل ١٨٤١٦ فهما متحابان .

فنستخرج أجزاء الأول مجملاً ، وهما ١٦ ١٠٨١ ، فأجزاء الأول مجملاً ١٥ ؛ وأجزاء الثاني كذلك ٧١ . ثم نضرب أجزاء الأول – وهو ١٥ – في الثاني مع أجزائه – أعني ١١٥٢ – يكون ١٧٢٨٠ ؛ ثم نضرب الأول – وهو ١٦ – – في أجزاء الثاني – وهو ٧١ – يحصل ١١٣٦ . فإذا زيد على الحاصل ، بلغ ١٨٤١٦ ، وهو أعظم المتحابين . وكذلك نستخرج أجزاء الثاني بتعرُّف أجزاء ضلعيـه ، وهما ١٦ ١١٥١ . فأجزاء الأول ١٥ ، وأجزاء الثاني واحد . فنضرب أجزاء الأول في الثاني ، بتعرف أجزاء ضلعيه مع الواحد ، أعني ١١٥٢ ، يحصل ١٧٢٨٠ ؛ ثم نضرب الأول – أعني ١٦ – في أجزاء الثاني ، يكون ١٦ ، فنزيده على الأول ، . يحصل ١٧٢٩٦ .

فإن أردت التفصيل ، وضعتَ – لاستخراج أجزاء الأقل – ضلعيـه وأجزاءهما مفصلاً : ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ؛ ١ ، ٢٣ ، ٤٧ ، ١٠٨١ ؛ ثم ضربت ١ من الأول في أقسام الثاني ، يحصل ١ ، ٢٣ ، ٤٧ ، ١٠٨١ ؛ ثم

١ – أعني ١٦٩ يبقى ١٣٧ : هامش – خ – / غير منقسم : ناقصة – خ – / على جذره : هامش – خ – / جذره : الجذر – ك – / أعني ١٣ : ناقصة – خ – / ثم على مربع ١٧ : هامش – خ – // ٣، ٤ – أعني ٥٢٩...٢٩ – أعني : هامش – ك – // ٥ – ٩٦١ : ٩٦٠ – ك – // ٧ – ما يتلوها : هامش – ك – // ١٠ – فنستخرج : فيستخرج – ك – / الأول : الأوائل – خ – / وهما : وهو – خ – // ١٦ – فنضرب : فيضرب – ك – / بتعرف أجزاء ضلعيه : ناقصة – ك – // ١٧ – نضرب : يضرب – ك – / يكون : يكن – ك – // ١٩ – الأقل : الأول – خ – //

ضُرب ٢ منه في جميعها ، يحصل ٢ ، ٤٦ ، ٩٤ ، ٢١٦٢ ؛ ثم ٤ منه في جميعها ، يحصل ٤ ، ٩٢ ، ١٨٨ ، ٤٣٢٤ ؛ ثم ٨ منه في جميعها ، يحصل ٨ ، ١٨٤ ، ٣٧٦ ، ٨٦٤٨ ؛ ثم ١٦ فيها – سوى الرابع – يحصل ١٦ ، ٣٦٨ ، ٧٥٢ ، وهي تسعة عشر جزءاً . ويصحّحه أنه مؤلف سداسي من ٢ ، ٢ ، ٢ ، ٢ ، ٢٣ ، ٤٧ .

وكذا وضعتَ لاستخراج الأعظم – منفصلين ، وضربت ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ من الثاني في ١ من أقسام الأول – أعني ١ ، ١١٥١ – يحصل ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ ؛ ثم ١١٥١ منه في الأقسام – سوى الأخير – يحصل ١١٥١ ، ٢٣٠٢ ، ٤٦٠٤ ، ١٢٢٠٨ ؛ وهي تسعة أجزاء . ويصحّحه أنه مؤلف خماسي من ٢ ، ٢ ، ٢ ، ٢ ، ١١٥١ ، فيكون الصنف الثاني وأجزاؤه .

ثم إذا جمعتَ هذه الأقسام ، حصل الأول ، وإذا جمعت تلك حصـــل الثاني ؛ وذلك ما أردناه .

تمت الرسالة بحمد ذي الجود والعلى ، والصلاة على نبيه صاحب الكمالات والنهى ، وعلى صحبه وأهل بيته أهل الهدى .

١ – ضرب : ناقصة – خ –// ٤ – تسعة عشر : ١٩ – ك – // ٥ – ٢٣ : ١٣ – ك – //
٦ – وكذا : ولذا – خ –// ٧ – أعني : هامش –خ–// ٩ – ١٢٢٠٨ : ٩١٠٨ – ك – //
١٠ – وأجزاؤه : كأن أمامها ٩ في ك // ١٣ ، ١٤ – تمت ... الهدى : ناقصة – ك – ونجد بعدها " فرغ من تحريره بحمد الله تعالى وحسن توفيقه العبد الضعيف الراجي إلى رحمة ربه اللطيف نوح بن علاء الدين الاتعانى يوم السبت وقت الضحى عشرين من شهر رجب سنة سبع وثلاثين وسبعمائة في المدرسة الصادقية رحم الله رافعها في محروسة بغداد حرسها الله من الآفات وصلى الله على نبيه محمد وآله أجمعين " . وفي أسفل الصفحة نجد " طالعه الفقير إلى الله تعالى محمد بن أبي الفتح (اسم غير مقروء) المصري سنة ٩٠٥ عربية " .
ونجد في خ " فرغت من انتساخ هذه النسخة الشريفة الميمونة بعون الله تعالى وحسن توفيقه في أواخر ذي الحجة إحدى وتسعين وثمانمائة هجرية ، أنا العبد الضعيف عبد (النبي ؟) بن محمد بن حسين البيرجندي ، غفر الله له ولوالديه ولأستاذيه آمين " .

زين الدين التنوخي

فقرة من «كتاب في علم الحساب»

بسم الله الرحمن الرحيم

واستخراج الأعداد المتحابة : أن تجمع الواحد والاثنين مع ما يليهما من ٧٨ - و
أعداد زوج الزوج على الولاء إلى أن تجمَع منها عدداً إن زدت عليه العدد الأخير من أعداد زوج الزوج المجموعة كان عدداً أولَ . وإن ربّعت ما بعد الأخير من الأعداد المجموعة ، وزدت عليه ثمنه ، ونقصت منه واحداً ، وكان بعد ذلك عدداً أول ، فإنك إذا ضربت حينئذ أحد الأولين في الثاني ، ثم المبلغَ في العدد الأخير من أعداد زوج الزوج المجموعة ، كان من ذلك العدد الزائد من العددين المتحابين ؛ وإذا ضربت العدد الثالث من الأُوَل في العدد الأخير من أعداد زوج الزوج المجموعة ، كان المبلغ العدد الناقص من العددين المتحابين . كذلك نستخرج الأعداد المتحابة من أعداد زوج الزوج إلى غير نهاية .

مثال ذلك : إذا جمعت الواحد والاثنين والأربعة ، وزدت على المبلغ أربعة ، صار أحد عشر ، وهي عدد أول . وإذا نقصت من المبلغ — أعني السبعة — اثنين ، بقي خمسة ، وهي عدد أول . وإذا ربّعت ما بعد الأربعة ، وهي الثمانية ، وزدت على المبلغ ثمنه ، ونقصتَ منه واحداً ، كان الباقي أحداً وسبعين ، وهي عدد أول . فإذا ضربت الخمسة في الأحد عشر ، ثم المبلغَ في الأربعة ، بلغ مائتين وعشرين ، وهي العدد الزائد من العددين المتحابين . وإذا ضربت أحداً وسبعين في الأربعة ، بلغ مائتين وأربعة وثمانين ، وهي العدد الناقص من العددين المتحابين .

بيان أن هذين العددين متحابان : أنك إذا أخرجت أجزاء مائتين وعشرين ، التي هي : جزء من مائتين وعشرين الذي < هو > واحد ، وجزء من مائة وعشرة

٥ – العدد : فوق السطر // ٦ – أول : أولا / ربعت : رفعت // ٧ – وكان : كان //
٨ – أول : أولا // ١٦ – واحداً : واحد // ٢٢ – وجزء من مائة : جزء من مائة //

الذي هو اثنان ، وجزء من خمسة وخمسين الذي هو أربعة ، وجزء من أربعة وأربعين الذي هو خمسة ، وجزء من اثنين وعشرين الذي هو عشرة ، وجزء من عشرين الذي هو أحد عشر ، وجزء من أحد عشر الذي هو عشرون ، وجزء من عشرة الذي هو اثنان وعشرون ، وجزء من خمسة الذي هو أربعة وأربعون ، وجزء من أربعة الذي هو خمسة وخمسون ، وجزء من اثنين الذي هو مائة / وعشرة ؛ كان الجميع مائتين وأربعة وثمانين . ٧٨ - ظ

< فإذا أخرجت أجزاء مائتين وأربعة وثمانين – التي هي جزء من مائتين وأربعة وثمانين > الذي هو واحد ، وجزء من مائة واثنين وأربعين الذي هو اثنان ، وجزء من واحد وسبعين الذي هو أربعة ، < وجزء من أربعة > الذي هو واحد وسبعون ، وجزء من اثنين الذي هو مائة واثنان وأربعون – كان الجميع مائتين وعشرين . وإذا أردت إخراج المتحابين اللذين بعد هذين ، فلا تجد الشروط حتى تجمع أعداد زوج الزوج مع الواحد والاثنين إلى الستة عشر ، وهي عدد أول مجموعها أحد وثلاثون ، وإذا زدت عليها ستة عشر بلغت سبعة وأربعين ، وإذا نقصت منها ثمانية بقي ثلاثة وعشرون ، وهي عدد أول . وإذا ربّعت اثنين وثلاثين وزدت على المبلغ ثمنه ونقصت منه واحداً ، صار ألفاً ومائة وواحداً وخمسين ، وهي عدد أول . فإذا ضربت ثلاثة وعشرين في سبعة وأربعين ثم المبلغ في ستة عشر ، بلغ سبعة ألفاً ومائتين وسته وتسعين ، وهي العدد الزائد ، من العددين المتحابين . وإذا ضربت ألفاً ومائة وأحداً وخمسين في ستة عشر بلغ ثمانية عشر ألفاً وأربعمائة وستة عشر ، وهي العدد الناقص ، من العددين المتحابين .

وكذلك تستخرج إلى غير نهاية كلما جمعت عدداً من أعداد زوج الزوج ولم تجدها مستوفية للشروط تقدمتها إلى غير نهاية حتى تجد المستوفية للشروط .

٩ – مكان ما أضفناه بياض في الأصل .// ١١ – اللذين : الذين .// ١٣ – وهي : المقصود وهي مجموعة . / عليها : علها //

محمد باقر اليزدي
فصل من «عيون الحساب»

بسم الله الرحمن الرحيم

فصل في استخراج العددين المتحابين* ٦٧ - و

اللذين أحدهما ناقص والآخر زائد ، ومجموع أجزاء كل منهما مساوٍ للآخر

نأخذ من تضاعيف الاثنين عدداً إذا ضربناه مرة / في واحد وأخرى في ٦٧ - ظ ثلاثة — وبعبارة أخرى إذا جمعناه مع سابقه مرة ومع تاليه أخرى — ونقصنا من كل واحد من الحاصلين واحداً بقيا فردين أولين . ثم نضرب أحد الفردين الأولين في الآخر ليحصل فرد ثالث . فإن كان مجموع الثلاثة فرداً أول ، فمضروب ذلك العدد في الفرد الثالث هو أقل المتحابين وفي مجموع الأفراد الثلاثة أكثرهما.

مثاله : وجدنا الأربعة من تلك التضاعيف صالحة لذلك ، وكان مضروباها في واحد ونصف وفي الثلاثة هما : ٦ و ١٢ ، وبعد نقصان الواحد من كلٍّ بقي ٥ و ١١ الأولان ، < فإذا > ضربنا أحدهما في الآخر حصل ٥٥ وهو الفرد الثالث ، ومجموع الأفراد ٧١ وهو فرد أول . فالأربعة في ٥٥ — وهو ٢٢٠ — أقل المتحابين ، وفي مجموع الأفراد الثلاثة — وهو ٢٨٤ — أكثرهما .

فإن لم يكن مجموع الأفراد الثلاثة أيضاً فرداً أول ، فلا يحصل منه المطلوب كالثمانية ، فإن مضروبيْهما في واحد ونصف وفي الثلاثة ١٢ و ٢٤ ، وبعد نقصان الواحد من كلٍّ يبقى ١١ و ٢٣ الأولان ، ومسطحهما ٢٥٣ وهو الفرد الثالث ، لكن مجموع الأفراد الثلاثة وهو ٢٨٧ عدد مركب يعدّه ٤١ سبع

* يسرني أن أشكر محمد جعفر معينفار ، الأستاذ بالمركز القومي الفرنسي للبحوث العلمية ، على مراجعته العبارات الفارسية في هذا النص .

٥ — ومجموع : مجموع //

مرات . فالحاصل من ضرب الثمانية في الفرد الثالث وفي مجموع تلك الأفراد الثلاثة وهما ٢٠٢٤ و ٢٢٩٦ ليسا بعددين متحابين ، فإن < مجموع > أجزاء الأكثر منهما يزيد على الأقل بسبعمائة وعشرين ، وهو الحاصل من كل واحد من السبعة والأحد والأربعين ، ومثليهما ، وأربعة أمثالهما ، وثمانية أمثالهما .

أقول : وقد أخطأ هنا صاحب **المفتاح** وصاحب **كنه المراد** وغيرهما من مهرة في الحساب ، فلم يشترطوا كون مجموع الأفراد الثلاثة أول ، فحسبوا أن هذين العددين متحابان ، وأن أجزاء الأكثر هي : الواحد والاثنان والأربعة والثمانية ونصفه وربعه وثمنه لا غير ، ومجموعها يساوي الأقل .

واستخرج صاحب **كنه المراد** من ٢٥٦ أيضاً عددين حسبهما متحابين ، ووضعهما في لوحٍ وفْقيٍّ ، وغفل عن كون ٧٦٧ – وهو الحاصل بعد نقصان الواحد من ضرب ٢٥٦ في الثلاثة – مركباً يعدّه ٥٩ ثلاث عشرة مرة ، وذلك يقتضي أن يعدّ الأقل ١٣ وأضعافه ، وكذا ٥٩ وأضعافه ، وهي غير أجزائه المساوية للأكثر . ولقد نظمتُ طريق تحصيلهما بهذا الوجه في رباعية .

زوج الزوجي درسه ودر نصف سه زن

بي يك اگر اوّلَنْد يك زان دو فِكن

درهم زن وجمله گر شد اوّل آن زوج

در كلّ سه فرد وحاصل فرد بزن /

سنح لي طريق آخر : نأخذ من سلسلة تضاعيف الستة على نسبة الضعف عددين ٦٨-و متواليين إذا نقصنا من كلٍّ منهما واحداً بقيا فردين أولين . فنضرب أحد ذينك الفردين في الآخر فيحصل فرد ثالث . فإن كانت الأفراد الثلاثة جميعاً فرداً

٤ – أمثالهما : لقد برهن كمال الدين الفارسي على هذه القضية من قبل . انظر " تذكرة الأحباب في بيان التحاب " كَز // ٥ – المفتاح : المقصود : مفتاح الحساب لجمشيد الكاشي . انظره بتحقيق أحمد سعيد الدمرداش ومحمد حمدي الحفني الشيخ ، القاهرة ، ١٩٦٧ ، ص ٢٢٣ – ٢٢٥ ؛ وبتحقيق نادر النابلسي ، دمشق ، ١٩٧١ ، ص ٤٨٤ – ٤٨٨ . والخطأ الذي يشير إليه اليزدي موجود بالفعل ، ولم يتنبّه إليه محققو ودارسو الكاشي / كنه المراد : المقصود : كنه المراد في علم الوفق والأعداد ، لشرف الدين علي اليزدي المتوفى في حدود سنة ٨٥٠ هـ .// ١١ – ثلاث عشرة ثلاثة عشر //

أول نضرب ثلثَ أكثر ذينك العددين المأخوذين ، أو ثلثي أقلهما في الفرد الثالث ليحصل أقل المتحابين وفي الفردين الأولين ، ونزيد الحاصل على الأقل فيحصل أكثرهما .

مثاله : وجدنا ١٩٢ و ٣٨٤ المتواليين من تلك السلسلة صالحين لذلك ، وبعد نقصان الواحد من كلّ يبقى ١٩١ و ٢٨٣ الأولان ، ومسطحهما ٧٣١٥٣ الفرد الثالث ، ومجموع الأفراد الثلاثة ٧٣٧٢٧ ، وهو فرد أول . وكان ثلث الأكثر ١٢٨ ، ضربناه في الفرد الثالث ، حصل أقل المتحابيّن ، وهو ٩٣٦٣٥٨٤ ، ثم ضربناه في مجموع الفردين الأولين ، وهو ٥٧٤ ، حصل ٧٣٤٧٢ ، زدناه على الحاصل الأول ، حصل ٩٤٣٧٠٥٦ ، وهو أكثرهما .

وقد نظمت هذه القاعدة أيضاً في رباعية (رباعي) :

كردى چوز شش بنسبت ضعف صعود

مضروب دو چار بي يك اول گر بود

با اولهـا اول بـزن ثلث اخـير

در ثالث واولان كه يابى مقصـود

وأما استخراج أجزاء كلٍّ من المتحابّين : فلأجزاء الأقل نأخذ الواحد وكلاً من الأفراد الثلاثة وأضعافها بعدّة ، يحصل من الواحد ذلك الزوج المعمول عليه ، ولا محالة ، يكون الضعف الأخير للفرد الثالث بهذه العدة نفس العدد الأقل ، فنسقطه ونجمع البواقي .

ففي المثال الأول أخذناها مع أضعافها مرتين ، وأسقطنا الضعف الثاني للفرد الثالث ، فكانت هكذا :

١	٥	١١	٥٥
٢	١٠	٢٢	١١٠
٤	٢٠	٤٤	

ولأجزاء الأكثر : نأخذ الواحد ومجموع الأفراد الثلاثة وأضعاف الواحد إلى ذلك الزوج المعمول عليه وأضعاف مجموع الأفراد الثلاثة ما أمكن ١ ٢ ٧

٢ ٤ ١٤

٤ ٨

ففي المثال الأول أخذنا الواحد وضعفه مرتين و ٧١ وضعفه مرة وهي هذه

١ ٧١

٢ ١٤٢

٤

وفي المثال الأخير هكذا ، والله أعلم ،

أجزاء الأقل				أجزاء الأكثر	
الواحد	الفرد الأول	الفرد الثاني	الفرد الثالث	الواحد	مجموع الأفراد
١	١٩١	٣٨٣	٧٣١٥٣	١	٧٣٧٢٧
٢	٣٨٢	٧٦٦	١٤٦٣٠٦	٢	١٤٧٤٥٤
٤	٧٦٤	١٥٣٢	٢٩٢٦١٢	٤	٢٩٤٩٠٨
٨	١٥٢٨	٣٠٦٤	٥٨٥٢٢٤	٨	٥٨٩٨١٦
١٦	٣٠٥٦	٦١٢٨	١١٧٠٤٤٨	١٦	١١٧٩٦٣٢
٣٢	٦١١٢	١٢٢٥٦	٢٣٤٠٨٩٦	٣٢	٢٣٥٩٢٦٤
٦٤	١٢٢٢٤	٢٤٥١٢	٤٦٨١٧٩٢	٦٤	٤٧١٨٥٢٨
١٢٨	٢٤٤٤٨	٤٩٠٢٤	٩٣٦٣٥٨٤	١٢٨	٩٤٣٧٠٥٦

أما إذا لم تكن الأفراد معلومة ، فننصف كلاً من العددين مرة بعد أخرى إلى أن ينتهى إلى فرد ، وهو في الأكثر مجموع الأفراد الثلاثة ، وفي الأقل ثالثها . ونرسم كلّ نصف تحت منصّفه ، ثم نضع ٢ محاذياً للنصف و ٤ محاذياً لنصف النصف ، وهكذا إلى أن ينتهى إلى محاذاة الفرد للزوج المعمول عليه . فمجموع هذه المرسومات للأكثر أجزاؤه . وأما في الأقل ، فانقص من مضروب ذلك الزوج في الواحد والنصف واحداً ، ومن مضروبه في الثلاثة واحداً ، ليحصل الفردان الأولان ؛ وضَعْهما بإزاء الواحد المرسوم فوق ٢ ، وضعّفها مرة بعد أخرى واضعاً الحواصل يمين الأزواج المرسومة إلى أن ينتهى إلى الزوج المعمول عليه ، فمجموع المرسومات أجزاء الأقل .

وقد نظمت طريق تحصيل الأجزاء في هاتين الرباعيتين (رباعي) :

گر واحد وافراد ثلاثة در اقل — بر نسبت ضعف راني اي شيخ اجل
تا عين اقل برآيد آن اجزا را — كن جمع كه اكثر بدر آيد ز عمل

< أما الآخر فهو > رباعي

نصف ودو ربع وچار از اكثر گير — زين گونه بگير تا بود نصف يذير
اين جملة اجزاست بواحد شده جمع — مثل عـــدد اقـــل بر مرد ديد

آحاد سلسلة تضاعيف الاثنين أبداً تكون أحـــد الأزواج الأربعة على هـــذا الترتيب : ٢ ثم ٤ ثم ٨ ثم ١٦ ، فلا يتولد المتحابان مما يكون آحاده ٢ ، ٤ ، لكون آحاد مضروب الثلاثة في الأول ومضروب واحد ونصف في الثاني أبداً ستة . وبعد إسقاط الواحد من كلٍّ من الحاصلين يكون آحاد ما بقي خمسة . وما آحاده الخمسة لا يمكن أن يكون أول ، لكون الخمسة عاداً لها ، وكذا ما يكون آحاده ٨ و ١٦ إذا لم يحصل منه فردان أولان كما ذكرنا في المائتين والستة والخمسين ، أو لم يجتمع من أفراده الثلاثة فردان أولان كما ذكرنا في الثمانية . ونحن قد استقرينا فلم نجد عاشرَ الأربعة وهو ألفان وثمانية وأربعون ، وتاليه وهو ضعفه ، صالحين لذلك ، لكون الفرد الأول المتولد من الأول مسطح ٣٧ في ٨٣ ،والفرد الثاني المتولد من الثاني مسطح ١١ في ألف ومائة وسبعة عشر ، ولا رابع عَشَرِها ، لكون الفرد الأول المتولد منه مسطح ثلاثة وعشرين في ألفين ومائة وسبعة وثلاثين .

فصـــل

في تحصيل العددين المتعادلين اللذين يكون < مجموع > أجزائهما متساويين تقسم زوجاً ما بعددين أولين مرة وبأولين آخرين أخرى وتأخذ مسطحيهما . مثاله : قسمنا ١٦ بثلاثة وثلاثة عشر ، وأخذنا مسطحهما ؛ ومرة بخمسة وأحد عشر وأخذنا مسطحهما ، فكان / العددان وهما ٣٩ و ٥٥ متعادلين : أجزاء كل منهما سبعة عشر . ٢٩ - و

٤ - < أما ... فهو > : هناك كلمة أو أكثر مطموسة في المخطوطة .

ابن البنّاء المراكشي

فصل من «رفع الحجاب عن أعمال الحساب»

بســـم الله الرحمن الرحـــيم

فصـــل

١٩ - و

وينتفع بجمع المربعات في تركيب الكلمات الثلاثية لحصر اللغات وشبهها، مثل كم كلمة ثلاثية في حروف المعجم بصورة واحدة دون مقلوباتها ؟ لأن الكلمات الثلاثية إنما هي جمع مثلثات ضلع منتهاها أقل من تلك العدة باثنين أبداً . وجمع المثلثات هو بضرب ضلع منتهاها في مسطحي العددين اللذين يليانه بعده وأخذ سدس الخارج ، كما هو العمل في جمع مربعات الأفراد ومربعات الأزواج . وكان ذلك كذلك لأن الثنائية بضرب العدة المفروضة في نصف العدد الثاني منها قبلها ، والثلاثية بضرب الثنائية في ثلث الثالث من تلك العدة / قبلها ، ١٩ - ظ والرباعية بضرب الثلاثية في ربع العدد الرابع من تلك العدة قبلها ، والخماسية بضرب الرباعية في خمس العدد الخامس قبلها ، وعلى هذا أبداً تضرب عدد التركيب الذي قبل التّركيب المطلوب في العدد الذي بعده من العدة المفروضة قبلها مثلُ عدد التّركيب المطلوب ، وتأخذ من الخارج الجزء السميّ لعدد التّركيب

وعلة ذلك بينة من هذا الباب :

أما الثنائية ، فهو جمع الأعداد على تواليها من واحد إلى العدد الذي قبل العدة المعطاة .

٨ – بضرب : يضرب – ت – / منتهاها : متنهاها – ت – / مسطحي : مسطح – ت – / يليانه : الحروف غير مميزة تماماً – ت –// ١٠ – وكان : كان – ت ، و –// ١٠ ، ١١ – العدد الثاني منها قبلها : العدة واثنين منها قبلها – ت – // ١٢ ، ١٣ – والرباعية ... الخامس قبلها : ناقصة – ت – // ١٤ – قبل التركيب : قبل المركبيه – ت – / المطوب : المطلوبة – ت – // ١٥ – التّركيب المطلوب : التركيبيه المطلوبة – ت – / السمي لعدد التركيب : المسمى هو بالتركيبه – ت – // ١٦ – بينة : بيينة – ت – // ١٧ – من واحد : ناقصة – و – / قبل : قبله – و – // ١٨ – المعطاة : المعطات – و – ؛ كتبها دائماً هكذا وسنكتفي بهذه الإشارة . //

وأما الثلاثية ، فإن كل واحدة من الثنائيات يجتمع منها واحد من بقية العدة فتكون الاقترانات الثلاثية مثلَ ضرب الثنائية في العدة المعطاة إلا اثنين ، وهو العدد الثالث من العدة المعطاة قبلها .

ولما كانت التأليفات في الثلاثية الواحـــدة ثلاث ثنائيات ، لزم من ذلك تكرار الثلاثية ثلاث مرات ، هي ومقلوباتها ؛ مثل أن الألف والباء إذا جمعتا مع الجيم ، كان ذلك كجمع الألف والجيم مع الباء وكجمع الباء والجيم مع الألف . فهذه الثلاثيات الثلاث حاصلها ثلاثية واحدة ، وإنمـــا صارت ثلاثية لأجل ترتيب حروفها الثنائية ؛ فيجب أن يؤخذ ثلث الثنائيات ويُضرب في سائر العدة المعطاة أو يُضرب الثنائية في ثلث سائر العدة .

وأما الرباعية ، ففيها من الاقترانات الثلاثية أربعة ، لأن ثنائياتها ستة وضربهَا في ثلث الثالث من الأربعة يخرج منه أربعة ، وهو عدد الثلاثيات التي في الأربعة ، كما ذكرناه . فصار يحصل من عدد التركيبات الثلاثية مع كل حرف من باقي العدة المعطاة أربع صور متماثلة لم تختلف إلا بالترتيب فقط ؛ فوجب أخذ الربع من الخارج . وكذلك يلزم في الخماسية تكرار خمس صور ، لأن فيها من الرباعيات خمساً ، لأن التأليفات تسقط في كل تأليف حرفـــاً ، فتكون عدة التأليفات على عدة حروف الكلمة ، فيلزم من هذا أنه إذا وضع جملة عدد وأردنا عدة التراكيب التي تكون فيها بعدة معطاة ، فإنا نضع أعداد الضرب متفاضلة بالواحد يكون أعظمها عدد تلك الجملة وتكون عدتها كعدة التراكيب ثم نضع أعداداً للقسم عليها ، متفاضلة بالواحد ، يكون أعظمها تلك العدة المعطاة وابتداؤها من الواحد ومن الاثنين ، ثم نزيل الاشتراك بين الأعداد الأولى والأعداد الثانية . ومتى فعلنا ذلك تذهب الأعداد الثانية كلها أبداً ، ثم نضرب

١ – منها : فيها – ت – // ٢ – فتكون : فيكون – ت – // ٥ – جمعتا : جمعا – و – // ٦ – كجمع : جمع – ت – / وكجمع : وجمع – ت – // ٧ – الثلاثيات : الثلاثية – ت – // ٩ – الثنائية : الثنائيات – و – // ١٣ – تختلف : يختلف – و – // ١٥ – حرفا : حرف – ت ، و – // ١٦ – فتكون : فيكون – ت – // ١٧ – وأردنا : واردنا عليه – ت – // ١٨ – التراكيب : التركيب – و – // ١٩ – نضع : تضع – ت ، و – / أعداداً : أعداد – ت – // ٢٠ – نزيل : تزيل – ت ، و – // ٢١ – الثانية : التي فيه – ت – / نضرب : تضرب – ت ، و – //

الباقي من الأعداد الأولى بعضه في بعض ، يكون عدة ما في تلك الجملة من تلك التراكيب .

ويلزم من ذلك أن كل عددين متواليين / يُضرب أحدهما في نصف ٢٠-و الثاني ، فالخارج هو ما في أكبرهما من التركيبات الثنائية ، وهو مثلث أصغرهما ، كما تقدم .

وكل ثلاثة أعداد متوالية يُضرب أحدهما في نصف الثاني ، وما خرج في ثلث الثالث فالخارج هو ما في أكبرها من التركيبات الثلاثية ، وهو ما يجتمع من المثلثات على تواليها إلى مثلث العدد الأصغر ، وهو مثل جمع مربعات الأفراد المتوالية من الواحد إلى الأصغر إن كان فرداً ، أو مثل جمع مربعات الأزواج المتوالية من الاثنين إلى الأصغر إن كان زوجاً ، كما ظهر لك بالاستقراء . ولهذا وجب من العمل في جمع مربعات الأفراد ومربعات الأزواج ما ذكرناه في الكتاب .

ويلزم عن ذلك ما وجد بالاستقراء في جمع المربعات المتوالية التي تقدم ذكرها ، فيكون لأجل ذلك الاستقراء متلازما .

وأما التأليفات التي تحصل في الصورة الواحدة على القلب في عدة معطاة ، فنفرض أعداداً متوالية من اثنين أو من الواحد يكون آخرها مثل تلك العدة المعطاة ، ثم نركبها بالضرب ، تخرج أشخاص التركيبات من تلك العدة الواحدة على القلب ؛ لأن الحرفين فيهما صورتان : صورة وقلبها ؛ فإذا أضيف إليهما حرف ثالث ، كان مع كل واحدة من الصورتين : إما أولاً ، وإما وسطاً ، وإما آخراً ، فتلك ست صور . فإذا أضيف إليها حرف رابع كان مع كل

١ – من الأعداد : من العداد – و – // ٢ – التراكيب : التركيبه – ت – التركيب – و – // ٣ – يضرب : بضرب – ت – // ٤ – التركيبات : التأليفات – ت – // ٧ – أكبرها : أكبرهما – ت ، و – // ٨ – الأفراد : الأزواج – ت –// ١١ – الأزواج : من الأزواج – ت –// ١٣ – التي : الذي – و –// ١٤ – ذكرها : ذكره – و –// ١٥ – تحصل : يحصل – و – / على القلب : ناقصة – ت – // ١٦ – فنفرض : ناقصة – ت – / أعداداً : من اعداد – ت – // ١٧ – نركبها : تركبها – و – // ١٨ – وقلبها : وقبلها – ت – // ١٩ – واحدة : واحد – ت – // ٢٠ – ست : ستة – و – / فإذا : وإذا – و – //

صورة من تلك الست : إما أولاً ، وإما ثانياً ، وإما ثالثاً ، وإما رابعاً . فتلك أربع وعشرون صورة للرباعية الواحدة . فالثنائية اثنان ، والثلاثية من ضرب اثنين في ثلاثة ، والرباعية من ضرب اثنين في ثلاثة في أربعة ، كذلك على القياس فيما بعد ذلك . وظاهر من ذلك أن مسطح كل عددين متواليين هو ما في أكبرهما من الثنائيات وقلبها ؛ وأن مسطح ثلاثة أعداد متوالية هو ما في أكبرها من الثلاثيات وقلبها ؛ وأن مسطح أربعة أعداد متوالية هو ما في أكبرها من الرباعيات وقلبها ؛ وكذلك على هذا ما بعد ذلك .

فإن أردنا عده الحروف المتوالية الجامعة لتلك الصور ، فنكرر حروف صورة منها بقدر عدة حروفها إلا واحداً ، وتزيد أول حرف منها ؛ فتكون تضرب أبداً عدة حروف صورة في مثلها إلا واحداً وتزيد واحداً .

وبهذا تعمل في مسألة من نسي مثلاً أربع صلوات مختلفة ، كلُّ صلاة من يوم ولا يدري أيتها قبل الأخرى ، فإنه يصلي ثلاث عشرة صلاة : يصلي أربعاً يرتبها كيف شاء ، ثم يعيدها بعينها على ترتيبها مرة أخرى ، ثم يعيدها كذلك مرة ثالثة ، ثم يعيد التي ابتدأ بها . ظهر ذلك / من الاستقراء . ٢٠ - ظ

وتركت من هذا الباب أعداد الوفق والأعداد المتحابة ، فإنه لا جدوى لها في العلوم ، مع طولها واختلاف عمالها .

١ – الست : الستة – و – // ٥ – وقلبها : وقبلها – ت – // ٦ – وقلبها : وقبلها – ت – // ٦ – وأن مسطح : ومسطح – ت – // ٧ – وقلبها : وقبلها – ت – // ٨ – الصور : الصورة – ت – / فنكرر : فكرر – و – كرر – ت – // ٩ – صورة : الصورة – ت – / فتكون : فيكون – ت –// ١٠ – مثلها : مثله – ت – / وتزيد واحداً : ناقصة – ت // ١٢ – ثلاث عشرة : ثلاثة عشر – ت ، و – // ١٤ – مرة ثالثة : ثالثة – و – // ١٦ – العلوم : المعلوم – ت – //

بسم الله الرحمن الرحيم

الفصل الرابع

في إيجاد الأعداد المتحابة من أعداد زوج الزوج

إذا أردت ذلك فضع أعداد زوج الزوج ما شئت منها في سطر مبتدأة من الواحد ، وكأنها : واحد واثنان وأربعة وثمانية وستة عشر واثنان وثلاثون ؛ وجمعنا منها ما قبل الثمانية مثلاً ، وحفظناه وذلك سبعة ؛ ثم تزد على هذه السبعة آخر الأعداد التي جمعنا ، يكون المجتمع أحد عشر ؛ وتنقص من السبعة العدد الذي قبل آخر ما جمعنا ، وذلك < اثنان > من سبعة يبقى خمسة ، فهذه الخمسة والأحد عشر كلُّ واحد منها عدد أول ؛ فتضرب أحدها في الآخر يخرج خمسة وخمسون ، تضربه في آخر الأعداد التي جمعنا ، يجتمع من ذلك مائتان وعشرون ، وهو أحد العددين المتحابين ؛ فاحفظه . ثم تأخذ العدد الذي يلي آخر الأعداد التي جمعنا إلى جهة الكثرة ، وذلك ثمانية ؛ وتأخذ الرابع من الثمانية إلى جهة أول المراتب في القلة ، وهو واحد ؛ فتجمعه مع الثمانية وتضرب المجموع في الثمانية يكون الخارج اثنين وسبعين ، فتسقط واحداً منه يبقى أحد وسبعون ، وهو عدد أول ؛ فيصح خروج العدد منه بأن تضربه في آخر الأعداد التي جمعنا أولاً ، وذلك في أربعة ، يكون الخارج مائتين وأربعة وثمانين ، وهو العدد الثاني من العددين المتحابين .

فعددا مائتين وعشرين ومائتين وأربعة وثمانين عددان متحابان . ولا يمكن استخراج عددين متحابين أقل من هذين العددين ، وهما أولاً الأعداد المتحابة ، وأحد هذين العددين زائد والآخر ناقص ، ولا يكونان إلا كذلك : أحدهما زائد وهو العدد الأول والآخر ناقص ؛ ومقدار زيادة الزائد عليه كمقدار نقصان الناقص منه ؛ والزيادة والنقصان كلُّ واحد منهما مساوٍ لفضل مابين العددين ، فيكون لذلك إذا جمعنا أجزاء الزائد كلها اجتمع منها مثل العدد الناقص ؛

١٢ – الأعداد : العداد // ٢٠ – هذين : هاذين // .

٦٩ وإذا / جمعنا أجزاء العدد الناقص كلها اجتمع منها مثل العدد الزائد . فبهذا الاعتبار قيل فيهما متحابان ، والعدد الناقص هو الأكثر أبداً ، والزائد هو الأقل .

اعلم أنه إن لم يكن كلٌ واحدٍ من تلك الأعداد التي هي الخمسة والأحد عشر والواحد والسبعون عدداً أول ، تجاوزنا بالجمع في أعداد زوج الزوج إلى الثمانية ، فيجتمع الثمانية مع السبعة ، وتعمل العمل المذكور ، والذي يجتمع خمسة عشر ، فتزيد عليها آخر الأعداد التي جمعت ، وهـو ثمانية ، يكون المجموع ثلاثة وعشرين ، وهو عدد أول ؛ ثم تنقص من الخمسة عشر العدد الذي قبل آخر ما جمعت وهو أربعة ، يبقى أحد عشر ؛ فالأحد عشر والثلاثة والعشرون كلٌ واحد منها عدد أول ؛ فتضرب أحدهما في الآخر ، يجتمع لك مائتان وثلاثة وخمسون ، فتضربها في ثمانية ــ آخر الأعداد التي جمعت ــ يجتمع من ذلك ألفان وأربعة وعشرون ، وهو أحد العددين المتحابين إن صح الشرط الثالث . ثم تأخذ العدد الذي على آخر الأعداد التي جمعنا إلى جهة الكثرة ، وهو ستة عشر ، وتأخذ الرابع منه إلى جهة أول المراتب وهو اثنان ، فجمعت مع الستة عشر فيكون ذلك ثمانية عشر ، فتضربها في الستة عشر يكون مائتين وثمانية وثمانين ، فتسقط منها واحداً ، يبقى مائتان وسبعة وثمانون ، وهو عدد مركب ليس من الأعداد الأول ، فلا يخرج به العدد الثاني ، فيبطل العدد الأول .

ثم تتجاوز بالجمع إلى الستة عشر ، وتعمل بها ما ذكر حتى تصح لك الشروط الثلاثة . ولو جمعت الستة عشر مع ما قبلها ، وعملت العمل المذكور لخرجت لك الأعداد الثلاثة المشترط فيها البساطة ، كلٌ واحد منها عدد أول . فالأول منها سبعة وأربعون ، والثاني ثلاثة وعشرون ، والثالث ألف ومائة وأحد وخمسون ، وكل واحد منها عدد أول ــ ، ويخرج لنا أحد العددين المتحابين سبعة عشـــر ألفاً ومائتان وستة وتسعون ، والآخر ثمانية عشر ألفاً وأربعمائة وستة عشر ، وهو العدد الناقص . وهذان العددان هما اللذان يليان العددين الأولين على الطبيعة ، وليس بينهما عددان متحابان ؛ فاعلمه .

وإن شئت : في السبعة التي هي مجموع الواحد والاثنين والأربعة ضربتها

٤ – إن : من // ٥ – أول : أولا // ٨ – عشرين: عشرون // ١٢ – الذي : التي //
١٦ – مائتان : مائتين / وثمانون : وثمانين // ٢٤ – وهذان : وهاذان //

في الرابع ، وهو ثمانية ، ونقصت من الخارج أول الأعداد ، وهو واحد ،
وضربت الباقي وهو خمسة وخمسون في الثاني من الرابع قبله ، وهو أربعـــة ،
يخرج لك العدد الزائد . وإن شئت ضربتها في الخامس وهو ستة عشر ونقصت
من الخارج العدد الثاني ، وضربت الباقي وهو مائة وعشرة / في الثالث من الرابع ٧٠
قبله ، وذلك في اثنين ، يخرج لك العدد الزائد . وإن شئت ضربتها في السادس ،
وذلك في اثنين وثلاثين ، ونقصت من الخارج الثالث من الأعداد وهو الرابع
من العدد المضروب فيه إلى جهة القلة ، وضربت الباقي ، وهو مائتان وعشرون ،
في العدد الرابع من الرابع قبله وذلك في واحد ، يخرج المطلوب ، وهذه وجوه
كلها تخرجك إلى العدد الزائد من المتحابين .

وأما العدد الناقص منها فتجمع واحداً أبداً إلى الرابع يجتمع لك تسعة ، فهذه التسعة أصل لإخراج العدد الناقص كمـــا كانت السبعة الباقية من الثمانية بعد إسقاط واحدٍ منها أصلاً لإخراج العدد الزائد . وإن شئت في هذه التسعة ضربتها في الرابع نفسه ونقصت من الخارج أول الأعداد ، وضربت الباقي ، وهو واحد وسبعون ، في الثاني من الرابع قبله ، وذلك في أربعة ، يخرج لك العدد الناقص ، وذلك مائتان وأربعة وثمانون . وإن شئت ضربتها في الخامس ، وذلك ستة عشر ، ونقصت من الخارج ثاني الأعداد ، وضربت الباقي ، وهو مائة واثنان وأربعون ، في الثالث من الرابع قبله وذلك في اثنين ، يخرج المطلوب وإن شئت ضربتها في السادس وهو اثنان وثلاثون ، ونقصت من الخارج ثالث الأعداد ، وضربت الباقي في الرابع من الرابع قبله ، يخرج لك المطلوب . فهذه وجوه كلها تخرجك إلى العدد الناقص من العددين المختلفين .

وإن شئت في استخراج العدد الناقص أيضاً ، فاضرب السبعة التي كانت باقية من العدد الرابع أولاً في مجموع الثاني والرابع ، وذلك في عشرة ، وتزيد على الخارج أول الأعداد ، وهو واحـــد ، وتضرب المجموع ، وهو واحد وسبعون ، في الثاني من الرابع قبله ، وذلك في أربعة ، يخرج لك المطلوب . وإن شئت فاضربها في مجموع الثالث والخامس ، وذلك في عشرين ، وتزيد الثاني من الأول على الخارج ، وتضرب المجموع في الثالث من الرابع قبله ، وذلك في

٣ – ضربتها : الضمير يعود على السبعة //

اثنين ، يخرج المطلوب . وإن شئت فاضربها في مجموع الرابع والسادس ، وتزيد على الخارج الثالث من الأعداد ، وتضرب المجموع في الرابع من الرابع قبله ، وذلك في واحد ، يخرج المطلوب . فهذه أيضاً وجوه كلها تخرجك إلى العدد الناقص من العددين المتحابين .

وأما ما يخرجك إلى الزائد بهذا العمل ، فإنك تضرب التسعة ، التي كانت أصلاً لاستخراج العدد الناقص في العمل الأول ، في الفضل بين الثاني والرابع ، وذلك في ستة ، وتزيد على الخارج أول الأعـداد ، وتضرب المجموع ، وهو خمسة وخمسون . في الثاني من الرابع قبله ، وذلك في أربعة ، يخرج لك المطلوب . وإن شئت فاضربها في الفضل بين الثالث والخامس ، وذلك في اثني عشـر ، وتزيد الثاني من الأول على الخارج وتضرب المجموع في الثالث / من الرابع ، ٧١ وذلك في اثنين ، يخرج المطلوب .

وإن شئت فاضربها في الفضل بين الرابع والسادس ، وذلك في أربعـة وعشرين ، وتزيد على الخارج الثالث من الأعداد ، وتضرب المجموع في الرابع من الرابع قبله ، وذلك في واحد ، يخرج المطلوب . في هذه أيضاً وجوه كلها تخرجك إلى العدد الزائد من العددين المتحابين .

وإن شئت استخراجهما معاً ، فخذ العدد الرابع وزد عليه واحداً ، يكن تسعة ، وانقص منه واحداً ، يكن سبعة ، ثم اضرب كل واحد من السبعة والتسعة في الثمانية ، وانقص من كل واحـد من الخارجين واحداً ، يبقى للتسعة أحد وسبعون وللسبعة خمسة وخمسون . فاضرب كل واحد منهما في العدد الثاني من الرابع قبله إلى جهة القلة ، يخرج لك العددان المطلوبان . أو تضرب كل واحد من السبعة والتسعة في الخامس ، وتنقص من كل واحد من الخارجين اثنين ، وتضرب باقي كل واحد في اثنين ، وهو العدد الثالث من الرابع قبله ، يخرج المطلوب . أو تضرب كل واحد من السبعة والتسعة في السادس ، وتنقص من كل واحد من الخارجين العدد الثالث ، وتضرب باقي كل واحد في العدد الرابع من الرابع ، وهو الأول ؛ فاعلم ذلك . وإن شئت أيضاً في إيجاد هذين العددين ،

٣ – يخرج : تخرج // ٦ – المجموع : بالمجموع // ١٧ – اضرب : اتضرب //
٢٠ – المطلوبان : المطلبان // ٢٥ – هذين : هاذين //

فرضت عددين متواليين من أعداد زوج الزوج ، وكأنها أربعة وثمانية ، فتجمعها يكون اثني عشر ، فتأخذ نصفه : ستة ، فتضربها في المجموع ، يكون اثنين وسبعين . فتحصل لك بهذا العمل ثلاثة أعداد : الستة والاثنا عشر والاثنان والسبعون . فتسقط من كل واحد منها واحداً ، فإن بقي كلُّ واحد منها عدداً أول ، فقد تم ما أردنا ، وذلك خمسة وأحد عشر وأحد وسبعون ، كل واحد منها عدد أول . ولولم يخرج كل واحد منها عدداً أول ، لتخطينا العددين المفروضين إلى ما يليهما بعدهما ، ثم تضرب أول الأعداد الثلاثة في ثانيها ، يكون الخارج خمسة وخمسين ، فهذا أصل العدد الزائد ؛ والمحفوظ الثالث ، وهو الواحد والسبعون ، هو أصل العدد الناقص . ثم تضرب كل واحد من الأصلين في أصغر العددين المفروضين ، وذلك في أربعة ، فيكون العدد الزائد مائتين وعشرين والناقص مائتين وأربعة وثمانين ؛ وذلك ما أردنا .

ولو أخذنا الثمانية والستة عشر لما صح بهما العمل .

ولو أخذنا الستة عشر والاثنين والثلاثين ، لصح بهما العمل ، وكان العدد الزائد والناقص على ما ذكرنا فيما تقدم ؛ فاعلم ذلك ، وانه الموفق .

وأما البرهان على جميع هذه المسائل فلست أذكره في هذا الموضع لطوله وتشعبه ولكونه برهاناً على ما هو خارج الكتاب الذي تهدّينا لشرحه ، ومع أنني أذكره إن شاء الله في مقالة منفردة بهذا العمل ، وألخص فيها جميع ما ذكره المؤتمن / وذلك في الفصل الرابع من الجنس الخامس من كتابه ، وأذكر فيها ٧٢
جميع خواص هذه الأعداد ، وما ذكر أهل العلم فيها من الأسرار الروحانية والتناسبات العددية .

٢ – اثني عشر : اثنا عشر ، وهو جائز ، ولكنه يأخذ عادة بالنصب // ٣ – والاثنا عشر : والاثني عشر // ٤ – والسبعون : والسبعين / منها : منهما // ٥ – أول : أولا // ٦ – منها : منهما / منها : منهما / عدداً : عدد / أول : أولاً // ١٨ – المؤتمن : المؤتمن ، والمقصود هنا : ابن البناء المراكشي في كتابه « تلخيص أعمال الحساب » //

Matériaux Pour

L'Histoire des Nombres Amiables

et de L'Analyse Combinatoire.

nous en avons joint deux autres. Dans le premier, d'al-Tanūkhī (1307), on rencontre un calcul du couple de Fermat; mais comme l'auteur y reprend des résultats connus, pour composer un traité manifestement destiné à l'enseignement, et non à l'exposé de découvertes, tout ceci laisse penser que le couple de Fermat était très vraisemblablement connu avant la fin du XIIIème siècle.

Viennent ensuite deux courts chapitres du traité d'al-Yazadī, "Les sources de l'arithmétique", on y trouve, avant Descartes, (de peu, il est vrai), le calcul du couple de nombres amiables qui porte le nom de ce dernier.

Quant au dernier texte, un chapitre du *Commentaire* d'Ibn Haydūr (mort en 1413) de *Talkhīṣ aᶜmāl al-Ḥisāb* d'Ibn al-Banā', son principal intérêt est de montrer que le couple de Fermat n'a pas cessé d'être transmis, pour devenir l'héritage commun des mathématiciens tardifs.

Nous établissons donc, dans l'ordre:

1- Kamāl al-Dīn al-Fārisī : "*Mémoire aux amis pour démontrer l'amiabilité*".

2- Al-Tanūkhī : un paragraphe de son "*Traité en arithmétique*".

3- Al-Yazadī : deux chapitres de son "*Sources de l'arithmétique*".

4- Ibn al-Banā' : un chapitre de son commentaire de sa propre arithmétique, "*Les dévoilement de* "*Talkhīṣ aᶜmāl al-Ḥisāb*" ". Sur l'établissement de ces textes, nous nous sommes expliqués dans l'Introduction arabe.

5- Ibn Haydūr : un chapitre de son Commentaire de *Talkhīṣ aᶜmāl al-Ḥiāsb* d'Ibn al-Banā'.

la théorie des nombres. Sans être encore purement arithmétique, il n'est plus cependant géométrique, et adopte de plus en plus d'aspects conbinatoires et algébriques. Il ne faut pas oublier en effet qu'al-Fārisī, parfaitement informé de l'algèbre arithmétique selon la tradition d'al-Karajī et de son école, comme le laisse voir son grand commentaire du traité d'Ibn al-Khawām al-Baghdādī, procède en théorie des nombres au moyen de cette algèbre. Or c'est précisément ce style qui caractérisera la théorie des nombres jusqu'en 1640 au moins, même s'il demeure quelques survivances d'une terminologie et d'une représentation des nombres encore liées à la conception euclidienne.

Par ailleurs, plus encore que par les règles combinatoires qu'il comprend, le mémoire d'al-Fārisī s'impose en ce domaine par l'interprétation délibérément combinatoire des éléments du triangle arithmétique, et par l'usage qui est fait de ce dernier pour le calcul des ordres numériques. Afin d'évaluer, dans l'état actuel de notre connaissance, la distance parcourue, nous confrontons le mémoire d'al-Fārisī au texte, établi ici, de l'un de ses contemporains : Ibn al-Banā' (mort en 1321). Si cette étude n'atteint pas, de toute évidence, la généralité de celle d'al-Fārisī, elle laisse cependant penser qu'elles ont pu, l'une comme l'autre, profiter d'une longue tradition de travaux combinatoires. La connaissance que nous avons de cette tradition ne s'appuie encore que sur des témoignages tardifs, que nous reprendrons dans un prochain article. Nous nous contenterons, pour l'heure, d'en rappeler un, déjà évoqué ici, celui d'al-Yazadī[1]. On ne manquera pas alors de constater que l'analyse combinatoire s'est déjà constituée en un chapitre dont le souci de précision terminologique exprime la volonté d'autonomie.

Parmi les principaux résultats, on trouve:

$$(n)_r = n(n-1) \dots (n-r+1),$$

$$(n)_n = n! \quad ,$$

$$A_n^r = n^r \quad ,$$

$$\binom{n}{r} = \frac{(n)r}{r!} \quad ,$$

$$\binom{n}{r} = \binom{n}{n-r} .$$

A ces deux textes, le mémoire d'al-Fārisī et le chapitre d'Ibn al-Banā'.

1. Voir al-Yazadī : *Sources de l'arithmétique*; mss no 1993, E. Hazinesi, Suleymania, Istanbul,, ff. 97v - 99r.

Matériaux Pour L'Histoire des Nombres Amiables et de L'Analyse Combinatoire.

Roshdi Rashed

Les cinq textes que nous établissons ici, et qui tous étaient jusqu'à présent inédits, modifieront sans aucun doute notre connaissance de l'histoire de la théorie élémentaire des nombres, et de l'analyse combinatoire. Il apparaît en effet à leur lecture que de nombreuses découvertes, jusqu'ici attribuées à des mathématiciens du XVIIème siècle, si ce n'est plus tardifs encore, sont le fait de leurs prédécesseurs du XIIIème siècle. Ainsi plusieurs propositions, que l'histoire a baptisées des noms de Descartes, Montmort, l'abbé Deidier, entre autres, et qui se rapportent aux fonctions arithmétiques élémentaires, avaient déjà été énoncées et démontrées par Kamāl al-Dīn al-Fārisī, (mort en 1320 environ). D'autres, essentielles, sur l'analyse combinatoire, "l'usage du triangle arithmétique pour les ordres numériques", selon la fameuse expression de Pascal, apparaissent déjà elles aussi dans le mémoire du mathématicien du XIIIème siècle. C'est afin d'établir ces propositions qu'al-Fārisī dut s'assurer que tout nombre se décompose, et d'une manière unique, en un nombre fini de facteurs, énonçant ainsi le théorème fondamental de l'arithmétique, dont il tentait la démonstration. Encore faut-il ajouter à cela le calcul du couple de nombres amiables communément attribué à Fermat.

A peine évoqués, ces résultats suffisent à manifester l'importance de la contribution d'al-Fārisī à la théorie des nombres, c'est-à-dire à l'étude des parties aliquotes, des diviseurs, des nombres figurés et des fonctions arithmétiques élémentaires; aussi bien qu'à l'analyse combinatoire, dont l'intervention s'est alors imposée.

Nous n'entendons pas résumer ici ce que nous avons décrit ailleurs[1] en détail; il nous faut simplement rappeler que cette recherche fut suscitée par une autre, de portée plus restreinte certes: la re-démonstration, selon d'autres voies, d'un théorème de Thābit b. Qurra sur les nombres amiables, déjà prouvé par son auteur dans le meilleur style euclidien.

Non moins important que ces découvertes est le nouveau style que revêt

1. Voir R. Rashed: "Nombres amiables, parties aliquotes et nombres figurés aux XIIIème et XIV ème siècles", *Archive for History of Exact Sciences*", vol. 28, n°2, pp. 107-174, 1983;
et "Remarques sur l'histoire de la théorie des nombres dans les mathématiques arabes", *Proceedings of the 16th international Congress of the history of Science* (1981), Meetings on specialized topics, pp. 255-261.

القبيصي

صاحب الرسالة في جمع أنواع من الاعداد
(آيا صوفيا ٤٨٣٢ ، ص ٨٥ب – ٨٨أ)

عادل أنبوبا

قد يكون من المفيد أن نجمع هنا بعض المعلومات عن **القبيصي** ، صاحب الرسالة التي ننشرها « **في جمع انواع من الأعداد** » ، وهي معلومات متناثرة في مراجع شتى .

ترجمة القبيصي

اسمه : ابو صقر عبد العزيز (او عبد الرحمن) بن عثمان بن علي القبيصي الهاشمي . والقبيصي نسبة إلى قرية القبيصة ، يقول ياقوت الحموي في معجم البلدان[1] : « القبيصة قرية من اعمال شرقي مدينة الموصل بينهما مقدار فرسخين ، والقبيصة ايضاً قرية اخرى قرب سامرا . وإلى واحدة منهما ينسب أبو صقر القبيصي المنجم ».

حياته : جل ما نعرفه عن حياته ما جاء في الفهرست لابن النديم . قال ابن النديم في معرض كلامه عن خزانة كتب علي بن احمد العمراني الرياضي الموصلي المتوفى سنة ٣٤٤ هـ : « واحد غلمانه ابو صقر القبيصي ويقرأ عليه المجسطي في زماننا »[٢] . فيكون حسب تحصيلنا ان مولد القبيصي لا يتأخر عن نحو سنة ٣٢٥ هـ . وكان ابو صقر لا يزال يدرس المجسطي في زمن تحرير الفهرست وهو سنة ٣٧٧ هـ .[٢] وقد عيّن الزركلي سنة وفاته نحو ٣٨٠ هـ وهو أمر جائز ونظنه تقديرا منه اذ ان المراجع المعروفة لا تذكر سنة لوفاته ولميلاده . وتبع قول الزركلي عمر كحالة وابراهيم خوري[٣] . ويستفاد من مقدمات بعض مؤلفات القبيصي انه عاش في كنف سيف الدولة – امير حلب من سنة ٣٣٣ إلى ٣٥٦ هـ –[٤] واليه اهدى

١ – ياقوت الحموي ، معجم البلدان ، ج ٤ ، بيروت ١٩٥٧ ، ص ٣٠٨ .

٢ – ابن النديم ، الفهرست ، القاهرة دون تاريخ ، ص ٣٨٥ . ينقل ابن القفطي عن ابن النديم قوله ويعين زمن الفهرست بسنة ٣٧٠ هـ وهو خطأ قد يكون من ناسخ اهمل لفظة سبع . (ابن القفطي – أخبار الحكماء ، القاهرة ١٣٢٦ هـ ، ص ٤٧) .

٣ – الزركلي ، الاعلام ، طبعة ثانية ، ج ٤ ، ص ١٤٦ . وعمر كحالة ، معجم المؤلفين ، دمشق ١٣٧٧ / ١٩٥٨ ، ج ٥ ، ص ٢٥٢ . وابراهيم خوري ، فهرس مخطوطات دار الكتب الظاهرية ، علم الهيئة وملحقاته ، دمشق ١٣٨٩ / ١٩٦٩ ، ص ٢٢ .

٤ – يأتي في سياق المقال .

ابو صقر بعض كتبه ، ووجود القبيصي في بلاط سيف الدولة قد يخلص ايضاً من ترجمة سيف الدولة في وفيات الاعيان لابن خلكان[٥] . وشوهد القبيصي في حلب يوما امام القنطرة التي على باب انطاكية ، ومعه رجل ينقل له كتابة باليونانية كانت في القنطرة ، وكان فيها طالع المدينة .[٦] ولا شك انه انتقل بعد وفاة سيف الدولة أو قبلها إلى عاصمة من العواصم كبغداد ، وهو الارجح ، أو إلى الموصل وتابع التدريس ، كما قال ابن النديم ، والنجامة .

مؤلفــاته*

١ **المدخل إلى صناعة احكام النجوم**[٧] ، وهو مهدى إلى الامير سيف الدولة ، منه مخطوط في القاهرة . نأخذ عن فهرست الكتبخانة الخديوية ج ٥ ، القاهرة ١٣٠٧ —

* : جمعنا في آخر الترجمة المصادر الغربية مع الاختصارات الدالة عليها

٥ — ابن خلكان ، وفيات الاعيان ، تحقيق محمد عبد الحميد ، القاهرة ١٩٤٨ ، ج ٣ ، ص ٧٩ ، عدد ٤٥٤ .

٦ — ابن شداد ، الاعلاق الخطيرة ، جزء اول قسم اول ، دمشق ١٩٥٣ ، ص ١٢ .

٧ — [Brockelmann] ، كرلو نلّينو ، علم الفلك عند العرب ، روما ١٩١١ ، ص ٢١١ .

لا نعلم على وجه الضبط سنة تأليف " المدخل الى صناعة احكام النجوم " وغيره من المؤلفات الموضوعة برسم سيف الدولة ، وليس في ضبط تاريخها كبير حاجة بعد ان حصرناها في حقبة ٣٣٣ — ٣٥٦ ﻫ . إلا ان الامعان في وقائع امارة سيف الدولة على ما له من الفائدة التاريخية قد يساعد على تضييق الحقبة المذكورة . فنقول : لما دخل سيف الدولة حلب سنة ٣٣٣ اندلعت الحرب بينه وبين اخشيد مصر وكانت سوريا تابعة له فغلب سيف الدولة على حلب مرتين ثم حل الصلح واستقر له الحكم فيها في ربيع ٣٣٦ واخذ يبني لنفسه خارج المدينة قصرا فخما يطاول به قصر معز الدولة البويهي ببغداد ، وكان لقصر سيف الدولة سور يدور عليه من ستة الاف ذراع او سبعة ، ويدخله من احد ابوابه المشبك بالحديد نهر شق من قويق كان لا يزال إلى سنة ١٩٤٠ م ، يسقي البساتين . (Sauvaget, p. 101) . وكان القصر يتسع لسيف الدولة وحاشيته وللمئات من الغلمان ولألفي بعير والف واربعمائة بغل ما عدا الخيل والآلات الكثيرة والسلاح والمتاع والاموال (Canard ff. 654-656) . والتف حول سيف الدولة الكثير من الوجهاء والقضاة والعلماء والشعراء واللغويين والاطباء والمنجمين واقبل الدهر عليه سنوات . ثم عاد فادبر حول ٣٥٠ ﻫ اذ قويت شوكة البيزنطيين ودبت عقارب الفتن والمؤامرات في الداخل واصيب سيف الدولة بفالج نصفي .(Canard, pp. 648-649) . وفي شتاء ٣٥١ ﻫ هاجم نقفور فوقاس مدينة حلب على حين غفلة فدخلها غرة وكسر سيف الدولة شر كسرة ونهب قصره واحرقه ، ولم يعد بناء القصر وقل حضور سيف الدولة الى حلب (انظر ابن الجوزي المنتظم ، ج ٢٧ حيدر آباد ١٣٥٨ ﻫ ، ص ٨ . ابن العديم ، تاريخ حلب ، تحقيق سامي الدهان ، ج ١ / دمشق ١٣٧٠ / ١٩٥١ ، ص ١٢٧ و١٣٨ — ١٣٩ . ابن شداد ، الاعلاق الخطيرة ، ص ١٦ ، ٢٩ . (Carnard pp. 809-819, 658. Sauvaget p. 101) . ثم توالت على سيف الدولة الاسقام والاحزان والمصائب وتضعضعت احواله وقلت امواله وتوفي في صفر ٣٥٦ (Canard pp. 659-669) ويتضح مما سبق ان الاحتمال اقوى ان يكون القبيصي قد وضع مؤلفاته بين ٣٣٧ و ٣٥٠ ﻫ اي في سني الاقبال .

١٣٠٨ هـ ، ص ٣١٦ ، ما يلي : « رتبة على خمسة فصول . الأول : في أحوال فلك البروج . الثاني : في طبائع الكواكب السبعة . الثالث : فيما يعرض لها . الرابع : في تفسير مسميات * المنجمين . الخامس : في جمل السهام .

يحفظ من الكتاب عدة مخطوطات منها في استنبول ، فاتح ٣٤٣٩ ، ٢٠´ ، ص ١٥٠أ – ١٦٢أ ، سنة النسخ ٥٨٧ هـ .

ويقول حاجي خليفة في كشف الظنون في باب مدخل : ١" المدخل إلى علم النجوم بعض الافاضل . اوله : الحمد لله الملك الحق المبين * الخ ، ألفه لسيف الدولة ، وجمع فيه من اقاويل المتقدمين كلما يحتاج اليه في الصناعة وجعله على خمسة فصول . الاول في احوال الفلك والبروج * . الثاني في طبائع الكواكب السيارة . الثالث فيما يعرض لها . الرابع في تفسير سمات المنجمين . الخامس في السهام .[٨]

المدخل إلى علم النجوم لعبد العزيز بن عثمان القبيصي . اوله : الحمد لله الملك المبين الخ . جعله على خمسة فصول .[٩]

* : كذا في الاصل .

٨ – [Krause] ثم إنا نشير الى مخطوط آخر لمدخل القبيصي لم يذكره بروكلمان وقد ذكره زكريا يوسف، مؤلفات الكندي الموسيقية ، بغداد ، ١٩٦٢ ، ص ١٧ : .Bodleian Oxford March 663, 1°, pp. 2-47 .

٩ – حاجي خليفة ، كشف الظنون ، طبعة استنبول ، ج ٢ ، ١٩٤٣ ، عمود ١٦٤٢ . وتبع حاجي خليفة في دعواه ، الغزاوي في تاريخ علم الفلك في العراق ، بغداد ١٩٥٨ ، ص ١٢٥ ونذكر مقدمة المدخل كما وردت في مخطوط اكسفورد ، مع شكرنا لادارة المكتبة .

بسم الله الرحمن الرحيم رب اعن برحمتك

الحمد لله رب العالمين الملك الحق المبين . اما بعد مسئلة لله عز وجل اطالة بقاء مولانا الامير سيف الدولة ودوام عزه وحراسة نعمه وامتداد دولته ، واني لما رأيت جماعة من المتقدمين في صناعة احكام النجوم قد عملوا كتباً سموها مدخلا[١] الى هذه الصناعة ، فبعض لم يستقص على جميع ما يحتاج اليه فيها مما يصلح ان يكون مدخلا ، وبعض طول فيما اتى به فيما لا يحتاج اليه فضاع فيه ما يحتاج اليه ، وبعض لم يسلك في ترتيبه طريق التعليم ؛ ألفت هذا الكتاب وجعلته مدخلا وجمعت فيه من اقوال المتقدمين كل ما يحتاج اليه في الصناعة على سبيل المدخل ، ولم احضر الاجماع على ما جئت به ، اذ كان ذلك في كتاب بطلميوس المعروف بالاربعة . وفي كتاب اثبات صناعة الاحكام النجومية ونقض رسالة علي بن عيسى في ابطالها ، من الاحتجاج ، ما فيه غنى[٢] عن ذلك . وجعلته خمسة فصول . الفصل الاول**: في احوال فلك البروج الذاتية والعرضية . الفصل الثاني : في طبايع الكواكب السبعة وما يختص به [كل واحد منها] وما يدل عليه [من الاحوال] . الفصل الثالث : فيما يعرض للكواكب
←

١ – مداخلا ٢ – غنا ** الفصل الاول في نطاق فلك البروج الذاتية والعرضية الخ . (في المخطوط)

وبين ان حاجي خليفة قد وهَم وان المؤلفَين كتاب واحد لمنجم واحد .[10] وممن ذكر كتاب المدخل هذا البيهقي والاكفاني والقلقشندي .[11]

نقل الكتاب الى اللاتينية يوحنا الاشبيلي[12] الذي ازدهر في طليطلة في نحو ١١٣٥ إلى ١١٥٣ م . ثم وضع له شرحا يوحنا السكسوني سنة ١٣٣١ م بباريس وكان للشرح شأنه .[13] وبعد ظهور الطباعة طُبعت الترجمة اللاتينية مرارا في البندقية سنة ١٤٨١ ، ١٤٨٥ ، ١٤٩١ ، ١٥٢١ . وطبع الشرح في بولونيا بإيطاليا سنة ١٤٧٣ ، ثم في البندقية سنة ١٤٨٥ ، ١٥٢١ ، ذيلا على الترجمة اللاتينية .[14] وفي البندقية ايضاً سنة ١٤٩١ ، ١٥٠٢ ، ١٥٠٣ ، ١٥١٣ ، وبباريس سنة ١٥٢٠ .[15] وكان پلران ده پوس Pélerin de Pousse قد نقل الى الفرنسية نص المدخل اللاتيني وذلك سنة ١٣٦٢ م .[16] وتحتفظ مكتبة شارتر بفرنسا بمخطوط من القرن الميلادي ١٢ فيه ترجمة يوحنا الاشبيلي . وفي نفس القرن استعان بكتاب القبيصي عالم من مرسيليا في فرنسا .[17]

ونقل كتاب المدخل في الأجيال الوسطى إلى العبرية ايضاً ، ولا تزال الترجمة محفوظة[18] كل هذا يدل على مدى شهرة القبيصي آنذاك وانتشار مؤلفه . وسمي القبيصي باللاتينية Alchabitius, Alcabitius[19] . ويرجح نلّينو ان القبيصي قد تأثر بمنجم

السبعة في انفسها وما يعرض لبعضها عند بعض . الفصل الرابع : في تفسير سمات المنجمين . الفصل الخامس : في جمل السهام .

١٠ – وقد نبه نلّينو ايضا الى وهم حاجي خليفة (نلّينو ، المصدر المذكور ، ص ٧٨) .

١١ – البيهقي : تاريخ حكماء الاسلام ، دمشق ١٩٤٦ ، ص ٩٢ . الاكفاني : ارشاد القاصد ، بيروت ١٣٢٢ هـ ، ص ٩٤ . القلقشندي : صبح الاعشى ، ج ١ ، مصر ١٩١٣ ، ص ٤٧٥ .

١٢ – الرجل متعدد الاسماء وثمة شك في هويته انظر Duhem b, Sarton I

١٣ – انظر Duhem c, Suter III

١٤ – Suter III

١٥ – Duhem c

١٦ – Sarton I

١٧ – Duhem b

١٨ – Suter II

١٩ – Suter III

فارسي عاش في آخر دولة بني ساسان أو في القرن الاول الهجري وهو الأَنْدَرْزَغَر بن زاذا نْفَرّوخ ، ويجد في ذلك دليلا يضاف إلى أدلة اخرى عن انتشار العلوم المبكر عند العرب[٢٠] .

٢ً **كتاب في قرانات الكواكب السيارة** لا يعرف إلا من ترجمته إلى اللاتينية ، قام بها يوحنا الاشبيلي وطبعت في البندقية ١٤٨٥ ، ١٥١١ ، ١٥٢١ ، في ذيل **كتاب المدخل** . ثم نشر اورونس فينه Oronce Finé ترجمة فرنسية للكتاب في باريس ١٥٥٦ او ١٥٥٧[٢١] ويرى شتَينشنَيْدر Steinschneider ان هــذا الكتاب مستخرج من الفصلين ٤ً و ٥ً من كتاب المدخل وليس كتابا مستقلا[٢٢] . ولم يثبت احــد في دعوى شتَينشنَيدر وليس في عنوان الفصلين شيء ظاهر يدعم هذه الدعوى كما انه يصعب في هذه الحال ان تتوالى طبعاته في ذيل الكتاب الاول .

٣ً **رسالة في جمع انواع من العدد** آيا صوفيا ٤٨٣٢ ، ١٧ً ، ٨٥ب ــ ٨٨ا . النسخة من القرن ٥ً هـ . وضعها القبيصي خدمة لسيف الدولة . وهي الرسالة التي ننشرها اليوم .

٤ً **رسالة في الأبعاد والاجرام** ، آيا صوفيا ٤٨٣٢ ، ١٨ً ، ٨٨ب ــ ٩٤ا ، مخطوط من القرن ٥ً هـ . اولها : رأيت اطال الله بقاء الامير سيف الدولة أكثر اهل العلم ... ذكر هذه الرسالة موسى بن ميمون العالم الاسرائيلي المشهور (ت نحو ٦٥٠ هـ) في كتابه دلالة الحائرين[٢٣] .

٥ً **ما شرحه من كتاب الفصول للفرغاني** آيا صو فيا ٤٨٣٢ ، ١٩ً ، ٩٤ب ــ ١١٤ب ، النسخة من القرن ٥ هـ .

وقد أشار المستشرق Max Krause إلى الرسائل ٣ً ، ٤ً ، ٥ً وعنه نقلنا المعلومات المتعلقة بمخطوطاتها .[٢٤]

٢٠ ــ علم الفلك عند العرب ص ٢١١

٢١ ــ Suter I, II ; Sarton I

٢٢ ــ Suter I

٢٣ ــ Duhem a . انظر أيضاً : " دلالة الحائرين " :
S. Murk, Le guide des égarés ... par Moise b. Maimoun (texte arabe et trad, franc,) 3 vosl., Paris (1856-1866) 2e partie, ch XXIV, tome 2, p. 191

٢٤ ــ Krause

٦ً رسالة في امتحان المنجمين تحوي ثلاثين مسألة واجوبتها . اولها : رسالة عبد العزيز ابن عثمان القبيصي المنجم إلى الامير سيف الدولة . آخرها : فهذا ما امكن في هذا الوقت ان اجمعه من حفظي على حسب الحال . وهي مخطوط في الظاهرية بدمشق ، ٦ ورقات والصفحة ٣٥ سطرا .[٢٥]

٧ً رسالة في الهيئة ، نحو تسع ورقات ، The Chester Beatty Library, A Handlist, of the Arabic Manuscripts, Tome Vll, by A. J. Arberry, Dublin 1964 N° 5254, 6° fol. 244-52

النسخة تقديرا من القرن ١٠ هـ [٢٦]

٨ً نقض رسالة عيسى بن علي في ابطال احكام النجوم ، (ولعله عيسى بن علي بن عيسى ابو القاسم ابن الوزير ، وهو محدث معروف كان مطلعا على علوم الأوائل وقرأ المنطق على يحيى بن عدي ، ذكره ابن القفطي في كتابه[٢٧]) . ذكر هذا الكتاب ٨ً في صدر المدخل إلى صناعة النجوم انظر الحاشية ٩ .[٢٨]

٩ً رسالة في مساحة الارض ، ذكرها في رسالة جمع انواع من الأعداد ٣ً (وجاء في المخطوط مسافة الارض) .

١٠ً كتاب النمودارات (في قراءة الطوالع) : ذكره في المدخل ١ً في بدء الفصل الرابع (مخطوط المكتبة البدلية اكسفرد مارش ٦٦٣ ص ٣٢) . وانظر الحاشية [٢٩]

١١ً المسائل والاختيارات فيها ٢٢ مسئلة يمتحن بها المنجمين كانت في مكتبة عباس العزاوي[٣٠] ولا شك ان للقبيصي مؤلفات كثيرة غير هـذه ، فضرورات التعليم واحكام الزمان كانت تقضي على العلماء بالتأليف في شتى ابواب معارفهم تلبية

٢٥ — ابراهيم خوري (انظر الحاشية ٣) ص ٦ .

٢٦ — تاريخ وفاة القبيصي في الفهرست المذكور خاطىء .

٢٧ — اخبار الحكماء ص ١٦٣ .

٢٨ — وكان قد ذكره زوتر Suter II

٢٩ — Suter II . ويوجد في الاسكوريال بمدريد مخطوط : كلام في النيمودار لتصحيح طوالع المواليد مستخرج من كتاب مفتاح الاسرار لابن الكماد H. Derenbourg et H. - P. - J. Renaud, Les Manuscrits Arabes de l'Escurial, T.2, fasc. 3, Paris 1941, n° 939, p. 54.

٣٠ — عباس العزاوي ، علماء الرياضيات والفلك في العراق في عهد آل بويه ، مجلة سومر بغداد ، مجلد ٢٤ ص ١٣٩ — ١٦٩ . انظر ص . ١٤٧ . يظهر وكأن جملة دخيلة قد اضيفت الى عنوان الكتاب .

لطلبات المتعلمين ، هذا بالاضافة إلى تآليفهم العلمية الصرفة . وكان القبيصي يقول الشعر ، ويذكر له ياقوت الحموي ابياتاً ثلاثة قالها في صديق وعَده وأخلّ بوعده[٣١]. ويورد ابن خلكان في ترجمة سيف الدولة بعض ابيات نسبها بعضهم الى سيف الدولة، ونسبها آخرون إلى القبيصي[٣٢] ، وهي من اشعار مجالس الطرب ؛ في بيت منها تشبيه بقوس قزح :

يُطرّزها قوس السحاب بأصفرٍ   على احمرٍ في اخضرٍ تحت مُبيَضِ

وظن المؤرخ الفاضل جورج سارتون انها قصيدة في قوس قزح[٣٣] ، وليس الامر كذلك ، وليست هي من نوع المنظومات التي وضعت في علم الهيئة او الحساب او غيره ، كقصيدة الفزاري والصوفي ونصير الدين الطوسي وغيرهم[٣٤] .

٣١ – ياقوت معجم البلدان ج ٤ بيروت ١٩٥٧ ، ص ٣٠٩ .

٣٢ – انظر الحاشية ٥ . وذكر ابو القاسم الحسين بن علي المغربي كاتب سيف الدولة انه ينسب الى سيف الدولة اشعار كثيرة لا يصح منها له غير اثنين (ابن العديم ، تاريخ حلب ، تحقيق سامي الدهان ، ج ١ ، دمشق ١٩٥١ ، ص ١٥٢) .

٣٣ – Sarton II

٣٤ – قصيدة محمد بن ابراهيم الفزاري معروفة وكذلك ارجوزة عبد الرحمن الصوفي . اما نصير الدين الطوسي فله قصيدة في اختيارات البروج الاثني عشر ، ذكرها آقا بزرك في الذريعة ج ١٧ ، تهران ١٩٦٧ ، ص ١٢٤ ، عدد ٦٥٠ . وله المدخل في علم النجوم منظوم ذكره حاجي خليفة ، كشف الظنون ، استنبول ١٩٤٣ ، ج ٢ عمود ١٦٤٤ .

رسالة القبيصي في جمع انواع من الاعداد

لقد جمع ابو صقر القبيصي المنجم ، في هذه الرسالة ، طرائف قديمة من الحساب زاد عليها من ابتكاراته ، ولعله اضاف من عنده جمع مربعات الأعداد الصحيحة وجمع تضاعيف بيوت الشطرنج اذا وُضع في كل بيت ضعف ما في البيوت السابقة جميعا . ورسالته اقدم مؤلَّف وردت فيه هاتان القضيتان . وختم الرسالة بمعرفة ارتفاع مكانه عال بعمل بناه على المثلثات والجيوب . والرسالة مهداة إلى سيف الدولة الحمداني امير حلب (٣٣٣ – ٣٥٦ هـ) . ويحُفظ من هذه المقالة مخطوط فريد هو آيا صوفيا ٤٨٣٢ ، ١٧ ً ، ٨٥ ب – ١٨٨ ا نسخ في القرن الخامس الهجري وتضم الصفحة ٣٢ سطراً . ولم نجد لرسالة القبيصي ذكرا في المراجع القديمة .

ملاحظــات

المخطوط بخط جميل واضح وكثيرا ما ترد فيه الحروف غير منقطة .

يميل الناسخ إلى عدم اعراب الاعداد احياناً فيكتب اثنين بدلا من اثنان ، ستين بدلا من ستون .

نضع في الحواشي السفلية الالفاظ الخاطئة كما وردت في المخطوط .

رسالة ابي صقر القبيصي في انواع من الاعداد وطرائف من الاعمال

أيا صوفيا ٤٨٣٢ ص ٨٥ب – ٨٨أ

٥٨ ب بسم الله الرحمن الرحيم العزة لله

رسالة ابي الصقر عبد العزيز بن عثمن القبيصي في انواع [من] الاعداد وطرائف من الاعمال مما جمعه من متقدمي اهل العلم بهذه الصناعة .

لما كان مولانا سيف الدولة ، اطال الله بقاه ، بعلو همته وفضل قريحته ، يبحث عن كل ادب شريف وعلم لطيف ، وكان العلم بصناعة الحساب من احسن العلوم والنظر فيه من ادق النظر ، رأيته قد بلغ من الدربة الى ان يعمل بيده الغالية من الحساب ما لا يقدر عليه جماعة من الحُسّاب الموصوفين إلا بالهندي ، فاحببت التقرب من خدمته بجميع ما يقع اليّ من محاسنه الشريفة ومعانيه اللطيفة ، وكان قد وقع إليّ ابواب في اختصار جمع انواع من الاعداد ، متفرقة في مواقع شتى ، جمعتها في هذه الرسالة واضفت اليها ابوابا استخرجتها لم اقرأها لاحد تقدمني ، واتبعت ذلك باضعاف بيوت الشطرنج واريت من عظم هذا العدد ما يكبر في نفوس كثير من الناس وجعلته احد عشر باباً .

الباب الأول :

إذا اردت ان تجمع الاعداد التي من الواحد على النظام [الطبيعي] إلى كم شئت ، فخذ آخر الاعداد التي تريد ان تجمعها فاضربه في نفسه ثم زد على ما خرج جذره وخذ نصف جميع ذلك فما كان فهو جمعها . مثال ذلك : انك اردت ان تجمع واحدا[1] واثنين وثلثة واربعة وكذلك إلى العشرة ، فتأخذ آخر الاعداد وهو عشره ، فتضربها في نفسها فيكونماية ، ثم تزيد عليها جذرها وهو عشرة فيكون

[1] – واحد

الجميع مابة وعشرة ، فتأخذ نصفها وهو خمسة وخمسون ، وهو جمعها ، وكذلك الى ما اردت من الاعداد . واحد اثنان[٢] ثلثة اربعة خمسة ستة سبعة ثمنية تسعة عشرة : فذلك الجميع خمسة وخمسون .

الباب الثاني :

إذا اردت ان تجمع الاعداد الافراد من الواحد على النظام الطبيعي الى ما احببت ، فخذ العدد الزوج الذي يلي آخر الاعداد التي تريد ان تجمعها بعده ، وخذ نصفه فاضربه في نفسه ، فما كان فهو جميع الافراد التي اردت ان تجمع ، وهذا العدد ابدا يكون مربعا اعني له جذر صحيح . مثال ذلك : انك اردت ان تجمع الاعداد الافراد من الواحد الى التسعة ، فتأخذ العدد الزوج الذي يلي التسعة بعدها وهو عشرة ، فتأخذ نصفه وهو خمسة ، فتضربها في نفسها فيكون ٢٥ وهو جميع الاعداد الافراد من الواحد الى التسعة . وكذلك الى ما اردت من الاعداد الافراد . واحد ثلثة خمسة سبعة تسعة الجميع ٢٥ .

الباب الثالث :

إذا اردت ان تجمع الاعداد الازواج من الاثنين على النظام الطبيعي الى ما اردت ، فاضرب نصف العدد الزوج الذي هو آخر الاعداد الازواج التي تريد ان تجمع في اكثر من النصف بواحد ، فما كان فهو جميع تلك الاعداد الازواج . مثال ذلك : اردت ان تجمع من اثنين الى ١٢ فنضرب نصف ١٢ وهو ٦ في اكثر من ٦ بواحد ، وهو ٧ ، فيكون ذلك ٤٢ ، وذلك جميع الاعداد الازواج التي من ٢ الى ١٢ . وكذلك الى ما اردت من الاعداد الازواج . فان احببت ان تأخذ نصف آخر الازواج وهو ٦ فتأخذ من واحد الى ٦ كما اريتك في الباب الاول فيكون ١٢ ، ثم تضعف ذلك فيكون ٤٢ وهذا جمعه . ٢ ٤ ٦ ٨ ١٠ ١٢ فذلك الجميع ٤٢ .

الباب الرابع

إذا اردت ان تجمع الاعداد التي يقال لها المدرجة على النظام الطبيعي وهو ان تجمع ضرب واحد في ٢ وضرب ٢ في ٣ وضرب ٣ في اربعة وكذلك الى اي عدد شئت ، فخذ العدد الذي هو آخر الاعداد التي ذكرت والعدد الذي هو أكثر منه

٢ – اثنين

بواحد والعدد الذي هو اقل منه بواحد ، فيكون ذلك ثلثة اعداد لاحدها ثلث صحيح ، فتضرب احد العددين اللذين ليس لكل واحد منهما ثلث صحيح احدهما في الآخر ،
١٨٦ ا وما اجتمع ضربته في ثلث العدد الذي له ثلث صحيح فما كان فهو | ما يجتمع من الاعداد المدرجة . مثال ذلك: انك اردت ان تجمع ضرب واحد في اثنين و ٢ في ٣ و ٣ في ٤ وكذلك الى ٩ في ١٠ ، فتأخذ آخر الاعداد وهو ١٠ واكثر منه بواحد ١١ واقل منه بواحد ٩ ، والتسعة من هذه الاعداد لها ثلث صحيح ، فتضرب ١٠ في ١١ فيكون ١١٠ وتضرب ذلك في ثلث ٩ وهو ٣ فيكون ذلك ٣٣٠ وهو ما يجتمع من الاعداد المدرجة الى ٩ في ١٠ ، وكذلك الى ما اردت من الاعداد المدرجة . وهذا مثاله : واحد في اثنين ٢ ، اثنان[3] في ثلثة ٦ ، ثلثة في اربعة ١٢ ، اربعة في خمسة ٢٠ ، خمسة في ستة ٣٠ ، ستة في سبعة ٤٢ ، سبعة في ثمنية ٥٦ ، ثمنية في تسعة ٧٢ ، ٩ في ١٠ ٩٠ فذلك الجميع ثلثماية وثلاثون[4] .

الباب الخامس :

إذا اردت ان تجمع الاعداد التي على الضعف من الواحد ، وهو الذي يعرف **باضعاف بيوت الشطرنج** ، فاضرب ضعف الواحد في نفسه فيخرج لك الضعف الذي [هو] اقل من ضعف الثاني بواحد وهـــو الثالث ، * فان نقصت من ذلك واحدا كان الباقي جميع ما في البيت الاول والثاني وان لم تنقص منه واحدا وضربته في نفسه خرج لك الضعف الذي هو اقل من ضعف الثالث بواحد وهو الضعف الخامس فان نقصت من ذلك واحدا كان جميع ما في البيت الاول والثاني والثالث والرابع . مثال ذلك : انك اردت ان تضعف الواحد بعدد بيوت الشطرنج فكم[5] جميع ذلك ؟ فانك تضرب ما في البيت الثاني في نفسه فيكون ما في البيت الثالث وهو اربعة ، فإن نقصت من الاربعة واحدا بقيت ثلثة وهو ما في البيت الاول والثاني ،

٣ – اثنين   ٤ – وثلثين

٥ : البيوت ١ً ٢ً ٣ً ٤ً ٥ً وفيها
١ ٢ ٤ ٨ ١٦

فاذا ضرب ما في البيت الثاني في نفسه خرج ما في البيت الثالث : ٢ × ٢ – ١

واذا ضرب ما في البيت الثالث في نفسه خرج ما في البيت الخامس : ٢ × ٣ – ١

وقد عنى بالضعف تارة مثلي العدد وتارة ما في البيت الواحد . ضعف الواحد في نفسه : اي ٢ في نفسه . الضعف الذي هو أقل من ضعف الثاني بواحد : العدد الذي مرتبته ضعف مرتبة الثاني الا واحدا .

٥ – وكم

واذا ضربت ما في البيت الثالث في نفسه خرج ما في البيت الخامس وهو ١٦، فان نقصت منه واحدا بقي خمسة عشر وهو جميع ما في البيت الاول والثاني والثالث والرابع ، واذا ضربت ما في البيت الخامس في نفسه كان ذلك ما في البيت التاسع وهو ٢٥٦ ، فان نقصت من ذلك واحدا كان الباقي جميع ما في البيت الاول والثاني والثالث والرابع والخامس والسادس والسابع والثامن . واذا ضربت ما في البيت التاسع في نفسه خرج ما في البيت السابع عشر ، فاذا نقصت من ذلك واحدا كان جميع ما في [البيوت ١٦] [6] واذا ضربت ما في البيت السابع عشر في نفسه خرج ما في البيت ٣٣ ، واذا نقصت مما في البيت ٣٣ واحدا كان الباقي جميع ما في البيوت ٣٢ ، واذا ضربت ما في البيت ٣٣ [7] في نفسه كان ذلك ضعف ما في البيت الرابع والستين[8] فان نقصت من ذلك واحدا كان الباقي جميع ما في البيوت ٦٤ وان تنصفه[9] قبل نقصان الواحد كان الباقي[10] ما في البيت ٦٤ . وانا ابين جملة ذلك آخر هذه الرسالة واشياء تليق بذلك الموضع من عظم ما يجتمع من هذا العدد .

الباب السادس :

اذا اردت ان تضعف بيوت الشطرنج إضعافا آخر هو اعظم من هذا وهو ان تجعل في البيت الأول واحدا وفي الثاني اثنين ، وفي الثالث ضعف ما في البيتين جميعا اللذين قبله وذلك ستة ، وفي الرابع ضعف جميع ما في البيوت التي قبله وذلك [ثمنية عشر ، وفي الخامس ضعف جميع ما في البيوت التي قبله] وذلك اربعة وخمسون[11] ، وكذلك الى ما اردت وبابه ان تضرب ما في البيت الثاني في نفسه وتزيد على ما خرج من الضرب نصفه فيكون ما في البيت الثالث ، ثم تضرب ما في البيت الثالث في نفسه وتزيد على ما خرج من الضرب نصفه فيكون ما في البيت الخامس ، ثم تضرب ما في البيت الخامس في نفسه وتزيد عليه نصفه فيكون ما في البيت التاسع ، وتضرب ما في البيت التاسع في نفسه وتزيد على ما خرج نصفه فيكون

٦ — البيت السادس عشر . هنا في الحاشية جملة غير مستقيمة ولا يرى موقعها في النص .
٧ — ٣٢
٨ — وستين
٩ — نصفه
١٠ — كذا في المخطوط ولعل الصواب : كان الحاصل
١١ — وخمسين

ما في البيت ١٧ ، ويجري الامر في ترتيب البيوت كما جرى في الباب الذي قبل هذا الى ان يخرج لك ما في البيت الخامس والستين[١٢] فتنصفه فقط فيكون جميع ما في البيوت ٦٤ . مثال ذلك : إنا اذا ضربنا ما في البيت الثاني في نفسه وهو اثنان كان اربعة فاذا زدنا عليها نصفها صارت ستة وهي ما في البيت الثالث ، وهي ضعف ما في الاول وهو واحد والثاني وهو اثنان[١٣] . فاذا ضربنا ما في الثالث في نفسه كان ٣٦ فاذا زدنا عليها نصفها صارت ٥٤ ، وذلك انه إذا كان في الثالث ٦ فانه يصير في الثلثة ٩ ففي الرابع ١٨ فيكون في الاربعة ٢٧ ، ففي الخامس ضعفها وهي ٥٤ . فإذا
٨٦ ب ضربت ٥٤ في نفسها فان ذلك ٢٩١٦ ، فاذا زدت عليها نصفها صارت | ٤٣٧٤ وهو ما في البيت التاسع ، لانه اذا كان في البيت الخامس ٥٤ فان جميع ما في البيوت الخمسة ٨١ ، ففي السادس ١٦٢ ، ففي الست البيوت ٢٤٣ ، ففي البيت السابع ٤٨٦ ، فيكون جميع ما في البيوت السبعة ٧٢٩ ، ففي البيت الثامن ١٩٥٨ ، فجميع ما في الثمنية البيوت ٢١٨٧ ، ففي البيت التاسع ٤٤٧٤ . وكذلك الى ان يخرج ما في البيت الخامس وستين ، فتضعفه فيكون جميع ما في بيوت السفرة . وكذلك الى ما اردت من الاضعاف

الباب السابع :

اذا اردت ان تجمع الاعداد التي يقال لها المربعات وهي الاعداد المجذورة من الواحد الى ما اردت على النظام الطبيعي فخذ جذر آخر الاعداد التي تريد ان تجمعها ، فاضربه في أكثر منه بواحد ، ثم ما اجتمع في ضعف ذلك الجذر وزده واحدا ، وخذ سدس ما اجتمع فما كان فهو جميع الاعداد المربعات التي اردت . مثال ذلك : انك اردت ان تجمع الاعداد المجذورة من الواحد الى ٢٥ فتأخذ جذر ٢٥ وهو ٥ ، فتضربه في اكثر منه بواحد فيكون ٣٠ ، ثم تضرب ذلك في ضعف الجذر وهو عشرة وزيادة واحد وذلك ١١ ، فيكون ٣٣٠ ، فتأخذ سدسها وهو ٥٥ وهو جميع الاعداد المجذورة من الواحد الى ٢٥ . وكذلك الى ما اردت من الاعداد المجذورة ١ ٤ ٩ ١٦ ٢٥ فذلك الجميع ٥٥ .

١٢ — وستين
١٣ — اثنين

الباب الثامن :

اذا اردت ان تجمع الاعداد المكعبات التي من الواحد الى ما اردت على النظام الطبيعي ، والعدد المكعب هو ما يكون من ضرب عدد في نفسه وما اجتمع في جذره ، وذلك الجذر هو ضلع المكعب . مثل الثمنية فانها تكون من ضرب اثنين في اثنين وما اجتمع في اثنين فيكون ثمنية وهي المكعب وضلعها اثنان[١٤] . وكذلك سبعة وعشرون[١٥] عدد مكعب ، وضلعه ثلثة ، لان ثلثة في ثلثة تسعة ثم تسعة في ثلثة ٢٧ . فاذا اردت ذلك فاعرف ضلع المكعب الذي هو آخر العدد المكعب الذي تريد جمعه ، فاجمع من الواحد اليه على النظام الطبيعي ، كما بينت ذلك في الباب الاول من هذه الرسالة ، فما كان فاضربه في نفسه ، فما اجتمع فهو جميع الاعداد المكعبة التي تريد جمعها . مثال ذلك : انك اردت ان تجمع الاعداد المكعبة من الواحد الى الالف ، فتأخذ ضلع مكعب الالف وهو عشرة فتأخذ من الواحد الى العشرة على النظام الطبيعي وهو كما ذكرت في الباب الاول ٥٥ ، فتضربها في نفسها فيكون ذلك ٣٠٢٥ ، وذلك هو جميع المكعبات من الواحد الى الالف . ونحن نذكر تحت كل مكعب ضلعه

واحد	ثمنية	سبعة وعشرين	٦٤	١٢٥	٢١٦	٣٤٣	٥١٢	٧٢٩	الف
واحد	اثنين	ثلثة	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠

فذلك ٣٠٢٥ .

الباب التاسع :

اذا اردت ان تجمع الاعداد التي هي مربعات المربعات من الواحد الى ما اردت على النظام الطبيعي ، ومربع المربع هو ما يحدث من ضرب عدد في نفسه وما اجتمع في نفسه مثل ١٦ فانها تحـــدث [من ضرب] ٢ في نفسها وذلك ٤ و ٤ في نفسها وهي ١٦ فالستة عشر مربع المربع وضلعه اثنين وكذلك ٨١ فانها من ضرب ٣ في ٣ فيكون ذلك ٩ ثم في ٩ وذلك ٨١ وضلعها ثلثة ، فاذا اردت جمعها فخذ ضلع آخر المربعات التي تريد جمعها فاضربه في نفسه وزد على ما اجتمع مثل نصف

١٤ – اثنين
١٥ – وعشرين

العدد المضروب في نفسه ، فما بلغ فاضربه في العدد الذي هو أكثر من المضروب في نفسه بواحد ، فما كان فهو صحاح بغير كسر فاحفظه . ثم اضرب خُمُس العدد المضروب في نفسه وزيادة خمْس واحد في العدد المضروب في نفسه فما بلغ فانقص منه ثُلثي عُشْر واحد ، فما بقي فاضربه فيما كنت حفظت ، فما بلغ فهو مجموع مربعات المربعات التي اردت جمعها . مثال ذلك : اردت ان تجمع من الاعداد التي هي مربعات المربعات من الواحد الى الالف وما بين وست وتسعين التي هي مربع مربع الستة ، فتأخذ ضلع العدد المربع الذي هو اخر الاعداد التي تريد ان تجمعها وهي ستة فتضربها في مثلها فيكون ٣٦ ، وتزيد على ذلك مثل نصف الستة فيصير
٧٨ ا ٣٩ فتضربها في العدد الذي هو | أكثر من ٦ بواحد وذلك ٧ فتصير ٢٧٣ فتحفظها . ثم تضرب خُمُس ٦ وهو واحد وخُمُس وزيادة خُمُس واحد وذلك ١ ٢/٥ [16] في ٦ فيكون ذلك ٨ ٢/٥ [17] فتسقط منه ثُلثي عُشَر واحـد فيبقى ثمنية وثُلث ، فتضربها فيما كنت حفظت وهو ٣٧٢ فيكون ذلك ٢٢٧٥ ، وذلك جمع مربعات المربعات التي اضلاعها من واحد الى الستة . وكذلك الى ما اردت ، وقد اثبت ضلع كل عدد منها تحته :

واحد	١٦	٨١	٢٥٦ [18]	٦٢٥	١٢٩٦	
واحد	٢	٣	٤	٥	٦	فيكون الجميع ٢٢٧٠

الباب العاشر :

اذا اردت ان تجد الاعداد التامه ، **والعدد التام** هو الذي جميع اجزائه الصحاح مساوية له ، ومعنى اجزائه[19] الصحاح الاعـداد التي تعـده فتقيسه . فلنقدم قبلُ ما يحتاج اليه في علم ذلك ، وذلك ان في الاعداد اعدادا يقال لها أول العدد . **والعدد الأول** هو الذي لا يعده إلا الواحد فقط ، مثل ٣ فان الثلثة لا يعدها إلا الواحد

١٦ – ٥١
١٧ – ٥٨ .
١٨ – ٢٥٢ .
١٩ – اجزاه .

فقط ، وكذلك الخمسة والسبعة و ١١ و ١٣ . فان كل واحد من هذه الاعداد لا يعده الا الواحد فقط . ومنها **العدد المركب** وهو الذي يعده عدد اخر ، مثل ٦ فانها يعدها ، ثلث مرات ، ويعدها ٣ مرتين . ومثل ١٢ فانها يعدها ، ست مرات و ٣ اربع مرات و ٤ ثلث مرات ويعدها ٦ مرتين . ومثل ١٥ فانها يعدها ٣ خمس مرات ويعدها ٥ ثلث مرات . فان هذه الاعداد يقال لها مركبة . وفي الاعداد اعداد يقال لها **متباينة** وهي الاعداد التي لا يعدها جميعا إلا الواحد مثل خمسة وثمانية فانه لا يعدها الخمسة فتقيسها[٢٠] ولا يعدها الثمنية فتقيسها[٢٠] ايضاً ، [فلا يعدها] غير الواحد فقط . ومثل ٦ و ٧ فانه لا يعد ٦ فيقيسها[٢٠] ويعد ٧ فيقيسها[٢٠] عدد غير الواحد فقط . ومنها اعداد يقال لها **المشتركة** وهي الاعداد التي يعدها جميعا عدد فيقيسها[٢٠] مثل ٦ و ٩ فان ٣ تعد ٦ وتعد هي ايضاً ٩ فالستة و ٩ عددان مشتركان[٢١] في الثلثة . وكذلك ١٠ و ١٦ فان الاثنين يعد ١٠ وهي ايضاً تعد ١٦ فالعشرة والستة عشر مشتركان[٢١] في الاثنين . وكذلك ١٢ و ١٥ فانهما مشتركان في الثلثة اذ الثلثة تعدهما جميعا . فاذ قدمنا هذا فلنذكر كيف نجـد **العدد التام** فنقول : إذا اردت « ذلك فخذ »[٢٢] الاعداد التي تتضاعف من الواحد والواحد معها ، فان كان جميع ذلك عددا اول ضربت ذلك في آخر الاعداد التي انتهت اليها المتضاعفة من الواحد ، فما اجتمع فهو عدد تام . مثال ذلك أنك اخذت الواحد والاثنين التي هي ضعف الواحد فيكون ذلك ثلثة وهو عدد اول لأنه لا يعد الثلثة الا الواحد فقط ، فتضرب الثلثة في الاثنين التي هي آخر الاعداد التي اخذت فيكون ٦ وهو عدد تام وهي اول الاعداد التامة لان الواحد يعدها والاثنين والثلثة يعدها وجميع ذلك ستة ، وليس يعدها عدد آخر غير هذه . وكذلك اذا اخذت الواحد والاثنين والاربعة كان جميع ذلك سبعة وهي عدد اول فتضربها في الاربعة التي هي آخر الاعداد المتضاعفة فيكون ذلك ٢٨ وهي عدد تام لانه لا يعدها الا واحد ٢ ٤ ٧ ١٤ فجميع ذلك ٢٨ وليس يعدها غير ذلك ، وهذا هو العدد الثاني من الاعداد التامة . فان اخذت ١ ٢ ٤ ٨ كان ذلك ١٥ وليس ١٥ عددا اول لان ٣ تعدها و ٥ تعدها فليس يكون من ضربك اياها في ٨ عدد تام لأنه يكون من ضربك اياها في

٢٠ – وردت دون تنقيط : ممهسا .
٢١ – مشتركين .
٢٢ – ممحو في المخطوط .

ثمنية ١٢٠ و ١٢٠ يعدها ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ثمنية ١٠ ١٢ ١٥ ٢٠ ٢٤ ٣٠ ٤٠ ٦٠ فجميع ذلك ٢٤٠ وهذا ضعف العدد . لكن اخذنا واحدا واحدا و ٢ و ٤ و ٨ و ١٦ كان ذلك ٣١ وهي عدد اول اذ كان لا يعدها الا الواحد فقط فاذا ضربت الواحد وثلثين في ١٦ التي هي آخر الاعداد التي اخذت متضاعفة من الواحد كان ٤٩٦ وهي عدد تام لانه يعدها ١ ٢ ٤ ٦ ٨ ١٦ ٣١ ٦٢ ١٢٤ ٢٤٨ فالجميع ٤٩٦ . وكذلك ما اردت من الاعداد التامة .

الباب الحادي عشر :

اذا اردت ان تجد **الاعداد المتحابة** والعددان اللذان يقال لهما متحابين هما عددان يكون جميع اجزاء كل واحد منهما اعني جميع الاعداد التي تعده مساوية للآخر . والطريق الى وجود هذه الاعداد المتحابة ان تأخذ الاعداد المتضاعفة |
٨٧ ب من الواحد الى ما اخذت وتجمعها والواحد معها وتزيد على ذلك العدد الآخر من الاعداد التي جمعت وتحفظ ذلك ثم تنقص مما جمعت اولاً ، العدد الذي يلي آخر الاعداد التي كنت جمعت قبله* ، وتحفظ ما هي فان كان كل واحد من العددين المحفوظين عددا اولا بعد ان لا يكون اثنين ضربت احدهما في الآخر ، فما اجتمع ضربته في العدد الذي هو آخر الاعداد التي كنت جمعت اولا فما بلغ فهو احد العددين المتحابين . ثم تأخذ العدد الذي هو مثلا[٢٣] العدد الآخر من الاعداد التي كنت جمعت[٢٤] فما بلغ فهو العدد الثاني من العددين المتحابين الذي بدأنا بذكر قرينه . فان لم تصح الشرائط على ما وصفت تجاوزت العدد الذي كنت انتهيت اليه عند الجمع واستعملت ما ذكرت ، فانك تجد ما تريد ان شاء الله . واذا اردت ان تجد عددين آخرين على هذه الصفة تجاوزت ايضاً ذلك العدد وفعلت مثل ما تقدم فانك تجد ما تريد ، وكذلك كم شئت من الاعداد .

مثال ذلك : اخذت ١ ٢ ٤ فكان ٧ وزدت على ذلك آخر الاعداد وهو ٤ فكان ١١ وهي عددٌ اول ، ثم نقصت من السبعة العدد الذي [يلي] آخر الاعداد

* قبله عائدة الى يلي ، المراد ان ينقص من الجملة العدد الواقع قبل آخر الاعداد .

٢٣ – مثلي .

٢٤ – سقط في النسخ جملة طويلة معناها : والعدد الذي بينه وبين اخر الاعداد عدد واحد ، فتضرب ذلك جميعاً في العدد الذي هو مثلا آخر الاعداد وتنقص مما اجتمع واحداً ، فان كان الباقي عددا اولا فتضربه في آخر الاعداد التي كنت جمعت " وسوف يتضح ذلك من المثال .

قبله وهو ٢ فبقي خمسة وهي عدد اول ، فضربت ١١ في ٥ فصار ٥٥ ثم ضربت ذلك في آخر الاعداد التي كنت جمعت وهو ٤ فكان ذلك ٢٢٠ وهو احد العددين المتحابين . ثم اخذت مثلي آخر الاعداد التي جمعت وهو ٤ وذلك ٨ والعدد الذي قبل آخر الاعداد وبينهما عدد واحد وذلك واحد . فيصير ٩ فتضرب ذلك في العدد الذي هو مثلا[٢٥] اخر الاعداد وهو ٨ فيكون ٧٢ ، فتنقص منه واحـدا فيبقى ٧١ وهي عدد اول ، فتضربه في آخر الاعداد التي كنت جمعت وهو ٤ ، فيكون ذلك ٢٨٤ . وهو العدد الثاني من العددين المتحابين ، فاجزاء ٢٢٠ وهي الاعداد التي تعده ١ ٢ ٤ ٥ ١٠ ١١ ٢٠ ٢٢ ٤٤ ٥٥ ١١٠ الجميع ٢٨٤ وليس يعدها غير هذه الاعداد وهي العدد الآخر من العددين المتحابين . واجزاء ٢٨٤ وهي الاعداد التي تعده ١ ٢ ٤ ٧١ ١٤٢ الجميع ٢٢٠ وليس يعدها غير هذه الاعداد . وكذلك كلما اردت استخراج الاعداد المتحابة .

[٢٦] لي في هـذا الوقت من هـذا المعنى . واذ قـد وعدت ان اذكر في آخر هذه الرسالة اضعاف بيوت الشطرنج وجملته[٢٧] فلنأت به . واذ كنا قد بلغنا في الباب الخامس من اضعاف بيوت الشطرنج الى ما في البيت التاسع وهو ٢٥٦ فاذا ضربت هذا في نفسه كان ما في البيت ١٧ وهو ٦٥٥٣٦ ، فاذا نقصت من هذا واحدا كان الباقي جميع ما في البيوت ١٦ ، واذا ضربت ذلك في نفسه كان ذلك ما في البيت ٣٣ وهو ٤٢٩٤٩٦٧٢٩٦ [٢٨] فاذا نقصت من هذا واحدا كان الباقي جميع ما في البيوت ٣٢ واذا ضربته في نفسه كان ذلك ضعف ما في البيت ٦٤ وهو ١٨٤٤٦٧٤٤٠٧٣٧٠٩٥٥١٦١٦ [٢٩] فاذا نقصت من جميع ذلك واحـدا كان الباقي جميع ما في رقعة الشطرنج ويتبيّن[٣٠] من عظم هذا العدد ما انا ذاكره وذلك انه قد تبيّن في الرصد الذي رصده المأمون مما حكاه جماعة اصحابه وبينت كيفية

٢٥ — مثلي .
٢٦ — بقعة حبر تغطي مكان كلمتين او ثلاثة والمعنى تقديرا : هذا ما نسخ . انظر في ترجمة القبيصي ، الرسالة ٨ ، معنى مشابها لهذا .
٢٧ — الكلمة غير واضحة وكتابتها معادة .
٢٨ — ٤٢٩٨٥٦٩٦ .
٢٩ — ١٨ ٢١٥ ٥٤٤ ٨٣٩ ٧٣٨ ١٥١ ٦١٦
٣٠ — ويبين

ذلك في **رسالتي في مساحة[31] الارض** انهم وجدوا ما يوازي درجة من الفلك من
مساحة الارض ٥٦ ميلا وثلثي ميل ، وقد تبيّن انّ الارض في وسط الفلك كالنقطة
في الدائرة ، فيكون دور الارض على هذا الحساب اذ كان يحيط بها ٣٦٠ درجة
٢٠٤٠٠ ولما كان المحيط مثل القطر ثلث مرات وسبع على ما بيّنه ارشميدس يكون
قطر الارض ٦٤٩١ ميلا ، ولما كان قد تبيّن ايضاً من قول ارشميدس ان ضرب
قطر الكرة في محيط اعظم دائرة تقع عليها هو مساحة جميع ظاهرها يكون مساحة
جميع ظاهرها على هذا الحساب ١٣٢٤١٦٤٠٠ ميلا مكسرة ولما كان الميل المكسر
اربعة الاف ذراع في اربعة الاف ذراع يكون الميل ستة عشر الف الف ذراع فيكون
مساحة جميع ظاهرها ، برها وبحرها وسهلها وجبلها وعامرها وغامرها
٢١١٨٦٦٢٤٠٠٠٠٠٠٠٠ ذراعا . واذا كان قوس* ذراع في ذراع من الورق الوضح
مما امتحنته ٥٠٠ درهم يكون جميع قوس الارض | برّها وبحرها وسهلها وجبلها ١٨٨
من الورق ١٠٥٩٣٣١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ درهما ، فيكون اضعاف بيوت
الشطرنج مثل هذه الجملة سبع عشرة مرة وخُمسي[32] مرة بالتقريب . وهذا
اضعاف بيوت الشطرنج الذي في الباب الخامس وهو الاصغر ، فاما الذي في الباب
السادس فانه اضعاف هذا المقدار مرارا كثيرة ولعل قائلا يقول كيف يحصل ببسيط
ظاهر الارض مع ما فيه من الجبال الشاهقة والاودية القعرة فنقول في جواب ذلك :

٣١ – مسافة

* قوس الشيء مقداره وقياسه من قاس يقوس وهو اقل شيوعا من قاس يقيس قيساً . جاء في لسان العرب لابن منظور طبعة بيروت ، مجلد ٦ ، ١٩٥٦ ، ص ١٨٦ . واهل المدينة يقولون لا يجوز هذا في القوس يريدون القياس .

معنى العبارة فيما نفهمه ان القبيصي اخذ صفيحة من الفضة الخالصة ، ذراعا في ذراع فوزنها ٥٠ درهم ، إلا انه لم يعين سمكها . فاذا قدرنا الذراع السوداء التي اعتبرها ٥٤,٠٤ سم والدرهم ٣,١٤ غرام وثقل سم٣ من الفضة ١٠,٥ غرام، يكون سمك الصحيفة نصف ملم تقريبا وهو سمك معقول وإلى مثل هذا يذهب الخازني في كتابه ميزان الحكمه ، ٥١٥ ﻫ ، عندما يسأل عن دراهم تضاعيف الشطرنج ما مقدار سمكها اذا بسطت على وجه الارض . ومسافة بسيط الارض بالاميال المكسرة والذرعان في كتابه توافق تماما ما جاء في رسالة القبيصي (عبد الرحمن الخازني ، ميزان الحكمة ، حيدر آباد ، ١٣٥٩ ﻫ ، ص ٧٦ ؛ في الطبعة ، العدد الثاني ينقصه صفر) . ولعل في نشر الفضة بهذا الشكل على بسيط الارض ذكرى للآية الكريمة : (إن الذين كفروا وماتوا وهم كفار فلن يقبل من احدهم ملء الارض ذهبا لو افتدى به اولئك لهم عذاب اليم وما لهم من ناصرين) وقد استشهد الخازني بهذه الآية . (ص ٧٣ من ميزان الحكمة) .

٣٢ – وخمسين ؟

انا نستعظم ذلك بالقياس الينا لا الى جملة الارض ، اذ كان ما يدرك جملته وان عظم في حواسنا كالجزء الذي لا يتجزأ اذا قسناه الى جملة الارض . فانه ذكر من عني بالبحث عن ذلك انه لم يجد فيما ذكر من جملة هذا الربع المسكون جبلا اعلى[٣٣] من جبل سرنديب وانه اخذ عموده الى مسقط حجره ، ونحن نذكر كيف يوجد ذلك وهو معرفة ارتفاع ما لا يوصل الى اسفله بعد كلامنا هذا ، فعرف مقداره وقد عرف مقدار قطر الارض بالطريقه الذي ذكرنا ، ثم اخذ كرة فجعل عليها شخصا جعل مقدار ارتفاعه على الكرة من قطرها كمقدار ارتفاع جبل سرنديب الى قطر الارض ، فكان ذلك على ظهر الارض كالخشونة[٣٤] لا يُحَسّ صِغَراً . وكذلك جميع الجبال والاودية اذا قسناها الى جملة الارض كانت لا تُحسّ وكانت الارض كانها بسيطة الظهر .

فاما معرفة ارتفاع شيء ما عن وجه الارض اذا لم نصل الى اسفله فهو **معرفة اعمدة الجبال** . اذا اردت ذلك فخذ ارتفاع رأس الجبل في ارض مستوية بقياس الاسطرلاب كما تأخذ ارتفاع الكوكب . ثم تتأخر عن ذلك الموضع بمقدار ما يتغير الارتفاع درجا ما ، ثم خذ ارتفاعه في ذلك الموضع الثاني ثانية ، واجعل الارتفاع الاول جيبا وهو الجيب الاول ، ثم انقص الارتفاع من ص* واجعل الباقي جيبا وهو الجيب الثاني وكذلك فافعل بالارتفاع الثاني فيخرج لك الجيب الثالث والجيب الرابع . ثم تضرب الجيب الثاني في الجيب الثالث وتقسمه على الجيب الاول فما خرج نقصته من الجيب الرابع وتحفظ ما بقي . ثم تضرب ما بين الموضعين اللذين اخذت منهما الارتفاع من الاذرع في الجيب الثالث وتقسم على ما كنت حفظته فما خرج فهو عمود الجبل وارتفاع الشيء المطلوب ارتفاعه .

٣٣ – اعلا .

٣٤ – كالحـونه .

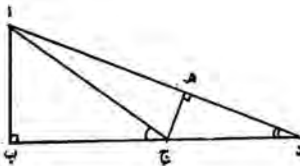
* ص اي ٩٠ درجة = جيب اول = جيب جۨ .

جيب ثان = جيب (٩٠° – جۨ)

جيب ثالث = جيب دۨ

جيب رابع = جيب (٩٠° – دۨ)

ويلاحظ عدم استعمال لفظة جيب التمام



فاذا اردت ان تعلم كم بين الموضع الذي اخذت فيه الارتفاع الاول ومسقط عمود الجبل من مستوى الارض ، فاضرب ما خرج من القسم قبل ان تسقطه من الجيب الرابع فيما بين الموضعين من الاذرع ، وتقسمه ايضاً على ما حفظته من الباقي . فما خرج فهو ما بين الموضع الاول الذي اخذت فيه الارتفــاع ومسقط عمود الجبل من مستوى الارض . فان اردت ان تعلم كم بين ناظرك في الموضع الذي اخذت فيه الارتفاع الاول وبين رأس الجبل فاضرب ما بين الموضع ومسقط عمود الجبل في نفسه ، واضرب عمود الجبل في نفسه ، واجمعهما ، ثم خذ جذر ذلك . فهو ما بين ناظرك ورأس الجبل وذلك ما اردنا علمه .

←

$$\overline{\text{اب}} = \overline{\text{جد}} \times \text{جيب}\,\hat{\text{د}} : \left[\text{جيب}\,(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{د}}) - \frac{\text{جيب}\,(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{ج}}) \times \text{جيب}\,\hat{\text{د}}}{\text{جيب}\,\hat{\text{ج}}}\right] \quad (\text{١})$$

ولعل الطريق التي اتبعها القبيصي للوصول إلى القاعدة (١) هي ما يلي :

نرسم ج ه عمودا على اد ، فالمثلثان $\triangle$ اب د ، $\triangle$ ج ه د متشابهان . ينتج عنه :

$$\frac{\overline{\text{جه}}}{\overline{\text{اب}}} = \frac{\overline{\text{جد}}}{\overline{\text{اد}}} = \frac{\overline{\text{بد}} - \overline{\text{بج}}}{\overline{\text{اد}}} \quad \text{ومنه} \quad \frac{\overline{\text{جه}}}{\overline{\text{اب}}} = \frac{\overline{\text{بد}}}{\overline{\text{اد}}} - \frac{\overline{\text{بج}}}{\overline{\text{اد}}} = \frac{\overline{\text{بد}}}{\overline{\text{اد}}} - \frac{\overline{\text{بج}}}{\overline{\text{اب}}} \cdot \frac{\overline{\text{اب}}}{\overline{\text{اد}}}$$

ولكن ج ه = ج د × جيب $\hat{\text{د}}$

$$\text{يكون} \quad \frac{\overline{\text{جد}} \times \text{جيب}\,\hat{\text{د}}}{\overline{\text{اب}}} = \text{جيب}\,(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{د}}) - \frac{\text{جيب}\,(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{ج}})}{\text{جيب}\,\hat{\text{ج}}} \times \text{جيب}\,\hat{\text{د}}$$

ينتج منه القاعدة (١) : $\text{اب} = \text{جد} \times \text{جيب}\,\hat{\text{د}} : \left[\text{جيب}\,(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{د}}) - \frac{\text{جيب}\,(\text{٩٠} - \hat{\text{ج}}) \times \text{جيب}\,\hat{\text{د}}}{\text{جيب}\,\hat{\text{ج}}}\right]$

حساب $\overline{\text{بج}}$، يقول القبيصي: $\overline{\text{بج}} = \overline{\text{جد}} \times \frac{\text{جيب}\,(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{ج}}) \times \text{جيب}\,\hat{\text{د}}}{\text{جيب}\,\hat{\text{ج}}} : \left[\text{جيب}\,(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{د}}) - \frac{\text{جيب}\,(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{ج}}) \times \text{جيب}\,\hat{\text{د}}}{\text{جيب}\,\hat{\text{ج}}}\right]$

[وينتج حساب ب ج من ضرب ا ب في جيب $\frac{(\text{٩٠}^\circ - \hat{\text{ج}})}{\text{جيب ج}}$]

تمت رسالة ابي صقر عبد العزيز بن عثمن القبيصي في انواع من الاعداد وطرائف من الاعمال مما جمعه من متقدمي اهل العلم بهذه الصناعة والحمد لله رب العالمين والصلوة على رسوله محمد وآله اجمعين .

المراجع الأجنبية

Brockelmann: C. Brockelmann, *Geschichte der Arabischen Litteratur*, 1. Supplement (Leiden: Brill, 1937), p. 399.

Canard : M. Canard, *Histoire de la dynastie des Hamdanides de Jazira et de Syrie*, tome I (Alger, 1951).

Duhem: P. Duhem, *Le système du monde.* a) tome II (Paris, 1914), p. 53; b) tome III (Paris, 1958), pp. 177-183, 214; c) tome IV (Paris, 1964), pp. 86-87, 221.

Mieli: Aldo Mieli, *La science arabe et son rôle dans l'évolution scientifique mondiale* (Leiden, 1966), pp. 110, 114.

Krause: Max Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik und Physik*, Abteilung B, Studienband 3 (1936), 437-532.

Sarton I: G. Sarton, *Introduction to the History of Science* (Baltimore, 1953), volume II, part 1, pp. 169-172.

Sarton II: *Ibid.*, volume I, p. 669.

Sauvaget: J. Sauvaget, *Alep. Essai sur le développement d'une grande ville syrienne, des origines au milieu du XIX*e *siècle* (Paris, 1941).

Suter I: Heinrich Suter, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900), Nr. 132.

Suter II: Heinrich Suter, "Nachtrage und Berichtigungen zu'Die Mathematiker ... '", *ibid.*, 14 (1902), Nr. 132, pp. 165-166.

Suter III: Heinrich Suter, "al-Kabīṣī", *Encyclopédie de l'Islam* (Leiden, 1927).

Et $BC = CD.\dfrac{\sin(90^o - \widehat{D})\sin\widehat{D}}{\sin C} : \left[\sin(90^o - \widehat{D}) - \dfrac{\sin(90^o - C)\times\sin D}{\sin C}\right]$ (2)

Observation

Al-Qabīṣī énonce les formules (1) et (2) sans démonstration. La structure de (1) rend possible la démarche suivante (voir fig. 1) : Abaisser CH perpendiculaire à AD. Les triangles CHD et ABD sont semblables.

$\dfrac{CH}{AB} = \dfrac{CD}{AD}$ comme $CD = BD - BC$, on a $\dfrac{CH}{AB} = \dfrac{BD}{AD} - \dfrac{BC}{AD} = \dfrac{BD}{AD} - \dfrac{BC}{AB}\cdot\dfrac{AB}{AD}$

Mais $CH = CD \sin D$. D'où $\dfrac{CD\sin D}{AB} = \sin(90^o - D) - \dfrac{\sin(90^o - C)}{\sin C}\,.\sin D$

On en tire $AB = CD \sin D : \left[\sin(90^o - D) - \dfrac{\sin(90^o - C).\sin D}{\sin C}\right]$ (1)

On obtient BC en multipliant AB par $\dfrac{\sin(90^o - C)}{\sin C}$

10) Trouver un nombre parfait, c'est-à-dire égal à la somme de ses diviseurs.

Si $(1 + 2 + 2^2 + ... + 2^n)$ est premier alors $2^n (1 + 2 + 2^2 + ... + 2^n)$ est un nombre parfait. Exemple $(1 + 2)\,2 = 6$; $(1 + 2 + 2^2)\,2^2 = 28$; $(1 + 2 + ... 2^4)\,2^4 = 496$.

11) Nombres amiables, c'est-à-dire, deux nombres tels que chacun égal à la somme des diviseurs de l'autre. Des formes

$$A = (1 + 2 + 2^2 + ... + 2^n),\ B = A + 2^n,\ C = A - 2^{n-1}$$

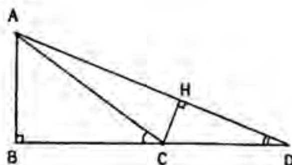
Si B et C sont premiers, différents de 2, un des nombres amiables est $2^n BC$. Le 2ème égal à $[2^{n+1}(2^{n+1} + 2^{n-2}) - 1]\,2^n$

Somme des nombres contenus dans les cases d'un échiquier

Al-Qabīṣī en fait le calcul effectif 18.446. 744. 073. 709. 551. 615. Pour faire comprendre l'énormité de ce résultat, il recourt à une comparaison classique. 1° du méridien terrestre vaut $56\frac{2}{3}$ milles, d'après les observations astronomiques ordonnées par le calife al-Ma'mūn (renvoi au livre de l'auteur: *Misāḥat al-Arḍ*, Mesure de la terre: dans le ms. *misāfat*). La circonférence de la Terre est donc 20400 milles; le diamètre est donc 6491, car Archimède a montré que $\pi = 3\frac{1}{7}$ (!). La surface de la terre d'après la règle trouvée par Archimède est 134.416.400 milles carrés, ou en coudées carrées 134.416.400x $(400)^2 =$ 2.118.662.400.000.000. L'auteur ajoute que, d'après ses expériences, une feuille d'argent d'une coudée carrée pèse 500 dirhems. Par suite, en couvrant la Terre avec une feuille d'argent de la même épaisseur, le poids de la feuille sera 1.059.331.200.000.000.000 dirhems. Le nombre trouvé dans l'échiquier est $17\frac{2}{5}$ fois ce nombre.

A qui demande si l'on peut assimiler la Terre avec ses vallées et ses montagnes, ses continents et ses mers, à une sphère, l'auteur répond que si l'on représente la Terre par un globe, la plus haute montagne n'y serait qu'une rugosité, à peine sensible. Mais comment peut-on mesurer la hauteur d'une montagne, dira-t-on? Voici une règle pour cela.

Soit A le sommet d'une montagne (voir fig. 1), AB sa hauteur. De deux points C et D dont on mesurera la distance CD, on calculera les angles $\widehat{ACB}$, $\widehat{ADC}$ grâce à un astrolabe.



Alors $AB = CD.\sin\widehat{D} : \left[\sin(90^\circ - \widehat{D}) - \frac{\sin(90^\circ - C) \times \sin D}{\sin C}\right]$ (1)

2) $1 + 3 + 5 + ... + (2n\text{-}1) = \left[\frac{(2n-1)+1}{2}\right]^2$. Exemple: $1 + 3 + ... + 9 = \left(\frac{9+1}{2}\right)^2 = 25$

3) $2 + 4 + 6 + ... + 2\text{n} = \frac{2\text{ n}}{2}(n + 1)$. Exemple: $2 + 4 + ... + 12 = \frac{12}{2}(6 + 1) = 42$

4) $1.2 + 2.3 + ... + (n\text{-}1).\, n$. Parmi les trois nombres n, $n+1$, $n\text{-}1$ il y en a un divisible par 3. Multiplier son tiers par des deux autres pour avoir la somme. Soit $\frac{n(n + 1)(n - 1)}{3}$

Exemple: $1.2 + 2.3 + ... + 9.10$. La somme est $\frac{9}{3}\, 10.11 = 330$

5) *Problème du jeu d'échecs.* On pose 2 sur la 1ère case du jeu d'échecs, 2 sur la 2ème, et ainsi de suite en doublant toujours. Quel est le total des nombres posés? Si la case de rang k contient 2^{k-1}, alors la case de rang $2k$-1 contient $(2^{k-1})^2$. Calculer alors 2^2 (3ème case), 2^4 (5ème case), 2^8 (9ème case), 2^{16} (17ème case), 2^{32} (33ème case), 2^{64} (65ème case). Le contenu d'une case diminué de 1 donne la somme des nombres précédents. Le calcul de 2^{64}-1 sera fait ultérieurement.

6) *Autre façon de remplir les cases.* Mettre 1 dans la 1ère case, 2 dans la 2ème, 6 dans la 3ème, 18 dans la 4ème, et ainsi dans chaque case, le double de ce qu'il y a dans toutes les précédentes. Si u_n est le contenu du n ème casier, alors $u_n = \frac{3}{2}\, u_n^2 - 1$.

7) $1^2 + 2^2 + ... + \text{n}^2 = \frac{n(n + 1)(2n + 1)}{6}$

8) $1^3 + 2^3 + ... + n^3 = (1 + 2 + ... + n)^2$ [Soit, d'après (1) $\left(\frac{n^2 + n}{2}\right)^2$]

9) $1^4 + 2^4 + ... + n^4 = (n^2 + \frac{\text{n}}{2})(n + 1)[n(\frac{\text{n}}{5} + \frac{1}{5}) - \frac{2}{30}]$

L'auteur fait remarquer que le produit des deux premièrs facteurs est un entier.

Ces trois règles sont illustrées respectivement par les sommations:

$1^2 + 2^2 + ... + 5^2$; $1^3 + 2^3 + ... + 10^3$; $1^4 + 2^4 + ... + 6^4$

naturels.[3] La proposition 11 sur la formation des nombres amiables appartient à Thābit b. Qurra (211-288 H.).[4]

Les règles ne sont pas démontrées mais illustrées par des exemples. Quelques décades plus tard, vers 402 h. al-Karajī insère dans son al-Fakhrī, la sommation:

$1.2 + 2.3 + ... + (n-1)\,n$, proposition 4 d'al-Qabīṣī[5] et il ajoute avec leurs démonstrations:

$$1.2.3 + 2.3.4 + ... + (n-1).n.(n+1) = (\sum_1^n i)^2 - \sum_1^n i$$

$$1.3 + 3.5 + ... + (2n-3).(2n-1) + 2.4 + 4.6 + ... + (2n-2).2n$$ [6]

Nous ne savons quel accueil l'émir Sayf al-Dawla réserva à ce mémoire. En des circonstances analogues, le prince bouyide ʿAḍud al-Dawla (324-372 h.), autre grand promoteur des lettres et des sciences, fit la moue quand son maître le grammairien et linguiste al-Fārisī lui dédia son livre *al-Īḍāḥ* (L'explication). L'ayant parcouru, ʿAḍud al-Dawla dit à l'auteur: "Il n'y a rien là-dedans que nous ne connaissions déjà. C'est bon pour des écoliers"[7] Sayf al-Dawla eût pu aussi demander à al-Qabīṣī plus de résultats nouvaux.

Propositions

1) $1 + 2 + 3 + ... + n = \frac{n^2+n}{2}$. Exemple: $1+2+ ... + 10 = \frac{10^2+10}{2} = 55$

3. Calcul de $\sum_{x=1}^{n} x^2$, chez Archimède, *Traité des spirales* voir Paul Ver Eecke, *Les œuvres complètes d'Archimède* (Paris, 1960), tome 1, pp.253-255. Calcul de $\sum_{x=1}^{n} x^2$, dans la tablette babylonienne AO 6484 (Van der Waerden, *ibid*) $\sum_{x=1}^{n} x^2$ étaient comme des Romains est donc, selon toute possibilité, des Grecs. (Gino Loria, *op. cit.*, p.137).

4. Thābit b. Qurra, *Istikhrāj al-ʿadād al-mutaḥābba*, Paris ms 2457, 38, fol. 170b-180b; analysé par F. Woepcke, Notice sur une théorie ajoutée par Thâbit ben Korrah à l'arithmétique spéculative des Grecs, *Journal Asiatiques* 20ème série, tome 4 (1852), 420-429. Pour les nombres amiables chez Pythagore, voir T.L. Heath, *A manual of Greek Mathematics* (Oxford, 1931), p.42.

5. Al-Fakhrī, Le Caire ms V, 212, fol. 15b, *l.* 11.

6. *Ibid.* fol. 17a, *l.*1; fol.16b, *l.*4.

7. Al-Fārisī composera alors *al-Takmila* et ʿAḍud al-Dawla de dire "Le maître s'est fâché! Ni lui ni nous ne comprenons plus rien de ce qu'il a écrit... Yāqūt al-Ḥamawī, *Muʿjam al-udabā'*, (éd. Le Caire, 1936-), tome 7, p. 238.

Un mémoire d'al-Qabīṣī (4e siècle H.) sur certaines sommations numériques.

Adel Anbouba*

Introduction

L'auteur loue dans son mémoire Sayf al-Dawla (émir d'Alep de 333 à 356 h.) pour l'intérêt qu'il porte aux lettres et aux sciences. Et évoquant la grande habilité de l'émir dans le calcul digital, il ajoute qu'il a réuni, pour le servir, des propositions interessantes relatives à la sommation des nombres, qu'il a trouvées éparpillées dans des écrits divers ou qu'il a découvertes lui-même.

Il est possible, en effet, que lui appartiennent :

1) La sommation des quatrièmes puissances des entiers naturels, ce qui représenterait un résultat important. (Prop. 9).

2) Le calcul d'une suite récurrentielle, extension du problème du jeu d'échecs, savoir (Prop. 9) :

$$\text{si } u_1 = 1, u_2 = 2, \text{ et } u_n = 2 \sum_{i=1}^{n-1} u_i, \text{ alors } u_n = \tfrac{3}{2}\, u_{n-1}^2$$

3) Une formule trigonométrique donnant la hauteur d'une montagne. (Fin de mémoire).

En tout cas, nous ne connaissons pas de mémoire antérieur qui contienne les propositions 6 et 9.

Sont très anciennes, comme on le sait, les propositions 1, 2, 3 sur les progressions arithmétiques;[1] la proposition 5 sur la progression géométrique 1, 2, 4, ...;[2] la proposition 10 sur la formation des nombres parfaits (Euclide, IX, 36) ; les propositions 7 et 8 sur la somme des carrés et des cubes des entiers

*Institut Moderne du Liban, Fanar-Jdaidet, Beyrouth, Liban.

1. B. L. Van der Waerden, *Science Awakening*, 3ème éd., Groningen, p.77, 99. Gino Loria, *Histoire des Sciences Mathématiques hellènes* (Paris, 1929), p.132.

2. Van der Waerden, *ibid.* D'autre part on trouve le calcul de $\sum_{i=1}^{63} 2^i$ dans l'œuvre d'al-Khawārizmī (cité par Shujā' b. Aslam, *Kitāb al-Jabr wa'l-muqābala*, Qara Mustafa Ms 379, fo. 110°).

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

الفلك الهندي في القرن الرابع عشر في مدينة فاس
« زيج شعري للقسنطيني »

ا. س . كندي وديفيد كينج

اسمه **ابو الحسن علي بن أبي علي « القسنطيني »** وهو فقيه وموقت، الف زيجاً صغيراً وجمعه على شكل كتيب فلكي يتضمن شرحاً وجداول واهداه الى السلطان المريني ابراهيم المستعين وقد اتى شرح هذا الزيج بشكل شعري ولكن مهما يكن فالسبب الرئيسي لهذه الدراسة هو ان هذا هو **العمل الفلكي الوحيد المعروف باللغة العربية** والمتضمن لنظرية الكواكب السيارة والتي هي بجوهرها هندية وليست بطليموسية وان زيج الخوارزمي مبني ايضاً على النظرية الهندية ولكن لم يبق لنا منه سوى الترجمة اللاتينية للنسخة المعدلة من قبل المجريطي .

ونقدم هنا صـــورة طبق الاصل في هذه المجلة وعلى الصفحات (41 – 22) للنسخة الوحيدة **لزيج القسنطيني** وهي نسخة الاسكوريال ورقمها **٩٠٩** عربي (Ms arab 909) .

المجموعة الاولى من الجداول هي التقاويم ويمكن استخدامها **للتحويل بين التاريخ الهجري والتاريخ الرومي** (السلوقي) وحركات الاوساط الاساسية للكواكب السيارة وجداولها التي لم تظهر في الزيج يمكن حسابها مـــن الاعداد المعطاة في النص . وان حركات الاوساط هذه هي من المغرب العربي وليست من الهند . ولها علاقة بجداول ابن البنا وبالجداول الطليطلية .

ان جداول تعديل مسارات الشمس والقمر والسيارات هي نفس جداول الخوارزمي الا انها تحول القوس الى دقائق فقط في حين ان جداول الخوارزمي تحولها في بعض الاحيان الى ثوان ونرى ايضاً جداول مقامات الكواكب السيارة ومطالع البروج في الفلك المستقيم ومطالع البروج للبلد ورؤية الهلال والكسوفات والخسوفات .

وما يلفت النظر ايضاً اننا لا نجد في زيج القسنطيني الجداول التالية :
التوابع المثلثية وعروض الكواكب السيارة واحداثيات النجوم الثابتة والبلدان وتوابع علم النجوم مع ان معظم الازياج تحويها .

ومع ان اساس الرسالة هو في انشاء « **الانحراف** » لتقسيم الزاوية الى ثلاثة اقسام متساوية فانه مفهوم ضمناً في عمل السجزي [٩ ، ص ١٢٠] انه يجب عدم استعمال انشاء كهذا ويبدو ان هذا الرأي ليس رأي المؤلف وبالتالي قد يكون انه ليس المؤلف .

ونرى ايضاً ان الباحثين اللذين عرفا في ذلك الوقت بكتاباتهما حول « **المتسّع** » **كأبي الجود والبيروني** لم يستعملا انشاء الانحراف . لقد استعمل ابو الجود الاشكال المخروطية وكان اكثر اهتماماً بالطرق الجبرية في حين ان البيروني مثل الانشاء على انه قليل الاستعمال في الاعداد .

والخلاصة

ان هذه الرسالة هي **عمل مؤلف عالم هندسي مجهول من القرن العاشر** وهناك شاهد آخر أبعد هو **تأثير وسيلة بني موسى على الرياضيات العربية في العصر الوسيط** .

رسالة نصر بن عبد الله في استخراج سمت القبلة

ريتشارد لورتش

ألف نصر بن عبد الله الملقب بالعزيزي – استناداً إلى سزكين (ج ٥ ، ص ٣١٤ ؛ ج ٦ ، ص ٢٠٨) – مقالات في الكسوف والخسوف **ورسالة في أن الأشكال كلها من الدائرة** . أما بشأن عصره فالشاهد الوحيد يظهر في مقطع ورد في بداية رسالته الأخيرة يقول فيه إنه قد أنجز كتاباً لخزانة الملك المنصور . بيد أن مصنف المخطوط يعتبر وبثقة تامة أن الملك المنصور هو نفس السلطان منصور عضد الدولة . وبذلك يحدّد عصر نصر بن عبد الله في النصف الثاني من القرن الرابع الهجري/العاشر الميلادي .

إن الآلة التي يصفها الكاتب هنا هي إحدى الآلات المحدودة العدد التي يمكن بها استخراج سمت القبلة هندسياً . إذ تستخرج وجهة القبلة بآلات أخرى مثل الربع المجيب تتبع حسابات مثلثاتية ، وتوجد آلات كثيرة يمكن من خلالها حساب القبلة منها دائرة المعدل حيث المحاريب في داخل دائرة الأفق . وتتلخص طريقة نصر بن عبد الله في رسم بياني أساسي يطوي أقواس الدوائر العظمى مباشرة على نصف الكرة . توضع نصف الكرة AGBD تنصفها كلتا الدائرتين المتعامدتين AEB و DEG بشكل تتجه معه B نحو الشمال . اذا كانت φ تمثل خط عرض المكان المطلوب و ΔL فضل الطول بين المكان ومكة و φ_M عرض مكة ، فالشكل (١) يمثل باختصار المراحل المتبقية من العملية .

$BZ = \varphi$ حيث Z هي القطب الشمالي

نرسم خط الاستواء GHD بالاتجاه المعاكس للقطب Z

$HT = \Delta L$

نرسم LZTK

$TM = \varphi M$

حيث M هي موضع مكة

نرسم EMN حيث DN هي سمت مكة

لإنشاء هـــذا التركيب على نصف كرة ، على المرء أن يستعمل أداتين لرســـم الدوائر العظمى : الفرجار لرســـم الدائرة إذا عرفت نقطـــة القطب ، والمسطرة للمطابقـــة والملاءمة ، إذا كانت نقطتان من الدائرة معلومتين . هذا ويجب ان تكون المسطرة مدرجة للتأشير على العرض وعلى فضل الطول . لم ينوه الى طبيعة هاتين الأداتين ، لكن جاء وصف الفرجار المناسب في كتب المعرفـــة "**Libros del Saber**" القرن الثالث عشر ، ووصف المراكشي مسطرة مناسبة تستعمل في آلة « ذات الكرسي » . ووردت نفس الطريقة من حيث جوهرها عند عبد الرحمن الخازني في التطبيق الخامس عشر في « الكرة التي تدور بذاتها » . في هذه الحالة حيث تم تأشير القطب ودائرة الاستواء ، تبقى العلامة الإضافية الوحيدة في الكرة هي نقطة موضع مكة ؛ وتستخدم المسطرة للوصل بين هذه النقطة وسمت المكان لإيجاد سمت مكة على دائرة الأفق . بما أن الكرة استعملت هنا فقط كما استعملت « في ذات الكرسي » فإن أبحاثاً لاحقة يمكنها إبراز هذه الطريقة في تحديد وجهة القبلة من خلال رسائل أخرى عن هذه الآلة . ومن بين استعمالات الأسطرلاب الكريّ المزود بنظام إحداثي أفقي استخراج سمت مكان ما نسبة إلى مكان آخر . أما الطريقة المرادفة باستعمال الدوائر المسقطة فقد أوجدت القبلة بواسطة ربع المقنطرات . ومن المدهش ان الوفائي لم يكيف آلته « دائرة المعدل » لهذه الغاية فهي تحتاج إلى أن تدرّج فيها نصف دائرة الرؤية الدوارة ، والى مربع آخر ينتصب عمودياً على دائرة الأفق .

يقول نصر بن عبد الله إنه كان قد كتب سابقاً في هـــذا المجال كتيباً يبدو أنه ضاع وهو حول « تركيب الأفلاك » يحتمل أن تكون له علاقة بكتب الفلك التي هي من مدرسة « فرضيات » بطليموس .

اعادة ترتيب
مخطوط عربي في الرياضيات والفلك
بانكيبور ٢٤٦٨

جان بيتر هوخندايك

يضم المخطوط العربي بانكيبور ٢٤٦٨ في المكتبة الشرقية العمومية في بتنه (الهند) مجموعة نفيسة تزيد على ٤٠ رسالة في الرياضيات والفلك الاسلاميين كتبت في القرن السابع للهجرة . أعيد تجليد المخطوط في الماضي فاختفى من جراء ذلك العديد من اوراقه كما ضاع واختل ترتيب اجزائه .

ثم قامت عملياً دائرة المعارف العثمانية في حيدر آباد بطبع كامل المخطوط متبعة الغلط نفسه في ترتيب اوراقه مما أدى الى اضطراب النص المطبوع في اثنتين من رسائل البيروني : **استخراج الأوتار** ، **افراد المقال في أمر الظلال** ، وفي رسالتين لابن سنان : **الهندسة وعلم النجوم** ، **كتاب في حركات الشمس** . في المخطوط كما في النص المطبوع توجد قطع من ثلاثة أعمال اخرى غاية في الأهمية في تاريخ الرياضيات والفلك الاسلاميين لم يعرف لها نسخ أخرى قط ، وهي :

١ــ مقالة في التحليل والتقطيع في التعديل . للبيروني

٢ــ المسائل المختارة . لابراهيم بن سنان

٣ــ مقالة في أن لوازم تجزيء المقادير الى لا نهاية قريبة من امر الخطين اللذين يقربان ولا يلتقيان في الاستبعاد . للبيروني .

وفي عام ١٩٦٠ قدم احمد سعيدان وصفاً للنص المطبوع محاولاً مبدئياً تحقيق القطعتين ١ و ٢ دونما رجوع الى المخطوط . أما القطعة الثالثة فقد حققها في عام ١٩٧٧ بولجاكوف وأحمدوف .

يصف البحث المخطوط وصفاً مفصلاً . والمخطوط عبارة عن خمسة أجزاء متتابعة ، تمت الإشارة إليها في الفصل الثاني من البحث . أما فهرس المحتويات فقد أدرج في الفصل الثالث بالترقيم الحالي للمخطوط ، وبترقيم معدل رآه كاتب البحث أقـرب الى الأصل – أو ربما كان كذلك – معتمداً في ترقيمه المعدل هذا فهرس سزكين « تاريخ التراث العربي » ، والنصوص المطبوعة في دائرة المعارف العثمانية والدراسات المعاصرة الوثيقة الصلة بالموضوع . في الفصل الرابع تحقيق دقيق ومحكم للقطعة الأولى استناداً الى أعمال أخرى للبيروني . وفي الخامس تحقيق القطعة الثانية استناداً الى مقطع من مؤلَّف للعالم الهندسي أحمد بن محمد بن عبدالجليل السجزي (القرن الرابع الهجري) . أما الفصل السادس ففيه مناقشة مقتضبة حول القطعة الثالثة .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ — تقديم نسختين من كل بحث أو مقال إلى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات إلى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ — ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكنا وإلا باللغة العربية .

٢ — طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار إليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضاً ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ — بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب — أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج — أما إذا أشير إلى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة إلى أرقام الصفحات .

أمثلة :

أ — المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب — عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية . مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣ .

ج — المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

المشاركون في هذا العدد

عادل انبوبا : يعمل في ميدان تاريخ الجبر والهندسة ، وقد درس مادة تاريخ العلوم العربية في الجامعة اللبنانية وفي الكلية الفرنسية للاقتصاد في بيروت .

ج. ل. برغرن : أستاذ الرياضيات في جامعة سيمون فريزر في كولومبيا البريطانية / كندا . له كتاب تحت الطبع (أحداث في تاريخ الرياضيات العربية في العصر الوسيط) (بالانكليزية) .

رشدي راشد : مدير أبحاث في المركز الوطني للبحث العلمي – معهد تاريخ العلوم – جامعة باريس . تضم منشوراته العديدة في تاريخ الجبر والهندسة تحقيقاً ودراسة نقدية لجبر الخيام .

لوتس ريشتر – برنبورغ : مساعد في حلقة الدراسات العربية في جامعة جوتنجن . اهتمامه منصب على تاريخ الطب بخاصة وعلى تاريخ الحضارة العربية الاسلامية في العصر الوسيط بعامة .

جورج صليبا : أستاذ مساعد في الدراسات العربية الاسلامية في قسم الشرق الأوسط في جامعة كولومبيا. يركز اهتمامه حول العلوم الدقيقة الاسلامية في العصر الوسيط . يقوم حالياً بتحقيق أعمال الفلكيين الدمشقيين مؤيد الدين العرضي وابن الشاطر .

اورسولا فايسر : حققت كتاب العلل « سر الخليقة وصنعة الطبيعة » لبلينوس الحكيم ، نشره لها معهد التراث العلمي العربي . تعمل حالياً في حقل تاريخ الطب وعلم الأحياء عند العرب .

ميرسيه فيلادريش : تتابع اهتمامها في ترجمة الأعمال الفلكية العربية إلى اللغتين اللاتينية والاسبانية في جامعة برشلونه .

أ. س. كندي : أستاذ متقاعد في الجامعة الأميركية في بيروت له عدة مؤلفات ومقالا ت في الفلك والرياضيات الاسلاميين .

ديفيد كينج : أستاذ مشارك في مادتي اللغة العربية وتاريخ العلوم بجامعة نيويورك . مؤلفاته في علم الفلك العربي – الاسلامي عديدة .

ريتشارد لورتش : عمل عامين في معهد التراث العلمي العربي ، يعمل حالياً في لجنة كيبلر التابعة لأكاديمية العلوم / باير (في ميونيخ) .

جان بيتر هوخنديك : نال درجة الدكتوراه في تاريخ الرياضيات من جامعة اوترخت / هولندا . تضمنت اطروحته دراسة حول إحياء ابن الهيثم لكتب ابيلونيوس في القطوع .

NOTES ON CONTRIBUTORS

Adel Anbouba works on the history of algebra and geometry. He has taught the history of Arabic Science at the Lebanese University and at the French Faculty of Economics.

J. L. Berggren is a professor of mathematics at Simon Fraser University, British Columbia. His book *Episodes from the History of Medieval Arabic Mathematics* is in press.

Jan Hogendijk has recently got his Ph. D. in the History of Mathematics from the University of Utrecht. It is a study of Ibn al- Haytham's restoration of the lost eighth book of Apollonius' *Conics*.

E. S. Kennedy is professor emeritus at the American University of Beirut. He has written many books and articles on astronomy and mathematics in medieval Islam.

David A. King is associate professor of Arabic and history of science at New York University. He has published extensively on medieval Arabic astronomy.

After two years at the IHAS, **Richard Lorch** is now back in Munich, where he is working at the Kepler Kommission of the Bayerische Akademie der Wissenschaften. In May and June 1983, he was Visiting Professor at the Universty of Hamburg, most of his lectures being on medieval Arabic Science, and technology.

Roshdi Rashed is director of research at the CNRS Institute for the History of Science, University of Paris. His many publications on the history of algebra and geometry include a critical edition of ᶜUmar al-Khayyâm's *Algebra* (IHAS, 1981).

Lutz Richter-Bernburg is Assistant at the Seminar für Arabistik; University of Göttingen. His interests include the history of medicine as well as general history of medieval Islam.

George Saliba is assistant professor of Arabic and Islamic sciences, Department of Middle East Languages and Cultures, Columbia University. He is interested in the exact sciences in medieval Islam. He is preparing an edition of the astronomical works of Mu'ayyad al-Dīn al-ᶜUrḍī and Ibn al-Shāṭir, both of Damascus.

At the University of Barcelona, **Mercè Viladrich** is pursuing her interest in the translation of Arabic astronomical works into Latin and Spanish.

Ursula Weisser is the editor of the cosmological treatise *Sirr al-Khalīqa*, published by the Institute for the History of Arabic Science. She is working on the history of Arabic biology and medicine.

Moreover, several passages in the Alphonsine treatise have such striking similarities with the corresponding ones in the pseudo-Māshā'allāh's Latin text that we might very well suggest that one of them is a direct translation of the other. This leads us to the contributions made, in 1951, by G. Menéndez Pidal on the translation techniques of thv Alphonsine School. According to him, in the first period of translations (1250-60) one of the translators who knew Arabic dictated a translation of the text into Castillian and this was re-translated orally into Latin by another scholar, while a scribe copied it out; the originality of the alphonsine translations lies in the introduction of an intermediate link consisting in a scribe who copied out the Castillian version[9]. If we accepted Menéndez Pidal's hypothesis, then it might be tempting to consider that in some of the chapters of *De Compositione Astrolabii* we might have the remains of an Alphonsine Latin version for which the Castillian version would be the intermediate link[10].

9. G. Menéndez Pidal, "Como trabajaron las escuelas alfonsiés", *Nueva Revista de Filología Hispánica*, year V, no. 4 (Mexico, Cambridge Mass., 1951) pp. 363-380.

10. About the alphonsine treatise and the hispanic tradition on the plane astrolabe see:

M. VILADRICH and R. MARTÍ, *En torno a los tratados hispánicos sobre construcción de astrolabio hasta el siglo XIII*. Textos y Estudios sobre Astronomía Española en el siglo XIII. Barcelona, 1981, 79-99.

R. MARTÍ and M. VILADRICH, *Las tablas de climas en los tratados de astrolabio del manuscrito 225 del "Scriptorium" de Ripoll*, "LLull," (Boletín de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias) 4, 1981, 117-122.

R. MARTÍ y M. VILADRICH, *En torno a los tratados de uso de astrolabio en al-Andalus, la Marca Hispánica y Castilla hasta el siglo XIII*. Nuevos Estudios sobre Astronomía Española en el siglo de Alfonso X. Barcelona 1983, 9-74.

M. VILADRICH y R. MARTÍ, *Sobre el "Libro dell Ataçir" de los Libros del Saber de Astronomía de Alfonso X el Sabio*, ibidem, 75-100.

Chap. II. Aptatio Rethis sive Tele Aranee seu Valzagore Rubrica.	*Chap. VII.* De cuemo deue seer entallada la red dell astrolábio.
Chap. 13. De inscriptione almucantharach capitulum.	*Chap. VIII.* De cuemo se deuen fazer las láminas en que son los almocantarat et los azimut et las oras et primeramientre de cuemo deuen seer fechos los almocantarat en ellas.
Chap. 14. De Divisione e orizontis et ayzimucht per arcum.	*Chap. IX.* De cuemo deuen seer fechos los azimut.

It is now appropriate to recall the contribution made by J. Samsó[6] whose principal aim was to suggest that the notes on Ptolemy's *Planisphaerium* by the Xth century astronomer Maslama al-Majrīṭī are one of the sources used to compile the *Libro del Astrolabio Llano* by Alphonso X the Wise. He bases his argument on the coincidences and parallelisms that could be established between Maslama's work and chapters V, VI, and IX of the Alphonsine book, which respectively concern the division of the ecliptic in signs and degrees, the projection of the fixed stars onto the spider and the tracing of the azimuthal circles. As has been observed, these are some of the very chapters which identify most closely with those bearing the same content in the section of the text *De Compositione Astrolabii* contained within chapters 7 to 16.

The relationship that can therefore be established between the three texts allow us to suggest the hypothesis of the attribution of chapters 7 to 16 of *De Compositione Astrolabii* to Maslama's School. This hypothesis seems to receive support from Kunitzsch's remark on the *explicit* appearing in some manuscripts of the pseudo-Māshā'allāh, at the end of the chapter 16 (*Finit opus astrolabii secundum Marcellania*): according to him "the name given in the MS is unequivocally a transcription of the Arabic Maslama".[7] At the same time, this would lend further support to the relationship established by Samsó between Maslama's notes on Ptolemy's *Planisphaerium* and the Alphonsine *Libro del Astrolabio Llano*. Even if Maslama never actually wrote a complete treatise on the construction and use of the astrolabe, it is likely that his disciples Ibn al-Ṣaffār and Ibn al-Samḥ were aware of his methods. Bearing in mind that we have knowledge of a lost book by Ibn al-Samḥ on the construction of the astrolabe, and knowing that he was a well-known author at the Alphonsine court,[8] we might consider the possibility of identifying part of a Latin version of this lost text with chapters 7-16 of *De Compositione Astrolabii*.

6. J. Samsó "Maslama al-Majrīṭī and the Alphonsine Book on the Construction of the Astrolabe". *Journal for the History of Arabic Science* (Aleppo, 1980), vol. 4, pp. 3-8.

7. P. Kunitzsch "On the authenticity...." p. 46.

8. See J. Samsó, "Maslama al-Majrīṭī ..." (see note 6), p. 8. For Ibn al-Samḥ see F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, vol. 6 (Leiden: Brill, 1978), p. 249.

gradus ex Geminis.[3]	grados de cancro.
Hunc divides universum ciruculum signorum per singulos gradus,	Et en exiemplo desto sobredicho podrás partir todo el cérculo sobredicho de los signos por grados ó por qual cuento quisieres.
ut patet in figura.	Et esta es la figura desto que auemos dicho.
(R. T. Gunther, *Chaucer and Messahalla on the astrolabe*, pp. 204-205).	(Rico y Sinobas, *Libros* II, pp. 232-233.)

Recently, P. Kunitzsch[4] has put forward a whole series of arguments about the origins of the text published by R. T. Gunther. He claims that the treatise in question is, in fact, a compilation of different texts written between the Xth and the XIIIth centuries, some of them literal translations from the Arabic into Latin[5]. Although it is not possible, as yet, to establish the exact origins of all the materials of which the text consists, Kunitzsch does point out that it is wrong to attribute to Māshā'allāh the section to the treatise *De Compositione Astrolabii* which includes chapters 7 to 16. It is precisely this part of the treatise which is related to the Alphonsine text, as is shown in the following list of chapter-headings, which demonstrates the correspondences between the two texts:

Chap. 7. Preambulum ad Compositione Rethis et Tabularum Altitudinis.	*Chap.* III. De cuemo se deue fazer la red et primeramientre de cuemo deuen seunalar en ella el cérculo de capricornio et de aries et de libra et el cérculo de cancro.
Chap. 8. De constitutione Zodiaci et eius divisiones.	*Chap. IV.* De cuemo deue seer fecho el cérculo de los signos dell astrolabio
Chap. 9. De divisione circuli signorum sive Zodiaci Capitulum.	*Chap. V.* De cuemo deue seer partido el cérculo de los signos.
Chap. 10. Sequitur de inscripcione Stellarum fixarum in Rethe in eius Zodiaco.	*Chap. VI.* De cuemo se deuen poner las estrellas fixas en la red.

3. This difference between the two texts is due to Gunther's correction (see R. T. Gunther, p. 205, footnote I).

4. See P. Kunitzsch "On the authenticity of the treatise on the composition and use of the astrolabe ascribed to Messallah", *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* vol. 31, no 106, 1981, pp. 42-62.

5. See P. Kunitzsch "On the authenticity ..." p. 43-48.

bd in puncto *k*, deinde
extrane dyametrum *bd* in directo,
donec abscindat circulum signorum
super *h*. Tunc punctus *a* erit
punctus capitis Libre,
et punctus *h* Capricorni,

et punctus *c* Arietis, et punctus

z capitis Cancri.
Post hoc pone arcum *dl* et arcum *bm*
unumquemque scilicet istorum ex
30 gradibus. Deinde queres arcum
qui est super punctum *m* et *k*
et *l* et abscindet circulum
signorum super *ns*,

eritque *hs* arcum signum Sagitarii,

et arcus *zn* signum Geminorum.
Post hoc pones unumquemque ex
arcubus *lg* et *mf* 30 gradus.
Deinde queres arcum qui vadit per
puncta *f*, *k*, *g* et absicindet circulum
signorum super *qx*,
eritque arcus *sx* signum
Scorpionis, et arcus *nq*
Tauri, et remanebit arcus *xa*
signum Libre, et arcus
qc signum Arietis.
Post hoc pone arcum *ho*
sicut arcum *hs*
et arcum *or* sicut arcum *sx*,

eritque *rc* signum
Piscium et arcus *ro* signum
Aquarii, et arcus *ho* signum
Capricorni. Postea etiam pones
arcum *zv* sicut arcum
zn et arcum *vp* sicut
arcum *nq*, eritque arcus *ap*
signum Virginis et arcus *pt*
signum Leonis, et arcus *vz*
signum Cancri. Et similiter
si poneres arcum
dl 3 gradus, et arcus
bm similiter esset
arcus *hs* 3 gradus ex
Sagittario et arcus *zn* 3

de *db* sobrel punto de *q* et desende
saca el diámetro de *bd* en drecho
fata que taíe el cérculo de los signos
en el punto *dr* h et sera el punto de *a*
el punto de la cabeça de libra
et sera el punto de *h* el punto de la
cabeça de capricornio
et el punto de g sera el punto de la
cabeça de aries et el punto de
z sera el punto de la cabeça de cancro
Et desende faz en ell archo de *dlbm*
cada uno dellos de
XXX grados et farás un archo
que passa por el punto de *m* et de *q*
et de l et taíará el cérculo
de los signos en los dos puntos de *n* et
de *p*
et será ell archo de *hp* el signo de sa-
gittario
et ell archo de *zn* el signo de gémini.
Et desende farás otrossí cada uno de
los archos de *lxmf* XXX grados
et farás un archo que passe por
el punto de *fqx* et taíará el cérculo
de los signos en los dos puntos de *kc*
et será ell archo de *pc* el signo de
escorpion et ell archo de *nk* el signo de
tauro et fincará ell archo de

kg el signo de aries.
Et desende farás ell archo de *hs*
tamanno cuemo ell archo de *hp*
et ell archo de *so* tamanno cuemo ell
archo de *pc*
et será ell archo de *go* el signo
de piscis et ell archo de *os* el signo
de aquario et ell archo de *sh* el signo
de capricornio. Et desende farás otrossí
ell archo de *zx* tamanno cuemo ell archo
de *zn* et ell archo de *xo* tamanno cuemo
ell archo de *nk* et será ell archo de *ao*
el signo de virgo et ell archo de *ox*
el signo del leon et ell archo de *xz*
el signo de cancro. Et
si ouieres puesto de primero ell archo
de dl por tres grados et ell archo
de *bm* por otros tres sería
ell archo de *hs* tres grados de
capricornio et ell archo de *zx* tres

NOTES AND COMMENTS

On the Sources of the Alphonsine Treatise Dealing with the Construction of the Plane Astrolabe

MERCÈ VILADRICH*

The aim of this paper is to demonstrate that some of the chapters of the Alphonsine book on the construction of the plane astrolabe are a translation – in some cases only a partial translation and in others a complete translation – of the same Arabic original used as the source for part of the *De Compositione Astrolabii* attributed to the astrologer Māshā'allāh, who lived in Bagdad in the second half of the eighth century A. D., and published by R. T. Gunther[1] To show some of the similarities between the two texts, I give below, in two parallel columns, the chapter from the Latin text published by Gunther and the corresponding passage from the Alphonsine treatise,[2] which deal with the division of the Zodiac:

9. *De divisione circuli signorum sive Zodiaci Capitulum.*	V. *De cuemo deue seer partido el cérculo de los signos*
Cumque feceris circulum signorum	Quando ouieres fecho el cérculo de los signos
oportet te postea dividere eum per signa et gradus signorum,	déuesle partir por los signos et por los grados de los signos.
cuius rei exemplar est ut	Et dámoste á esto exiemplo que
facias circulum capitis Arietis	fagas el cérculo de aries
et Libre qui est *abcd*	et libra et este cérculo de *abgd*
et diametra abscindant se	et los dos diámetros se ayuntarán
super circulum signorum *azch.*	sobrel punto de e et escreuirás sobrel cérculo de los signos *azgh*
Deinde divides *abcd*	et desende parte el cérculo de *abgd*
per 360 gradus.	por CCC et LX partes eguales
Post hoc pone arcum *ct* similem	et faz ell archo de *gt* tamanno cuemo
dimidio tocius declinationis.	la meatad de la declinacion general
Deinde iunge a cum *t*,	et desende llega la a con la *t*
et abscindet linea *at* dyametrum	et taíará la linna de *at* el diametro

* Facultad de Filología, Universidad de Barcelona. Barcelona.

1. R. T. Gunther, *Early Science in Oxford*, vol V: *Chaucer and Massahalla on the astrolabe*, (Oxford, 1929) pp. 195-231. I am grateful to J. D. North, who sent photocopies of this edition to Barcelona.

2. Rico y Sinobas, *Libros del Saber de Astronomia*, vol II, (Madrid, 1863) pp. 242-252. See a fairly recent survey on Alphonsine astronomical works and King Alfonso's collaborators in D. Romano "Le opere scientifiche di Alfonso X e l'intervento degli ebrei". *Oriente e Occidente nel Medioevo: Filosofia e Science*, Accademia Nazionale dei Lincei (Roma, 1971) pp. 677-711.

phy of the respective author (pp. 75-96). The bibliography includes a list of the existing editions of medieval Arabic treatises on the subject and a list of selected studies on Arabic chemistry and alchemy. The volume is rounded off by an Arabic-German glossary of technical terms.

These carefully prepared and annotated readings can be warmly recommended to everyone who wants to get acquainted with the medieval (al)chemical literature of the Arabs, especially to beginners in the Arabic language. Teachers in the history of Arabic science will also welcome this chrestomathy as a valuable – and long overdue – auxiliary for university courses. It is to be hoped that further source-books of this kind will soon follow!

Ursula Weisser

Institut für Geschichte der Medizin
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Quellengeschichtliches Lesebuch zur Chemie und Alchemie der Araber im Mittelalter (*Kitāb fī ʿIlm aṣ-ṣināʿa*). Herausgegeben von Karl Garbers und Jost Weyer (Quellengeschichtliche Lesebücher zu den Naturwissenschaften der Araber im Mittelalter, Bd. 1). Hamburg: Buske 1980. XII, 114 pp. DM 19.80.

This bilingual source-book contains a collection of short medieval chemical and alchemical texts in the original Arabic language with facing German translation. It is the first volume of a new series of anthologies on Arabic science edited by the Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik of the University of Hamburg (Germany), which are intended primarily for university students. The establishment of such a series may be regarded as an indication for the growing awareness among western historians of science that, in view of the important role played by Muslim scholars in the general development of science, a certain knowledge of the Arabic language is a desireable qualification for everyone working in this field. To promote the spread of this knowledge is the principal aim of the new "Lesebücher". Didactically prepared texts will help the beginner to familiarize himself with terminology and linguistic peculiarities of Arabic scientific prose. At the same time, he can get a first orientation in the history of the particular science in medieval Islam, its methodology, standards and achievements.

The chrestomathy reviewed here is a cooperative work of Karl Garbers, one of the last surviving pupils of the great Julius Ruska, and Jost Weyer, an historian of chemistry with particular interest in alchemy, who is responsible for the choice of texts. Most of the 28 Arabic passages presented here are taken from works which have appeared in print before. The selection, which includes sections from treatises by Jaʿfar aṣ-Ṣādiq, Jābir ibn Ḥayyān, al-Kindī, Abū Bakr ar-Rāzī, Ibn Umayl, Ibn Sīnā, al-Hamadānī, al-Khāzinī, Abū l-Qāsim al-ʿIrāqī and the encyclopedist al-Qazwīnī, seems to be fairly well-balanced. The various aspects of medieval chemistry, alchemy and theory of matter as well as practical chemistry, are adequately considered. A minor short-coming is perhaps the extreme brevity of some of the excerpts; none of them comprises more than two pages, and several are considerably shorter. All texts have been provided with a new German translation by Garbers, whose close rendering of the Arabic wording will be appreciated by readers to whom the language of the original still presents some difficulties. The second part of the book comprises the commentaries written by Weyer. He starts with a concise historical introduction to the background and evolution of Arabic alchemy and chemistry and to the main problems the medieval alchemists were concerned with (pp. 53-73). There follow technical and terminological annotations to each single text, preceded by a short biogra-

Reference Books for the Historian of Science: a Handlist, compiled by **S. A. Jayawardene** (London: Science Museum Library, Occasional Publications 2, 1982). xiv + 229 pages. £ 2.50.

This *Handlist* contains well over a thousand items and is divided into forty-four sections arranged under headings "The History of Science and its Sources", "History and Related Subjects", and "General Reference". It includes for instance, sections on biographies, patents, theses, international exhibitions, scientific manuscripts, historical method, and encyclopaedias.

In the field of medieval science there are some noticeable omissions: e.g. A. B. Emden's bio-bibliographical works, such as his *A Biographical Register of the University of Oxford to A.D.* 1500 (Oxford, 1957-9); F. E. Peters, *Aristoteles Arabus. The Oriental Translations and Commentaries on the Aristotelian Corpus* (Leiden, 1968); and F. Stegmüller, *Repertorium Commentariorum in Sententias Petri Lombardi* (Würzburg, 1947; supplement by R. P. V. Doucet, Florence, 1954). More serious is the omission of Brockelmann's *Geschichte der arabischen Literatur* and supplements (Leiden, 1898-1942) and J. D. Pearson's *Index Islamicus*. These and similar oversights will reduce the value of the *Handlist* for the beginning student, though such specialist works can doubtless be found through the references that the *Handlist* does give. But, as every maker of bibliographies knows, it is easier to carp than to compile. Besides, the strength of the *Handlist* lies in its general reference and history sections.

Not only will the *Handlist* give the student a useful survey of bibliographical resources, but it will save almost every historian of science many hours of tedious work. To take one example, in section XII there are bibliographical details of the *Proceedings* (and related literature) of all the International Congresses of the History of Science.

The *Handlist* is well produced, with clear type and ample margins (and over twenty pages of blank paper at the end, no doubt for the user's *addenda*). There are two execllent indexes: author/title and subject. At £ 2.50 the book is remarkably good value.

RICHARD LORCH

Institute for the History of Arabic Science
Aleppo University.

7 – Anyone working with manuscript sources sympathizes with Sezgin's difficult task of identifying the authorship of those manuscripts. What Sezgin does in the doubtful or anonymous cases is to try to determine the authorship by internal evidence (e.g. p. 106, 149 n.1.), select important identifying items for future researchers (pp. 128, 170), and does not refrain from correcting catalogue entries Whenever they exist (e.g. pp. 128, 131), or even correct secondary literature on the subject (pp. 133, 290). If all attempts fail, he hopes that future research will reveal the authorship, and to facilitate that research he gives the reader detailed contents of the manuscript with full incipits and key phrases (e.g. 184, 305).

8 – Manuscripts existing in fragments are identified as such and an attempt is made to bring together parts that are scattered in libraries as far apart as Damascus and Munich (p. 163).

9 – While discussing specific topics, Sezgin goes through voluminous works in an attempt to isolate the relevant material, although these works may already exist in print as belonging to other subject matter. Anyone interested in the problem of tides will find it very convenient to know that the subject was discussed by Mas'ūdī in *Murūj* I, 244f. as already identified by Sezgin.

10 – Finally, this reviewer has nothing but admiration for the kind of labor Sezgin must have gone through in order to sift the multivolume work of Ibn Sīdah in search for its sources that are mainly lost, or in search of material relating to astrology or meteorology (pp. 365 - 369).

The following notes are given in the hope of being incorporated in the future "Nachträge".

1 – p. 26. The attack of 'Alī b. 'Īsā al-'Asṭurlābī against astrology was used by Ibn Qayyim al-Jawziyyah in his *Miftāḥ Dār al-Sa'ādah*, Beirut ed. vol. 2, p. 148f.

2 – p. 43. The *tafsīr* of Ṭabarī of the *Tetrabiblos* is extant in Uppsala 203.

3 – p. 43. An early copy of Ḥunain's translation of the *Tetrabiblos* is extant in Escorial 1829.

4 – p. 132. Kindī's treatises 8, 9, and another one on astrology were published by L. V. Vaglieri & G. Celentano in "Trois Épîtres d'Al-Kindī", *Annali, Instituto Orientali di Napoli* 34 (ns. xxiv) 1974, pp. 523 - 562 giving the text in facsimile and a French translation.

5 – p. 223. Another fragment of Theophrastus's meteorology is extant in Aligarh, University Collection 119.

GEORGE SALIBA

Department of Middle East Languages and Cultures
Columbia University, New York, NY, 10027.

feel, as this reviewer does, the debt to Sezgin's patience and dedication.

The following remarks are organized in two main types: A) an attempt is made in the first set of notes to isolate the main features that distinguish this work from others comparable to it, and B) a few additional remarks are supplied in the hope that they may be considered for the future "Nachträge" which I am sure will appear in the forthcoming volumes in this series.

1 – After placing astrology and meteorology in their proper context within the Arabic literary tradition (7 – 14, 205 f), unlike the authors of comparable works, Sezgin goes to great length in evaluating the works of specific authors whenever he thinks that such works are of major importance in that tradition (cf. e.g. the evaluation of the meteorological works of Ibn al-ʿAmīd 278f, and those of Ibn Sīnā 292f) .

2 – In his detailed discussion of early Arabic astrology (8, 163) Sezgin correctly notes that at least during the Umayyad period (p. 8) astrology was closely related and depended on political power for its survival.

3– In the same area of general observations, it is significant to note with Sezgin that most of the Arabic astrological works that were translated into Latin in the Middle Ages were not of the mathematically technical type (p. 13). The whole topic of that transmission, however, has yet to be studied in detail.

4 – Unlike the authors of comparable works, Sezgin continues to exploit every primary source he can lay hands on, be it published or in manuscript form, to collect the data he needs for bio-bibliographical information, and thus brings to light works of which we should otherwise have been unaware (cf. e.g. 18, 19, 81, 93,129, 343, *et passim*). To give an example of the width of the range of the research,we note that Sezgin has gone through the multivolume *Murūj al-Dhahab* of Masʿūdī to collect the information on Ḥunain Ibn Isḥāq's *al-Masā'il al-Ṭabīʿiyyah* from volume VII of Masʿūdī's work (p. 267). In another instance he goes through the treatise of Ibrāhīm ibn Sinān on the movement of the sun–which belongs properly in astronomy – to define Ibrāhīm's position on Aristotle's meteorology (p. 274). Finally, Sezgin does not shy away from going through voluminous Arabic philological works to gather information on Arabic meteorology.

5 – Several times Sezgin goes beyond the short references to earlier sources and tries to analyze the contents of the manuscripts he is surveying in order to determine their possible sources (p. 249) or originality (pp. 263, 274), or to draw attention to their importance for specific subjects (p. 146 astrology and *ghayb*. p. 155 astrology and medicine, p. 163 astrology in war).

6 – At other times he quotes the manuscripts at great length to highlight their importance, thereby rendering an incomparable service to the reader who has neither the time nor the means to investigate these manuscripts first hand (cf. e.g. p. 85, 164 – 165, 172, 314, 359 *et passim*).

Book Review

Fuat Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, Bd. VII, Astrologie – Meteorologie und Verwandtes bis ca. 430H., xvi + 486p., bibliog., indices, Leiden: Brill 1979.

Students of Arabic and Islamic studies need no introduction to the works of Sezgin, for the early volumes of this series are now standard references for the early period of Arabic studies. In this volume Sezgin adheres to the method he followed in the earlier volumes, and once more the student of the History of Arabic Science is treated to a detailed reference work, this time on Arabic Astrology, Meteorology and related matter.

This volume is divided into two major parts: 1) Astrology and 2) Meteorology. Under each division Sezgin reviews the state of the art, the sources of our knowledge of the subject – usually and excellent bibliographical list of primary reference material, sources of the subject itself – mainly Greek, Syriac and Indian, and finally a list of the Arabic authors on the subject – some 100 astrologers and a similar number of writers on meteorological and related disciplines. Following the practice established in the earlier volumes, Sezgin adds his corrigenda in the form of "Nachträge" to the present volume as well as to the earlier ones. There is also a 'select' bibliography – not inclusive of all the works cited or mentioned in the body of the text, and extensive indices.

Although most of this working apparatus may look as if it is routine work, the reader should be advised that Sezgin's own interpretation of the status of the fields under discussion and their significance is to be found on almost every page, but especially in the sections titled "Anfänge, Entstehung und Entwicklung" (26f, 205f). Moreover, the reader is made aware of Sezgin's attempt to place these fields within their social context, as in the case of listing the attacks upon and defenses of astrology, (22f). In short, no student of Arabic astrology or meteorology, no matter what background or methodological persuasion he comes from, will, for a long time to come, be unable to do any serious work in either subject without a frequent reference to Sezgin's work.

The other comparable works that come readily to mind are those of Suter – for astrologers –, Brockelmann – for both subjects –, and Ullmann – for both subjects and others –, but none of these works come in any way close to the richness of Sezgin's, be it in its extensive survey of manuscripts or in its wide-ranging survey of holdings in libraries scattered in the most inaccessible parts of the world. Any one who has been engaged in any way with research in manuscripts held in India, North Africa, Turkey and Iran, will for ever

To Contributors of Articles for Publication in the *Journal for the History of Arabic Science*

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. In matters of paragraph-indentation and the indication of footnotes, please follow the style used in this journal.

2. Please include a summary – if possible in Arabic, but otherwise in the language of the paper – about a third of the original in length.

3. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and they should contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page-numbers. For journals give author, number, year, and page-numbers.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Takiyüddin'in Sidret ül-Münteha'sına aletler bahsi", *Belleten* 25 (1961), 213-238.

After the first quotation, if the reference is repeated, then the author's name and the abbreviation *op. cit.* may be used. Alternatively, the books and articles cited may be collected into a bibliography at the end of the article, according to the above format, so that reference may be made to them in the footnotes by author or short title.

4. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

' , b , t , th , j , ḥ , kh , d , dh , r , z , s , sh ,
ء ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش

ṣ , ḍ , ṭ , ẓ , ᶜ , gh , f , q , k , l , m , n , h , w , y ,
ص ض ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه و ي

Hamza at the beginning of a word is omitted in transcription. The *lām* of the Arabic article before sun-letters is not assimilated (thus *al-shams* and not *ash-shams*).

For short vowels, *a* is used for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for *ḍamma*. For long vowels diacritical marks are drawn over the letters: *ā*, *ī*, *ū*. The diphthong *aw* is used for 'وْ' and *ay* for 'يْ'. Long vowels before *hamzat al-wasl* are printed long (thus "abū'l-Qāsim" and not "abu'l-Qāsim").

tempted to disprove the existence of such lines because they believed the parallel postulate to be true. It is therefore interesting that **D** refers to a medieval geometer who doubted some of the consequences of the parallel postulate.

6.2 *Conjectural identification of* **D.**

Following Saidan, Bulgakov and Ahmedov[6] I shall attempt to identify **D.** Al-Bīrūnī says in the list of his own works mentioned above that he wrote a

> Treatise on (the fact) that the necessities of the infinite subdivisibility of magnitudes are related to the matter of the two lines which approach each other but do not meet in the distance, in ten leaves.[58]

The contents of **D** agree with this title, especially the reference to the two converging parallel lines. The infinite subdivisibility of magnitudes is also used in **D.**

It seems plausible that **D** is part of a work of Al-Bīrūnī, because **D** is found between other works of Al-Bīrūnī (**B, A** 40) and because **D** is well-written in a concise Arabic, which is different from the monotonous style of many other geometers.

So **D** is probably a fragment of the above-mentioned work on parallels of Al-Bīrūnī. This fragment seems to contain between one-half and one-fifth of the work.[59]

→
prima ipsa universae geometricae principia (Milano, 1733), book 1, propositions 30-33. Translated into German in: F. Engel, P. Stäckel, *Die Theorie der Parallellinien von Euklid bis auf Gauss* (Leipzig, 1895), pp. 41-136 (esp. pp. 104-109). Translated into English in G.B.Halsted, *Girolamo Saccheri's Euclides vindicatus* (Chicago-London:Open Court Publications, 1920).

58. Sachau, *Chronologie* (see note 18), XXXXIV:4. Following the MS (Leiden, Or. 133, 45:12-13), Sachau reads *tajazzu' al-maqādīr lā ilā nihāya*. The correct reading is *tajazzu' al-maqādīr ilā lā nihāya*.

59. This is apparent from a comparison between the length of some other treatises of Al-Bīrūnī in MS Bankipore 2468 and their length according to his own indications in the list edited by Sachau (note 18). See the following table:

Treatise	*No. of leaves in Bankipore 2468*	*No. of leaves acc. to Al-Bīrūnī*	*see Sachau page*
A 33	50	200	XXXXI
A 34	5½	15	XXXXII
A 35	22	60	XXXXII
A 40	17½	80	XXXXIV
B	18 extant	70	XXXXI
D	1 extant	10	XXXXIV

6. D: *a fragment of Al-Bīrūnī's Treatise on (the fact) that the necessities of the infinite subdivisibility of magnitudes are related to the matter of the two lines which approach each other but do not meet in the distance.*

6.1 *Description of* D.

The beginning of **D** is a proof that any segment of a straight line is infinitely subdivisible; the proof uses the existence of parallels and the fact that one can find infinitely many points on a straight line on one side of a given point. This proof is attributed in **D** to Al-Kindī (died after 256H./870 A.D.).[53]

Next **D** discusses an "objection" by a person whose name is not mentioned. This objection probably refers to part of the text which is now lost. It is based on the opinion of this person that the existence of parallel (that is: non-intersecting and being in the same plane) straight lines which approach each other "on one side" would not be surprising.

The author of **D** states that in his opinion two non-parallel straight lines do meet.[54] But then he gives some examples of in which two non-parallel straight lines (i. e. line segments) approach each other without ever meeting. The idea is basically that one or both of the segments may be extended an indefinite number of times in such a way that the point of intersection is approached but not reached.

The historical interest of **D** is in the reference to the person who believed that there may in fact be parallel straight lines which approach each other in one direction. This assumption contradicts the parallel postulate of Euclid (if the other axioms of Euclid are assumed to hold). However, asymptotically approaching parallels exist in hyperbolic geometry, which was created by Bolyai, Lobachevski and Gauss early in the 19th century[55] The idea of two converging parallels is mentioned by earlier geometers, for example Proclus (5th century A.D.)[56] and Saccheri (1733).[57] However, these geometers at-

53. See *GAS* 5, 255-259 for the mathematical work of Al-Kindī.

54. The meaning of this statement is not clear, because by definition two non-parallel straight lines have a point of intersection. Perhaps the author meant that he believed the parallel postulate to be true; or he may have taken *mutawāzin* in the sense of "equidistant".

55. For a survey of the history of the parallel postulate and non-Euclidean geometry and references see M. Kline, *Mathematical thought from ancient to modern times* (New York: Oxford University Press, 1972), Ch. 36 (pp. 861-88), R. Bonola, *Non-Euclidean Geometry, a critical and historical study of its development* (translated from the Italian), (New York: Dover, Reprint 1955); see also notes 56 and 57. For attempts by medieval Islamic geometers to prove the parallel postulate see A. P. Juschkewitch, *Geschichte der Mathematik im Mittelalter* (translated from the Russian), (Leipzig, 1964), pp. 277-288.

56. See *Proclus, Commentary on the First Book of Euclid's Elements, Translated by Glenn R. Morrow* (Princeton, 1970), pp. 151, 285 (= Proclus, ed. Friedlein, Leipzig 1873, pp. 192, 364-5).

57. See G. Saccheri, *Euclides ab omni naevo vindicatus, sive conatus geometricus quo stabiliuntur*



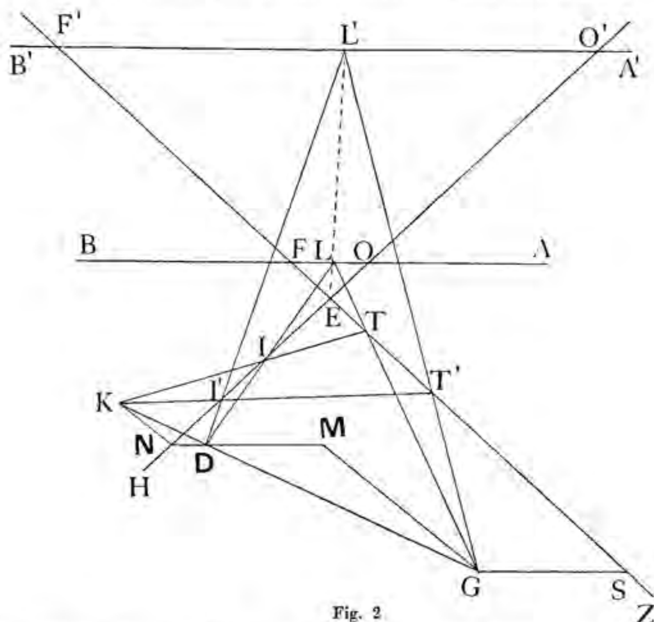


Fig. 2

eral reasons. First, the problems and their solutions are interesting medieval mathematics. Secondly, the work sheds some light on the geometrical activity in the early 4th century H./10th century A.D. This is of some importance because we have few traces of other work on advanced geometry in this formative period. Thirdly, the "Exquisite Problems" contain references to works of Apollonius which are not otherwise extant,[51] thus providing us with some new information about one of the greatest geometers of classical antiquity.

It seems that many of the "exquisite problems" were inspired by the work of Greek geometers. Among these is a famous problem of Apollonius: to construct a circle tangent to three given circles. At the end of the "Exquisite Problems" Ibrāhīm ibn Sinān gives solutions of his own and of his contemporaries Abū'l- ᶜAlā' ibn Abī'l-Ḥusayn (*GAS* 5, 300) and Abū Yaḥya (*GAS* 5, 303)[52]. Hitherto it was not known that the medieval Islamic geometers had also found solutions to this problem.

51. f 306b:20, 307a:22, 308a:1-4 = *RB* 1, 142:5, 144:5, 148:1-6 = *Dimirdâsh* 279:5, 281:2, 283: 16-21.

52. f 16b:20-20b = *RI* 6, 89:10 - 99:11. On the problem see T.L. Heath, *A History of Greek Mathematics*, (Oxford At the Clarendon Press, 1921) vol. 2, pp. 182-185; H. S. M. Coxeter, "The Problem of Apollonius", *American Mathematical Monthly*, 75 (1968), 5-15.

We draw lines GS[40] and ND parallel to AB. Then they (8) are known[41] because they meet two assumed lines.

We join KN. We draw (9) GM[42] parallel to it and meeting DN in point M. Then point M[43] is known, since KN (10) is known in position.

Let SE and HE meet AB in F[44] and O. Then (11) the ratio of LT to TG becomes equal to the ratio of LF to GS,[45] and the ratio (12) of LI to DI becomes equal to the ratio of OL to DN.

But the ratio of DK to (13) KG is equal to the ratio of DN to NM.[46]. So the ratio of LF to GS[45] (14) is compounded of the ratio of OL to DN and the ratio of DN to NM.[47] (15) But that is the ratio of OL to MN.

So, *permutando*, the ratio of (16) LF[48] to OL becomes equal to the ratio of GS, which is known, to MN, which is known (17). And line OF[49] is known.

So point L is known.

The solution of this problem by Ibrāhīm ibn Sinān is in a mathematical sense related to the theorem of Desargues;[50] this can be shown in the following way (fig. 2). We repeat the same procedure, for the same points K, D, G and the same lines EZ, EH but for another line $A'B' \parallel AB$, using the notations I', T', L', F' and O' as in fig. 2.

We have $F'L' : L'O' = GS : NM = FL : LO$, so L', L and E are collinear. This result can also be derived by means of the theorem of Desargues: lines DG, $I'T'$ and IT, joining the vertices of triangles $DI'I$ and $GT'T$, pass through one point (K), so the points of intersection E, L' L of the corresponding sides ($I'I$ and $T'T$, DI' and GT', DI and GT) are collinear.

It should be emphasized, however, that there is no such idea as the theorem of Desargues in the reasoning of Ibrāhīm ibn Sinān. Ibrāhīm ibn Sinān probably viewed the problem simply as the construction of a plane transversal figure LG KG KIT LID such that K, D and G are three given collinear points and L, I and T are on three given lines.

The "Exquisite Problems" constitute a work which is interesting for sev-

40. GS in MS, HS in RI.

41. both in position (because $GS \parallel AB$, $ND \parallel AB$) and magnitude (because G and EZ are known and D and EH are known). The two assumed lines are EZ and EH.

42. GM in MS, HM in RI.

43. I have emended the MS to على نقطة م < فنقطة م > معلومة ; RI has only فنقطة م معلومة

44. The MS is illegible. RI has B.

45. LK to GS in MS, LK to HS in RI.

46. NM in MS, IM in RI.

47. NM in MS, LM in RI.

48. LK in MS and RI.

49. OF in MS, OB in RI.

50. See for example C. Boyer, *A History of Mathematics* (Ne Ywork: Wiley, 1968,), p. 395, and any introductory book on projective geometry.

From the book of Aḥmad ibn Muḥammad ibn ʿAbdaljalīl (al-Sijzī) on the exquisite problems which were currently being discussed between him and the geometers of Shirāz and Khorāsān, and his (own) additions.

1. Our synthesis of an important proposition from the book of Ibrāhīm ibn Sinân on the exquisite problems.
2. If lines AB, ZE and EH are assumed, and points G, D and K on one straight line are known, how do we draw two lines GTL and DIL, meeting <AB> in one point and meeting ZE and EH in points T and I such that the points T, I and K are on one straight line? (fig. 1)
3. Let us draw GS and DN parallel to AB. We join NK.
4. We draw GM parallel to NK. We extend ND in a straight line to M such that it meets line MG <in M>.
5. We extend ZE and HE in a straight line towards F and O. We make the ratio of LF to OL equal to the ratio of GS to MN.
6. We draw GL and DL such as to meet lines ZF and HO in points T and I. We draw KT.
7. I say that line KT passes through point I.
8. Proof of that: the ratio of OL to MN is compounded of the ratio of OL to DN and the ratio of DN to NM.
9. But the ratio of LF to GS is equal to the ratio of LT to TG, because of the similarity of triangles LFT and GST.
10. And the ratio of LO to DN is equal to the ratio of LI to ID because of the similarity of triangles LOI and DNI.
11. And the ratio of DN to MN is equal to the ratio of KD to KG because of the similarity of triangles DNK and DMG.
12. So the ratio of LT to TG is compounded of the ratio of LI to ID and the ratio of KD to KG (by 5, 9, 10, 11).
13. So point I is common to lines LD, HO and KT, since figure LG KG KIT LID is a plane transversal figure.[36]
14. That is what we wanted to prove.

The analysis which corresponds to this synthesis is in C₁ f 4b:3-19 = *RI* 6, "*Al-handasa wa-ʿilm al-nujūm*", 17:19-18:17. I give an English translation below. The figure is the same as the figure belonging to the synthesis of Al-Sijzī. Numbers between parentheses refer to page and line numbers in *RI* 6. I shall use the conventions of section 4.2.

If lines AB, ZE and EH are assumed and two points (18:1) G and D are known, and point K is known, and points G, D and K (2) are on one straight line, how do we draw two lines GTL[37] and DIL (3), meeting AB in one point and meeting ZE[38] and EH in points (4) T and I such that points T, I and K are on one straight line?

Let us assume (5) that this is the case. Then the ratio of LT to TG is compounded of the ratio (6) of LI to DI and the ratio of DK to KG, as is proven in (7) the *Almagest*.[39]

36. If X is the point of intersection of LD and KT we have according to the theorem of Menelaos: $\frac{LT}{TG} = \frac{LX}{XD} \cdot \frac{KD}{KG}$. By line 12 $\frac{LT}{TG} = \frac{LI}{ID} \cdot \frac{KD}{KG}$, hence $X=I$. The theorem of Menelaos for plane transversal figures is proved in the *Almagest* of Ptolemy, I:13, ed. Heiberg, Leipzig 1898, vol.1 p. 69-70. German translation (of K.Manitius) in *Ptolemaüs, Handbuch der Astronomie* (Leipzig, 1963), vol. I, p. 46.

37. HTL in *RI*, GTL in MS.

38. ZE in MS, DE in *RI*.

39. *Almagest*, I:13; see note 36.

will be transcribed according to the conventions of Hermelink and Kennedy.[34] Sentences into which I have divided the text are indicated by numbers.[35]

34. H. Hermelink, E.S. Kennedy, "Transcription of Arabic Letters in Geometrical Figures", *Journal of the American Oriental Society*, 82 (1962), 204 = "Transkription mathematischer Bezeichnungen in arabischen Schriften", *Südhoffs Archiv*, 45 (1969), 85.

35. The Arabic text is from MSS *X* 52a:10-20 and *I* 61b:10-62a:3.

من كتاب أحمد بن محمد بن عبد الجليل (السجزي) في المسائل المختارة التي جرت بينه وبين مهندسي شيراز وخراسان وتعليقاته

1 تركيبنا لشكل خطير من كتاب إبراهيم بن سنان في المسائل المختارة

2 إذا كانت خطوط اب زه هح موضوعة ونقط جـ د ك على
خط مستقيم معلومة كيف نخرج خطين كخطي جـ ط ل ه ى ل
يلقيان < اب > على نقطة واحدة ويلقيان زه هح على نقطتي
ط ى حتى يكون نقط ط ى ك على خط مستقيم

3 فلنخرج جـ س [و] د ن يوازيان اب ونصل ن ك

4 ونخرج جـ م يوازي ن ك ونخرج ن د على استقامته
إلى م يلقى خط م جـ < على م >

5 ونخرج زه حه على استقامتهما إلى ف ع ونجعل نسبة
ل ف إلى ع ل كنسبة جـ س إلى م ن

6 ونخرج جـ ل د ل يقطعان خطي ز ف ح ع على نقطتي
ط ى ونصل ك ط

7 أقول أن خط ك ط يجوز على نقطة ى

8 برهان ذلك أن نسبة ع ل إلى م ن مؤلفة من نسبة ع ل إلى د ن
ومن نسبة د ن إلى م ن

9 فأما نسبة ل ف إلى جـ س فهي كنسبة
ل ط إلى ط جـ لاشتباه مثلثي ل ف ط جـ س ط

10 وأما نسبة ل ع إلى د ن فهي كنسبة ل ى إلى ى د لاشتباه
مثلثي ل ع ى د ى ن (I. f.62a)

11 وأما نسبة د ن إلى م ن فهي كنسبة ك د إلى ك جـ لاشتباه
مثلثي د ن ك د م جـ

12 فنسبة ل ط إلى ط جـ إذاً مؤلفة من نسبة ل ى إلى ى د
ومن نسبة ك د إلى ك جـ

13 فنقطة ى إذاً مشتركة لخطوط ل د ح ع ك ط لأن شكل
ل جـ ك جـ ك ى ط ل ى د قطاع مسطح
وذلك ما أردنا أن نبين

2 نقط (2x) : نقطة *I*/2 ويلقيان : فيلقيان *X*/3,4 ن ك : نل *I*/ *I* omits in 8 the second ع ل

That this is really so is proved by reference in a work of Al-Sijzī, namely the "Book by Aḥmad ibn Muḥammad ibn ᶜAbdaljalīl (al-Sijzī) on the exquisite problems which were currently being discussed between him and the geometers of Shīrāz and Khorāsān, and his (own) additions" (*Kitāb Aḥmad ibn Muḥammad ibn ᶜAbdaljalīl fī'l-masā'il al-mukhtāra allatī jarat baynahu wa-bayna muhandisī Shīrāz wa-Khorāsān wa-taᶜliqātuhu*, see *GAS* 5, 333 no. 23.). A version of this work survives in two manuscripts:

- I = MS Istanbul, Reşit 1191, ff. 31b-62a, undated.
- X = MS Dublin, Chester Beatty Library 3652, ff. 35a-52b, dated 612 H./1215 A.D.[33]

In I and X Al-Sijzī presents his synthesis of what he calls an important proposition from the book of Ibrāhīm ibn Sinān on the Exquisite Problems. The corresponding analysis is in $\mathbf{C}_1$ on f. 4b, which proves that $\mathbf{C}_1$ is in fact the *Exquisite Problems*.

Below I give English translations of the synthesis of Al-Sijzī and the analysis of Ibrāhīm ibn Sinān. My reason for doing this is first to present in detail the sources for identifying $\mathbf{C}_1$, and secondly to draw the attention of the reader to a hitherto neglected work which seems to be of some importance for the history of geometry.

In the translated passages Ibrāhīm ibn Sinān and Al-Sijzī deal with the following problem (fig.1):

Given: three straight lines AB, EZ, EH and three collinear points G, D, K. Required: two straight lines GL, DL intersecting in a point L such that the following relations are satisfied:

1. L is on AB.
2. GL intersects EZ in a point T, and DL intersects EH in a point I such that T, I and K are collinear.

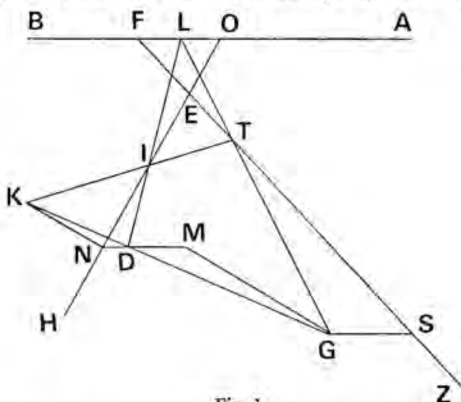


Fig. 1

I have added some words to the texts in the manuscripts; these words will be translated in pointed brackets. Arabic letters in geometrical figures

33. See A.J.Arberry, *A Handlist of the Arabic Manuscripts in the Chester Beatty Library*, vol. 3 (Dublin, 1958), p. 59 no. 7.

This is a proof of a method for calculating the equation of the sun, which is the same as the proof in the second section of the third *maqāla* in **B**. This section is entitled:

> On the proof of a calculation which came to my mind by means of the properties of the broken line in the circle[27]

From the material presented above we can draw the conclusion that **B** contains a version of Al-Bīrūnī's *Treatise on the solution and the division of the equation.* This treatise must have been written in or before 418 H./ 1027 A. D. because it is mentioned in the version of the *Extraction of Chords* which Al-Bīrūnī finished in Rajab 418 H./July-Aug. 1027 A.D.[28]

5. *Identification of* $\mathbf{C}_1$ *as the* Exquisite Problems *of Ibrāhīm ibn Sinān.*

Ibrāhīm ibn Sinān says in his *Letter on the Description of the Notions he Derived in Geometry and Astronomy* (**A** 24) that he wrote a treatise called the *Exquisite Problems*[29] (*Al-masā'il al-mukhtāra*). This treatise contained solutions of

> 41 geometrical problems, namely difficult problems on circles, lines, triangles, tangent circles and other things[30]

Ibrāhīm ibn Sinān says that he

> followed the method of analysis only, without giving syntheses, except in the case of three problems, where syntheses were necessary.[30]

$\mathbf{C}_1$ is a geometrical text from which only part of the preface is missing. In $\mathbf{C}_1$ about 40 geometrical problems are treated. The exact number is to some extent arbitrary, depending on whether certain auxiliary problems are counted separately. The author of $\mathbf{C}_1$ must be Ibrāhīm ibn Sinān ibn Thābit, because it contains a reference to "my grandfather Abū'l-Ḥasan Thābit".[31]

In $\mathbf{C}_1$ an analysis is given of all problems, but only three syntheses occur.[32] So it is likely that $\mathbf{C}_1$ is part of the *Exquisite Problems.*

27. *RB* 1, 136:4-5 = f. 305b:7-8. The proof is in 305b:7-22, continued on f 309a:1-7 = *RB* 1, 136:3-138:1, continued on *RB* 1, 153:19-154:10, edited in *Dimirdāsh* 213-216. The corresponding method of calculation is explained in the second section of the second maqāla, which is in *RB* 1, 117: 13-118:10, edited in *Dimirdāsh* 184-185. It is discussed by Kennedy and Muruwwa *op. cit.* p. 115-116 as method 2. Note that *RB* 1, 117:13-118:10 is part of $\mathbf{C}_1$, and that the remark of Kennedy and Muruwwa, p. 116 left column, "In this connection Bīrūnī gives the proof... Apollonius is mentioned several times in the passage" refers in fact to $\mathbf{C}_1$, not to **B**.

28. The date is in MS Bankipore 2468, f. 326a, printed in *RB* 1, 226:11-12; = *Dimirdāsh* 287: 6-7.

29. f. 132a:23-24 = *RI* 3, 69:5 = edition by Saliba (see **A** 24), 200:230.

30. f. 132a:12-15 = *RI* 3, 68:8-11 = ed. Saliba 200:20-22.

31. f. 308b:20 = *RB* 1, 153:1 = *Dimirdāsh* 286:19. This was already pointed out by Anbouba in "*Tasbī' al-Dā'ira*", *JHAS*, 1 (1977), 382 note 6.

32. The syntheses are on ff. 308a:28-308b:30 = RB 1, 150:4-152:12 = *Dimirdash* 285:7-286: 18;f 3a:7-29 = *RI* 6, 11:1-12:8; f 10a:10-10b:18 = *RI* 6, 46:12-50:16.

This description agrees with the extant part of the preface in **B.** In order that the reader can check this statement himself, I give a tentative translation of f. 325a:1-15 = *RB* 1, 219:16 - 220:13 below. Dots indicate places where one or two words in the manuscript are illegible. All additions of mine are in parentheses. I have indicated in footnotes all places where I read the manuscript differently from the editors of *RB*.

> ...[19] containing the values of the equation of the sun from the *zij* of Ḥabash. He found in ... a place where there was a big difference between the two lines in smallness (?) in the two margins... to it, and at this (point) the matter of those numbers became irregular. Therefore he asked me about this situation... as somebody trained in working with geometrical lines and accustomed to work on geometrical proofs ... at (that) time, with a[19] number[20] of methods for calculation, to which thinking on them (the geometrical lines and proofs) had led me, some of them being easy, others being difficult. Thereupon none of them produced to the person who had asked[21] (the question) anything which agreed[22] with what he had asked about.
>
> I was inclined to attribute this to the negligence of Ḥabash in calculating those tables, or to inattentiveness on the part of transcribers, till I returned to the collections of zijes[23] mentioned above. Then I found in them a method of Ḥabash for solving the equation, dividing it, explaining it and making it clear. When I tried it, it produced for that place (in the table) a value equal to the value in the table. Thus I learnt that Ḥabash had used it, but nobody else.
>
> Then I thought over its proof, and I enjoyed myself by thinking over the proofs of other (methods), till the ways to the knowledge of all of them had opened up, and the ways to the proof of them had been illuminated by tireless attention[24] to what made the perception of them obscure. Because of the multitude of them it was possible to devote a book to them, containing a very useful[25] specialism in astronomy, and for training those who dislike the dreariness of uncritical copying, not the remaining (uncritical) followers. I have made it, and it is this book.

The following reference is also of interest for the idenfication of **B.** In the *Extraction of Chords* Al-Bīrūnī presents what he calls a

> Solution of the equation<and division of it> for half of the deferent, from my book concerning this subject.

(*RB* 1, 72:1 — 74:14, the words in angle brackets are not in the Bankipore manuscript, but they are in the Leiden manuscript translated by Suter[26]).

19. f 325a:1-4 have been printed incorrectly in *RB* 1, 219:16-220:1. I read the manuscript as follows:

المحتوى تعاديل الشمس من زيج حبش فوجد في .. موضعا عظم فيه تفاضل ما بين السطرين في صغرة (؟) في حاشيتيه .. إليه وزال به أمر تلك الأعداد عن النظام فسألني عن كيفية الحال .. كمن متدربا بممارسة الخطوط المساحية ومعاناة البراهين الهندسية .. في الوقت بما حضرني

20. The MS is not very legible. I conjecturally read عدة

21. للسائل as in 325a:6, not للمسائل as in *RB* 1,220:2.

22. *RB* 1 omits موافقا which is in 325a:6 after شيئا .

23. الملتقطات الزيجية as in 325a:8.

24. بالدؤوب as in 325a:12.

25. عظيم الغناء as in 325a:13.

26. *Op. cit.* (see section 3, A 40) p.45-46 no. 11.

4.1 *The contents of* **B.**

The subject of **B** is the calculation of the equation of the sun. For a discussion of the problem and terminology I refer to the article by Kennedy and Muruwwa mentioned in section 3 under **B.**

B is part of a text which once consisted of four *maqālāt* (plural of *maqāla* = big chapter). The extant part of the first *maqāla* contains a fragment of a preface, which will be translated below, and a full discussion of terminology and preliminary theorems.

The second and third *maqāla* are extant in **B.** They present 16 methods for calculating the equation of the sun and give geometrical proofs for the correct methods. The 16 methods are discussed in full in the article by Kennedy and Muruwwa mentioned above. These authors say that the text they discuss is part of the *Rasā'il al-Bīrūnī* (letters of Al-Bīrūnī), but they do not give a further identification.

Only part of the fourth *maqāla* is extant in **B.** Kennedy and Muruwwa do not discuss this *maqāla*, but I use their notation for the second and third. It deals with the following problem. Given two of the following four parameters: the mean anomaly $\bar{\lambda}$, the true anomaly λ, the equation e and its maximal value e_{max}, required to determine the other two parameters. This leads to six combinations (qirānāt), which are listed in the extant part of the fourth *maqāla*: to solve the problem if 1. $\bar{\lambda}$, e_{max}, or 2. $\bar{\lambda}$, e, or 3. $\bar{\lambda}$, λ, or 4. e_{max}, e, or 5. e_{max}, λ, or 6. e, λ, are given. Then the text runs:

"It is necessary that we finish the book by mentioning
them (the 6 combinations) in detail" (*RB* 1, 179:13). Hence the fourth *maqāla* was the last one. The text is broken off in the middle of the second combination.

In conclusion: **B** is almost the complete text of a treatise on the solar equation.

Dimirdāsh edited a small part of the first *maqāla* and the complete second and third *maqālas* as part of Al-Bīrūnī's *Extraction of Chords*. He erroneously rendered the beginning of C_1 (the *Exquisite Problems* of Ibrāhīm ibn Sinān) as "fourth *maqāla*". C_1 begins on p. 246 of his edition.

4.2 *Identification of* **B.**

In the list of the works he completed before the end of 427 H. Al-Bīrūnī says that he had composed:

> because of a question of somebody who suspected (something) in the tables of the equation of the sun and who did not discover the method of Ḥabash for solving it, a treatise on the solution and division of the equation, in 70 leaves.[18]

18. The list has been edited in: *Chronologie on: Orientalischer Völker von Alberūnī. Herausgegeben von Dr. C. Edward Sachau* (Leipzig 1878), pp. XXXVIII-XXXXVIII. The quoted passage is on p. XXXXI lines 1-2. On Ḥabash see *GAS* 6, 173-175.

f. 324 = 214:10 *wa-annahā* (MS: *wa lā annahā*) - 219:16 *maᶜlumā* + fig. 117.
f. 321 = 201:9 *kadhālika* — 206 : 11 *maᶜlūm* + figs. 109, 111.
f. 318 = 184:12 *fa-TC* — 190:5 *murabbaᶜuhu* + fig. 102.
f. 320 = 196:1 *maᶜlūman* — 201:9 *faḍl* + figs. 107, 108.
f. 319 = 190:5 *fa-murabbaᶜ BZ* — 196:1 *ilā DG* + figs. 103, 104.
(figs. 103, 104 are the same as figs. 105, 106 respectively)
f. 306a:1-4 = 108:9 *maᶜlūma* — 108:14 *ilā HZ*.
f. 306a:4 — 308 = 138:1 *ilā khaṭṭ maᶜlūm* — 153:19 *nuqṭa* + figs. 74-79.

ff. 2-20b has been printed in *RI* 6, :"*Al-Handasa wa ᶜIlm al-Nujūm*" (5:7 *idh* - end). Ff. 324, 321, 318, 320, 319, 306-308b:24 have been edited in the correct order in *Dimirdāsh* 246:9-286:23 as part of the *Extraction of Chords* of Al-Bīrūnī.

C$_2$ *Cat* 3 (p 62) f 21a-39b. *Maqāla li-Ibrāhīm ibn Sinān fī ṭarīq al-taḥlīl wa'l-tarkīb wa-sā'ir al-aᶜmāl fi'l-masā'il al-handasiyya.* Treatise by Ibrāhīm ibn Sinān on the method of analysis and synthesis and the other procedures in geometrical problems. *GAS* 5, 294, no.2. Printed: *RI* 2. The last leaf of the treatise is missing. The complete text, which is in MS Paris, Bibliothèque Nationale, Fonds Arabe 2457, 1b-18b and MS Caïro, Dār al-Kutub Muṣṭafā Fāḍil Riyāḍa 40m, 130b-153b, is about 15 lines longer than the text in MS Bankipore 2468.

D

F. 317 is a fragment of Al-Bīrūnī's *Maqāla fī anna lawāzim tajazzu' al-maqādīr ilā lā nihāya qarība min al-khaṭṭayn alladhayn yaqrubān wa-lā yaltaqiyān fi'l-istibᶜād.* Treatise on (the fact) that the necessities of the infinite subdivisibility of magnitudes are related to the matter of the two lines which approach each other but do not meet in the distance, see section 6 of this paper. The treatise is listed in *GAS* 5, 383 no. 13 as a lost work. Printed in *RB* 1, "Istikhrāj al-Awtār" (180:15 *faraḍa* - 184:12 *B* + figs. 100-101). Russian translation with commentary in P. G. Bulgakov, A. A. Ahmedov, "Beruni i al-Kindi o teorii parallel'nih", *Obščestvcennie nauki b Uzbekistane* (1977), 30-36. Review by E. S. Kennedy in *Mathematical Reviews*, March 1981, no. 81c: 01008. F. 317 was not edited by Dimirdash.

4. **B:** *The Treatise on the solution and the Division*[17] *of the Equation by Al-Bīrūnī.*

17. The word division probably refers to the different ways in which the equation has to be calculated according to the different positions of the sun.

B

B is not mentioned in the catalogue. It consists of ff. 325, 322, 299-305, 309-316. **B** is a fragment of Al-Bīrūnī's *Maqāla fi'l-taḥlīl wa'l-taqṭīᶜ li'l-taᶜdīl*: Treatise on the solution and the division of the (solar) equation, see section 4 of this paper. The treatise is listed in *GAS* 6, 273 no. 11 as a lost work. Printed in *RB* 1, "Istikhrāj al-Awtār":

f 325 = 219:16 *al-muḥtawā* – 224:1 *ᶜanhu*;
f 322 = 206:12 *fa-ammā* – 209:10 min + figs. 110–114;
f 299 — 305 = 108:15 *al-mutasāwiyatayn* – 138:1 *ṣāra*;
f 309 — 316 = 153:9 *lanā* – 180:15 *ilā* + figs. 85–99.

The Arabic text in ff. 299-305 and ff. 309-316 has been edited in *Dimirdāsh* 172:2 – 245, as part of the *Extraction of Chords* of Al-Bīrūnī. Dimirdāsh realized that the text on f. 305b continues on f. 309a.

F. 316b:1-23 (= *RB* 1, 179:1-180:15) and ff. 322, 325 was not edited by Dimirdāsh.

Part of the treatise is discussed in E. S. Kennedy, Ahmad Muruwwa, "Biruni on the solar equation," *Journal of Near Eastern Studies*, 17 (1958), 112-121.

C

C consists of two parts $\mathbf{C}_1$ and $\mathbf{C}_2$.

$\mathbf{C}_1$: f 324, 321, 318, 320 ,319, 306-308, 2-20b is part of Ibrāhīm ibn Sinān's *Al-Masā'il al-Mukhtāra*, the exquisite problems. See section 5 of this paper. The work is mentioned in *GAS* 5, 294[15] under no. 6. The first 8 extant leaves have been printed in *RB* 1, "*Istikhraj al-Awtār*":[16]

15. Sezgin mentions references made by Ibrāhīm ibn Sinān to Abū'l-ᶜAlā' ibn Karnīb (*GAS* 5, 300), Abū'l-ᶜAbbās ibn Yaḥyā (*GAS* 5, 300-301), Abū Yaḥyā (*GAS* 5, 303) and ᶜAlī ibn al-Ḥasan ibn Maᶜdan (*GAS* 5, 304). These references are not in the "Letter ... on the description of the notions he derived in geometry and astronomy" (**A** 24), but in the "Exquisite Problems" ($\mathbf{C}_2$).

Sezgin says (*GAS* 5, 381 under no. 6) that a fragment of a book by Al-Bīrūnī on tangent circles has been preserved in the printed text of Al-Bīrūnī's *Extraction of Chords*, *RB* 1:218-129. However, this part of the printed text is part of the "Exquisite Problems" of Ibrāhīm ibn Sinān, who refers to his own book on tangent circles (which is mentioned in *GAS* 5, 294 no. 6) .So *GAS* 5, 381 no. 6 has to be omitted.

Anbouba also remarked that Al-Bīrūnī probably did not write a book on tangent circles, and that Ibrāhīm ibn Sinān is the author of part of the text edited by Dimirdāsh as Al-Bīrūnī's *Extraction of Chords*. See A. Anbouba, *Tasbīᶜ al-dā'ira* (in Arabic), *JHAS*, 1 (1977), 352-384, esp. 382 note 6.

16. At this point Saidan's references are not altogether correct (op. cit, see note 5).

book on Making Easy the Roads to the Geometrical Propositions (*kitābunā fī tashīl subul ilā 'l-ashkāl al-handasiyya*, f.280a:24 = *RM* 8, 3:5) and "our book on the Properties of the Egg-shaped and Lentil-shaped Figures" (*kitābunā fī khawāṣṣ al-shakl al-bayḍī wa'l-ʿadasī*, f 280b:18 = *RM* 8, 5:5) Al-Sijzī is known to have written a work on "making easy the roads for deriving geometrical figures " (*GAS* 7, 410 no. 38). Al-Sijzī refers to a work of his on the egg-shaped and lentil-shaped figure (the solids of revolution of an ellipse around its major and minor axis respectively) in his *Introduction to the Science of Geometry* (*al-Madkhal ilā ʿilm al-handasa*, *GAS* 5, 333 no. 20, MS. Dublin, Chester Beatty 3652, 16a:17). As far as is known, no other Arabic geometer has written about these figures. We know that Al-Sijzī also wrote on the "fact" that all figures are derived from the circle (*GAS* 7, 410, f) Thus Al-Sijzī is probably the author of the treatise **A** 39.

A 40 *Cat* 42 (p 92) f 282b-298,326a, rest 243a-260a. *Kitāb Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī 'stikhrāj al-awtār fi'l-dā'ira bi-khawāṣṣ al-khaṭṭ al-munḥanā al-wāqiʿ fīhā*. Book of ... Al-Bīrūnī on the extraction of chords in the circle by means of the properties of the inscribed broken line. *GAS* 5, 381 no. 3. Printed in *RB* 1, "*Istikhrāj al-Awtār*": f 282b-298 = beginning - 108:8 *al-musāwiya li-zāwiya* + figs. 1-72; f 326a = 224:2 ... *O* — end + fig. 118, right side.

Edition of the Arabic text in ff. 282b-298 in *Dimirdāsh* 32 - 172:2; f. 326a: 21-29 is edited in *Dimirdāsh* 286:24-287:7. The text in f. 326a:1-20 has not been edited by Dimirdāsh (it is, however, on the facsimile of f. 326a on p. 31 of his edition). German translation with commentary, both based on a Leiden ms. in H. Suter, "Das Buch der Auffindung der Sehnen im Kreise von Abū'l-Rayḥān Muḥammad al-Bīrūnī," *Bibliotheca Mathematica*, 3. *Folge*, 11 (1910), 11-78. A facsimile edition of this Leiden MS (?) was published by Muḥammad Āthār Millī (?) (Teheran (?) 2535 Cyrus (?)), Silsilat Intishārāṭ 124. The Leiden and Bankipore manuscrpits of the *Extraction of Chords* are slightly different. Russian translation by S. A. Krasnova, and L. A. Karpova with commentary by B. A. Rosenfel'd and S. A. Krasnova in: *Iz istorikii nauki i tehniki b stranah Vostoka*, vol. 3 (Moscow, 1963). See also Muḥammad Saud, "A part of al-Bīrūnī's Istikhrāj al-Awtār fi 'l-Dā'irah" in Hakim Muhammed Said (ed.), *Al-Bīrūnī Commemoration Volume* (Karachi: Hamdard Academy, 1973), pp. 691-705. See also A. S. Saidan, "The Trigonometry of Al-Bīrūnī" in the same volume, pp. 681-690.

On f. 326b there is a geometrical figure which apparently does not belong to any of the treatises and fragments in MS Bankipore 2468. The figure has been printed in *RB* 1, "*Istikhrāj al-Awtār*", fig. 118, left side.

mad ibn Aḥmad al-Bīrūnī raḥimahu'llāh fī rāshikāt al-Hind. Treatise by ... Al-Bīrūnī, may God have mercy upon him, on the Indian rule of three. *GAS* 5, 380 no. 2. Printed: *RB* 4. Russian translation by B. A. Rosenfel'd in *Iz istorikii nauki i tehniki v stranah Vostoka* vol. 3, Moscow 1963. See also Abū'l-Qāsim Qurbānī, *Bīrūnī-nāma* (in Persian), (Teheran, A.H. solar 1353), pp. 206-219. On the word rāshikāt see E. Boilot, "l'Oeuvre d'al-Beruni, Essai Bibliographique," *Mélanges. Institut Dominicain d'Etudes Orientales du Caire*, 2 (1955), 161- 256, esp. 188.

A 35 *Cat* 38 (p 89) f 245a-266b rest 206a-227b. *Tamhīd al-mustaqarr li-taḥqīq maᶜnā'l-mamarr li-Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī.* Smoothing the basis for an investigation of the meaning of transits by ..... Al-Bīrūnī (this is the translation of Professor Kennedy). *GAS* 6, 267, no.3. Printed: *RB* 3. English translation and commentary in: *Al-Biruni on transits .A study of an Arabic treatise entitled Tamhīd al-Mustaqarr li-taḥqīq maᶜnā'l-mamarr by Al-Bīrūnī Translated by Muḥ. Saffouri and Adnan Ifram. With a commentary by E. S. Kennedy.* American University of Beirut, 1959. See also G. J. Toomer, "Notes on Al-Bīrūnī on transits," *Orientalia.* 34 (1965), 45-72.

A 36 *Cat* 39 (p 90) f 267a-276b rest 228a-237b. *Kitāb fī kayfīyyat tasṭīḥ al-kurra ᶜalā saṭḥ al-asṭurlāb .... istikhrāj Aḥmad ibn Muḥammad ibn al-Ḥusayn al-Ṣaghānī.* Book on how to project the (celestial) sphere on the plane of the astrolabe... by ... Al-Ṣaghānī. *GAS* 5, 311, no.4. Printed: *RM* 7.

A 37 *Cat* 40 (p 90) f 276b-279b rest 237b-240b. *Risālat Aḥmad ibn Muḥammad ibn ᶜAbdaljalīl al-Sijzī fī'l-shakl al-qaṭṭāᶜ.* Letter by ... Al-Sijzī on the transversal figure. *GAS* 5, 332 no. 15. Printed: *RM* 10, pp. 1-22. See J. L. Berggren, "Al-Sijzī on the Transversal Figure", *JHAS*, 5 (1981), 23-36.

A 38, not mentioned in the catalogue, f 279b-280a rest 240b-241a. *Al-shakl al-mutassaᶜ.* The nine-sided figure (i.e. the regular nonagon). Anonymous, not mentioned in *GAS*. Printed: *RM* 10, p. 22-24. English translation and commentary by J. L. Berggren, "An Anonymous Treatise on the Regular Nonagon", *JHAS*, 5 (1981), 37-41.

A 39 *Cat* 41 (p 91) f 280a-282a rest 241a-243a. *Risāla li-Naṣr ibn ᶜAbdallāh fī anna 'l-ashkāl kullahā min al-dā'ira.* Letter by Naṣr ibn ᶜAbdallāh on (the fact) that all figures are derived from the circle. *GAS* 5, 314 no. 1. Printed: *RM* 8.

The author of this treatise was probably not Naṣr ibn ᶜAbdallāh but Al-Sijzī, for the following reasons. The author of the treatise mentions "our

by F. A. Shamsi in: Hakim Muhammed Said (ed.), *Ibn al-Haytham, Proceedings of the Celebrations of* 1000*th Anniversary* (Karachi: Hamdard Academy 1969), pp. 228-246.

A 32 *Cat* 34 (p 84) f 191a-193b rest 148a-150b. *Risāla fī misāḥat al-mujassam al-mukāfī li'l-shaykh Abī Sahl Wayjan ibn Rustam al-Qūhī.* Letter on the volume of the parabolic solid by the master ... Al-Qūhī. *GAS* 5, 318, no.5. Printed: *RM* 6. German translation in: H. Suter, "Die Abhandlungen Thābit b. Kurras und Abū Sahl al-Kūhīs über die Ausmessung der paraboloïde." *Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen*, 48-49 (1916-7), 186-227. The preface in the MS on f 191a corresponds to the translation on p. 213-215.

A small collection of propositions without marginal number is appended to the preceding treatise. : **A** - *Cat* 35 (p 85) f 193b rest 150b. *Min kalām Abī Sahl al-Qūhī ayḍan fīmā zāda min al-ashkāl fī amr al-maqāla al-thāniya min kitāb al-Uṣūl li-Uqlīdis lammā yuḥtāju ilayhi fi'l-maqāla al-thāniya wa'l-thālitha min kitāb al-Makhrūṭāt.* From what the same ... Al-Qūhī said on the propositions he added to the second book of the *Elements* of Euclid because they are necessary in the second and third book of the *Conics* (of Apollonius) *GAS* 5, 319 no, 15. Not printed.

A 33 *Cat* 36 (p 85) f 194a-195, 125-131, 196-217, 220-239b, rest 151a-200b. *Ifrād al-maqāl fī amr al-ẓilāl taṣnīf al-shaykh Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī.* The exhaustive treatise on shadows, composed by the master ... Al-Bīrūnī. *GAS* 5, 380 no. 1. Printed: ff. 194a-195 = *RB* 2, "*Ifrād al-Maqāl*" (beginning - 5:10 *aḥaduhā*); ff. 125-131 = *RI* 3, "Kitāb fi Ḥarakāt al-Shams" (34:8 *min al-ākhar* - 63-4 *tūṣifa*); ff. 196-217, 220-239b = *RB* 2, "Ifrād al-Maqāl" (5:10 bi-annahā - end). English translation with commentary in: E. S. Kennedy, *The Exhaustive Treatise on Shadows by Abu al-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī* (Aleppo: IHAS, 1976), 2 vols. See also H. Hermelink, "Bestimmung der Himmelsrichtungen aus einer einzigen Schattenbeobachtung nach Al-Bīrūnī. "*Südhoffs Archiv*, 44 (1960), 329-332; E. S. Kennedy, "Bīrūnī's graphical determination of the local meridian," *Scripta Mathematica*, 24 (1959), 251-255; E. S. Kennedy, Al-Bīrūnī on the Muslim Times of Prayer, in: P. J. Chelkowski (ed.) *The Scholar and the Saint, Studies in Commemoration of Abū'l-Rayḥān al-Bīrūnī and Jalāl al-Dīn al-Rūmī* (New York: New York University Press, 1975), p. 83-94; B. A. Rosenfel'd, L. G. Utseha, "Some mathematical discoveries in al-Bīrūnī's Shadows", *JHAS*, 4 (1980), 332-336.

A 34 *Cat* 37 (p 88) f 239b-244b rest 200b-205b. *Maqālat Abī'l-Rayḥān Muḥam-*

Handasa. Book of Archimedes on the Elements of Geometry. *GAS* V, 135,7. Printed: *RT* 1. This treatise is a version of the "Book of Assumptions by Aqāṭun". A facsimile-edition (of an Aya Sofya manuscript) with English translation and commentary (also on the present manuscript) is in Y. Samplonius, *Book of Assumptions of Aqāṭun*, thesis, Amsterdam 1977. See also Y. Dold-Samplonius, "Some remarks on the 'Book of Assumptions by Aqāṭun' ", *JHAS*, 2 (1978), 255-263.

A 28 *Cat* 30 (p 80) f 144b-145b rest 101b-102b. *Faṣl fī takhṭīṭ al-sāʿāt al-zamāniyya fī kull qubba wa fī qubba yustaʿmalu lahā li'l-Faḍl ibn Ḥātim al-Nayrīzī.* Chapter on drawing the lines demarcating the unequal hours in every cupola or in a cupola which is used for them, by ... Al-Nayrīzī (on sundials). *GAS* 6 192 no. 3. Printed: *RM* 2.

A 29 *Cat* 31 (p. 80) f 145b-169a, rest 102b-162a. Risālat Abī ʿAbdallāh al-*Ḥasan ibn Muḥammad ibn Ḥamla al-maʿrūf bi'bn al-Baghdādī fi'l-maqādīr al-mushtarika wa'l-mutabāyina.* Treatise by Abū ʿAbdallāh ... known as ibn al-Baghdādī, on commensurable and incommensurable magnitudes. *GAS* 5, 392. Printed: *RM* 9. Russian translation in: G. P. Matvievskaja, "Materialy k istorii učenija o čisle na srednevekovom Bližnem i Srednem Vostoke", in: *Iz istorii točnyh nauk na srednevekovom Bližnem i Srednem Vostoke* (Tashkent, 1972).

A 30 *Cat* 32 (p. 81-83) f 169a-188b rest 126a-145b. *Kitāb inbāṭ al-miyāh al-khafiyya taṣnīf Abī Bakr Muḥammad ibn al-Ḥasan al-Ḥāsib al-Karajī.* Book on finding hidden waters, composed by ... al-Karajī. GAS 5, 328,9. Printed: *Inb.* French translation by A. Mazahéri in: Al-Karagī, *La civilisation des eaux cachées* (Nice, 1973). The Persian translation of this work has been edited by Ḥusayn Khadīvjam: *Istikrāj-i ābhā- yi pinhānī* (Teheran, Iranian Culture Foundation, 1966), 127 pp. See "Muḥammad ibn al-Ḥusayn Karajī, Kitāb-i istikhrāj-i abhā-yi pinhānī tarjuma-yi Ḥusayn Khadīvjam" (in Persian,) *Sokhan-i ʿIlmī*, 4 (1344 (A.H. Solar)), 408-411. See also Mehdi Nadji, "Karadjis Erschliessung verborgener Gewässer", *Technikgeschichte*, 39 (1972), 11-24, and F. Bruin, *Surveying and surveying instruments. being chapter* 26, 27, 28, 29 *and* 30 *of the book On Finding Hidden Waters by Abu Bakr Muhammad al-Karaji*, *Biruni newsletter* no. 31. (American University of Beirut 1970).

A 31 *Cat* 33 (p 84) f 189a-191a rest 146a-148a. *Qawl Ibn al-Haytham fī khawāṣṣ al-muthallath min jihat al-ʿamūd.* Treatise by Ibn al-Haytham on the properties of the triangle with respect to the perpendicular. *GAS* 5, 366 no.4. Printed: *RH*, appendix, See H. Hermelink, "Zur Geschichte des Satzes von der Lotsumme im Dreieck", *Sūdhoffs Archiv*, 48 (1964), 240-247. English translation

Printed: ff. 118a–124b = *RI* 3, "*Kitāb fī Ḥarakāt al-Shams*" (beginning-34:8 qaws *AE*), f. 323 = *RB* 1, "*Istikhrāj al-Awtār*" (209:10 *mithl* - 214:10 *al-murabba*ᶜ + figs. 115, 116). F. la, has not been printed. This is the reason why Saidan stated that the treatise is incomplete.[13]

A 24 *Cat* 2 (p 61) f 1b, 131a-132b rest 87a-89b. *Risālat Ibrāhīm ibn Sinān ibn Thābit fī wasf al-ma*ᶜ*ānī allatī 'stakhrajahā fī'l-handasa wa* ᶜ*ilm al-nujūm.* Letter by Ibrāhīm ibn Sinān on the description of the notions he derived (i.e the works he composed) in geometry and astronomy.[14] *GAS* 5, 294 no. 4. Printed: f. 1b = *RI* 6, "*Al-Handasa wa-*ᶜ*Ilm al-Nujūm*" (beginning – 5:7 *al-khaṭṭ al-wāqi*ᶜ); ff. 131a–132 = *RI* 3, "*Kitāb fī Ḥarakāt al-Shams,*" 63:4 *li-kull* - end. Edition of the Arabic text in G. Saliba, "*Risālat Ibrāhīm ibn Sinān ibn Thābit ibn Qurra fī'l-ma*ᶜ*ānī allatī 'stakhrajahā fī'l-handasa wa'l-nujūm*" (in Arabic), *Studia Arabica et Islamica, Festschrift for Iḥsān* ᶜ*Abbās,* ed. Wadād al-Qāḍī (American University of Beirut, 1981), pp. 195-203.

A 25 *Cat* 27 (p 78) f 132b-134b rest 89b-91b. *Kitāb Ibrāhīm ibn Sinān ibn Thābit fī misāḥat qaṭ*ᶜ *al-makhrūṭ al-mukāfī.* Book by Ibrāhīm ibn Sinān ... on the area of the parabola. *GAS* 5, 293, no. 1. Printed: *RI* 5. German translation in H. Suter, "Die Abhandlung über die Ausmessung der Parabel von Ibrāhīm ibn Sinān ibn Thābit", *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 63 (1918), 214-228. See also B. A. Rosenfel'd, M. M. Rožanskaja, "Geometričeskie predstazovanija i peremennye veličiny u Ibrahima ibn Sinana" (in Russian), *Istorija i metodologija estestvennyh nauk,* 9 (1970).

A 26 *Cat* 28 (p 78) f 134b-141a rest 91b-98a. *Kitāb Arshimīdis fī'l-dawā'ir al-mutamāssa.* Book of Archimedes on tangent circles. *GAS* 5, 134 no.6. Printed: *RT* 2. Edition of the Arabic text and German translation in: *Archimedes Opera Mathematica vol. IV, Über einander berührende Kreise. Aus dem Arabischen von Yvonne Dold-Samplonius, Heinrich Hermelink, Matthias Schramm.* (Stuttgart: Teubner, 1972). Russian translation by B. Rosenfel'd in I.N. Veselovski (ed.), *Archimed, Sočinenija* (Moscow, 1962). Spanish translation in J. Vernet, A. Catalá, "Arquímedes árabe: El tratado de los circulos tangentes, "*Andalus*, 33 (1968), 53-93. See also Y. Dold-Samplonius, "Archimedes: Einander berührende Kreise", *Südhoffs Archiv*, 57 (1973), 15-40.

A 27 *Cat* 29 (p 79) f 141a-144b rest 98a-101b. *Kitāb Arshimīdis fī Uṣūl al-*

13. *Op. cit.* (see note 5), p. 174.

14. In *GAS* 6, 194 under no. 3 it has been stated, though wrongly, that this work deals with the geometry necessary for astronomical calculations. In *GAS* 5, 294 note 1 Sezgin mentions "autobio- und bibliographische Angaben aus einer nicht identifizierbaren Schrift Sinān's"; these references are found in this work of Ibrāhīm ibn Sinān on ff. 131a-132b.

A 17 *Cat* 20 (p 73) f 106b-109b rest 67b-70b. *Maqālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq fī kashf ᶜawārī al-Bāṭiniyya bimā mawwahū ᶜalā ᶜāmmatihim fī ru'yat al-ahilla.* Treatise by Abū Naṣr ... on the disclosure of the error of the Bāṭiniyya (school of thought) with which they have misled their people in the observation of the new moon. *GAS* 6, 245 no.12. Printed: *RN* 6. See Samsó 36, on the Bāṭiniyya school see *EI*², I, 1131-1133.

A 18 *Cat* 21 (p 74) f 109b- 110b rest 70b-71b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī ḥall al-shubha ᶜaraḍat lahu fī'l-maqāla al-thālitha ᶜashar min kitāb al-Uṣūl.* Letter from Abū Naṣr ... to Al-Bīrūnī on the solution of an uncertainity which came to his (Al-Bīrūnī's) mind, in the 13th book of the *Elements* (of Euclid). *GAS* 5, 339 no. 1. Printed *RN* 7. See *Samsó* 33.

A 19 *Cat* 22 (p 74) f 110a-114a rest 71b-75a. *Faṣl min kitāb li-Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān fī kuriyyat al-samā'.* Chapter from a book of Abū Naṣr ... to Abū'l-Rayḥān (al-Bīrūnī) on the spherical shape of the heaven. *GAS* 6, 245 no. 11. Printed: *RN* 9. See *Samsó* 34.

A 20 *Cat* 23 (p 75) f 114b-115a rest 75b-76a. *Maqāla fī 'stikhrāj sāᶜāt mā bayna ṭuluᶜ al-fajr wa'l-shams kull yawm min ayyām al-sana bi-madīnat Qā'in li-Abī'l-Ḥasan ibn ᶜAbdallāh ibn Bāmshādh al-Qā'inī.* Treatise on the calculation of the hours between the beginning of dawn and sunrise on every day of the year for the city of Qā'in by ... Al-Qā'inī. *GAS* 5, 337. Printed: *RM* 4. English translation with commentary in Marie L. Davidian, E.S. Kennedy, "Al-Qāyinī on the Duration of Dawn and Twilight," *Journal of Near Eastern Studies*, 20 (1961), 145-153.

A 21 *Cat* 24 (p 76) f 115b-117a rest 76b-78a. *Maqāla fī 'stikhrāj ta'rīkh al-Yahūd wa-aᶜyādihim ta'līf Abī Jaᶜfar Muḥammad ibn Mūsā al-Khwārizmī.* Treatise on the calculation of the calendar of the Jews and their feasts, composed by .. Al-Khwārizmī. *GAS* 6, 143 no. 4. Printed: *RM* 1. See E. S. Kennedy "Al-Khwārizmī on the Jewish Calendar", *Scripta Mathematica*, 27 (1964), 55-59.

A 22 *Cat* 25 (p 76) f 117a-118a rest 78a-79a. *Maqāla fī 'stikhrāj ta'rīkh al-Yahūd li-Abī'l-Ḥasan ᶜAlī ibn ᶜAbdallāh ibn Muḥammad ibn Bāmshādh al-Qā'inī.* Treatise on the calculation of the calender of the Jews by ... Al-Qā'inī. *GAS* 6, 243 no. 3. Printed: *RM* 3.

A 23 *Cat* 26 (p 77) and *Cat* 1 (p 60) f 118a-124b, 323, la, rest 79a-87a (f. la has been catalogued wrongly as a separate treatise called "Ar-risālatu fī uṣūl al-raṣad"). *Kitāb Ibrahīm ibn Sinān ibn Thābit ibn Qurra fī Ḥarakāt al-Shams.* Book by Ibrāhīm ibn Sinān ... on the movements of the sun. *GAS* 6, 194 no. 1

in his treatise "The Table of Minutes", *Centaurus*, 16 (1972), 1-19; *Samsó* 31.

A 12 *Cat* 15 (p 70) f 93b-96b rest 54b-57b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī'l-burhān ᶜalā ᶜamal Muḥammad ibn al-Sabbāḥ fī'mtiḥān al-shams.* Letter from Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī on the proof of the procedure of Muḥammad ibn al-Sabbāḥ in observing the sun. *GAS* 6, 244 no. 4. Printed: RN 2. Spanish translation in Samsó 121-133, commentary in *Samsó* 59-66. See also J.Samsó in *DSB* IX, 84.

A 13 *Cat* 16 (p 71) f 96b-98b rest 57b-59b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī'l-dawā'ir allatī taḥuddu al-sāᶜāt al-zamāniyya wa baᶜḍ ma yattaṣilu bi-ᶜamal al-asṭurlāb.* Letter from Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī on the circles demarcating the unequal hours and on something related to working with the astrolabe. *GAS* 6, 224, no.8. Printed: *RN* 1. Spanish translation in *Samsó* 105-114, commentary in *Samsó* 53-58.

A 14 *Cat* 17 (p 72) f 99a-100a rest 60a-61a. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī'l-burhān ᶜalā ᶜamal Ḥabash fī maṭāliᶜ al-samt fī zījihi.* Letter from Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī on the proof of the procedures of Ḥabash for the ascension of the azimuth in his zīj. *GAS* 6, 243 no. 2 Printed: *RN* 11. See *Samsó* 32.

A 15 *Cat* 18 (p 72) f 100b-103a rest 61b-64a. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī maᶜrifat al-qisī al-falakiyya baᶜḍiha min baᶜḍ min ghayr ṭarīq maᶜrifatiha bi'l-shakl al-qaṭṭāᶜ wa'l-nisbat al-mu'allafa.* Letter from Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī on the determination (*lit.* extraction) of the arcs on the sphere from each other without the transversal figure and the compound ratio. *GAS* 5, 339 no. 3. Printed: *RN* 8. German translation in P. Luckey, "Zur Entstehung der Kugeldreiecksrechnung," *Deutsche Mathematik*, 5 (1940), 405-446 See also *Samsó* 32.

A 16 *Cat* 19 (p 73) f 103a-106b rest 64a-67b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī'l-jawāb ᶜan masā'il handasyyia sa'alahu ᶜanhā.* Letter from Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī on the answer to geometrical questions he (Al-Bīrūnī) asked him (Abū Naṣr). *GAS* 5, 339 no. 4. Printed: *RN* 10. See *Samsó* 33.

"New Light on the Zīj al-Ṣafā'iḥ of Abū Jaᶜfar al-Khāzin", *Centaurus*, 23 (1980) 105-117.

A 7 *Cat* 10 (p 67) f 75b-78a rest 36b-39a. *Maqālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn fī iṣlāḥ shakl min kitāb Mānālāwūs fī'l-kuriyyāt ᶜadala fīhi muṣalliḥū hādhā'l-kitāb ᶜan maslakihi.*[12] Treatise by Abū Naṣr ... on the correction of a proposition in the Spherics of Menelaos, in which the correctors of this book have digressed from his method. *GAS* 5, 339 no. 2. Printed: *RN* 12. Spanish translation in *Samsó* 134-150, commentary in *Samsó* 60-70.

A 8 *Cat* 11 (p 68) f 78a-79b rest 39a-40b. *Maqālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn fī'l-burhān ᶜalā ḥaqīqat al-mas'ala allatī waqaᶜat bayna Abī Ḥamid al-Ṣaghānī wa-bayna munajjimī al-Rayy fīhā munāzaᶜa.* Treatise by Abū Naṣr .. on the demonstration of the truth in the question on which there was a controversy between .. Al-Ṣaghānī and the astronomers of Rayy. *GAS* 6, 244 no.10. Printed: *RN* 13. Spanish translation in *Samsó* 115-120, commentary in *Samsó* 58-59.

A 9 *Cat* 12 (p 69) f 79b-83a, rest 40b-44b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī majāzāt dawā'ir al-sumūt fī'l-asṭurlāb.* Letter from Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī on the crossings of the azimuthal circles on the astrolabe (i.e. their points of intersection with for example the equator). *GAS* 6, 244 no. 6. Printed *RN* 14. Spanish translation in *Samsó* 89-104, commentary in *Samsó* 49-53.

A 10 *Cat* 13 (p 69) f 83b-86b, rest 44b-47b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī ᶜAbdallāh Muḥammad ibn Aḥmad al-Ma'mūnī fī ṣanᶜat al-asṭurlāb bi'l-ṭarīq al-ṣināᶜī.* Letter from Abū Naṣr ... to ... Al-Ma'mūnī on the construction of the astrolabe in the practical way. *GAS* 6, 244 no.5. Printed: *RN* 15. Spanish translation in *Samsó* 75-88, commentary in *Samsó* 46-49.

A 11 *Cat* 14 (p 70) f 86b-93b rest 47b-54b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī al-musammā jadwal al-daqā'iq.* Letter from Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī, called the Table of Minutes. *GAS* 6, 244 no. 7. Printed *RN* 5. See C. Jensen, "Abū Naṣr Manṣūr's approach to spherical astronomy as developed

12. The word used in the manuscript is *mushkilihi* (instead of *maslakihi*), which makes little sense in the context. *RN* and Samsó read *shaklihi*. The word *maslak* also occurs at the beginning of the treatise (f. 75b:14,15 = *RN* 12, 3:10,12), thus confirming my reading.

A

A 1 *Cat* 4 (p 63) f 40a-42b rest 1a-3b. *Maqāla li-Ibrāhīm ibn Sinān ibn Thābit ibn Qurra fī rasm al-quṭūᶜ al-thalātha.* Treatise by Ibrahīm ibn Sinān ... on drawing the three conic sections. *GAS* 5, 293 no. 1. Printed: *RI* 4. Russian translation in "Ibrahīm ibn Sinān ibn Thābit ibn Qurra, Kniga o postroenii treh koničeshik sečenii", *IMI* 16 (1965).

A 2 *Cat* 5 (p 63) f 42b-45a rest 3b-6a. *Risāla li-Ibrāhīm ibn Sinān ilā Abī Yūsuf al-Ḥasan ibn Isrā'il fi 'l-asṭurlāb.* Letter from Ibrāhīm ibn Sinān to Abū Yūsuf... on the astrolabe. *GAS* 6, 194 no. 2. Printed: *RI* 1.

A 3 *Cat* 6 (p 64) f 45a-47b rest 6a-8b. *Risāla fī'l-abᶜād wa'l-ajrām ᶜan Kūshyār ibn Labbān al-Jīlī.* Letter on the distances and sizes (of the celestial bodies) by Kūshyār ibn Labbān ... (This is part of *Al-Zīj al-jāmiᶜ* by the same author, see *GAS* 6, 248, no.1) Printed: *RM* 11. See *Kennedy*, 125, 156-157.

A 4 *Cat* 7 (p 65) f 47b-50b rest 8b-11b. *Risālat Abī'l-Wafā' Muḥammad ibn Muḥammad al-Būzjānī ilā Abī ᶜAlī Aḥmad ibn ᶜAlī ibn al-Sukr fī iqāmat al-burhān ᶜalā 'l-dā'ir min al-falak min qaws al-nahār wa'rtifāᶜ niṣf al-nahār wa'rtifāᶜ al-waqt.* Letter from Abū'l-Wafā' ... to Abū ᶜAlī ... on establishing the proof of the (rule for finding the) arc of revolution from the day arc, the noon altitude and the altitude at the time. *GAS* 6, 224, no. 3. Printed: *RM* 5. See Nadi Nadir, "Abū'l-Wafā' on the Solar Altitude", *The Mathematics Teacher* 51 (1960), 460-3. Dr. Richard Lorch and Dr. Haskell Isaacs have prepared an English translation, to be published in due course.

A 5 *Cat* 8 (p 66) f 50b-66b rest 11b-27b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fi barāhīn aᶜmāl jadwal al-taqwīm fī zīj Ḥabash al-Ḥāsib.* Letter by Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī on the proofs of the procedures of the table of rectification in the Zīj of Ḥabash ... *GAS* 6, 342 no. 1. Printed RN 4. See *Samsó* 30; R. Irani, *The "Jadwal al-Taqwīm" of Ḥabash al-Ḥāsib*", thesis, American University of Beirut, 1956; *Kennedy*, 153 ; the article Ḥabash al-Ḥāsib by W. Hartner in *EI*[2], *III*, 8-9.

A 6 *Cat* 9 (p 67) f 66b-75b rest 27b-36b. *Risālat Abī Naṣr Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq Mawlā Amīr al-Mu'minīn ilā Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī fī taṣḥīḥ mā waqaᶜa li-Abī Jaᶜfar al-Khāzin min al-sahw fī zīj al-ṣafā'iḥ.* Letter by Abū Naṣr ... to ... Al-Bīrūnī on the correction of what Abū Jaᶜfar al-Khāzin overlooked in the Zīj of Plates. *GAS* 6, 243 no.3. Printed *RN* 3. See *Samsó* 30; M. T. Debarnot, "Introduction du Triangle Polaire par Abū Naṣr b.ᶜIrāq," *JHAS* 2 (1978), 126-136. On the Zīj of Plates see D. King,

The title of every treatise will be rendered in Arabic, exactly as it occurs in the manuscript, and also in English translation. I have made some explanatory additions in brackets. Arabic names will be rendered in abbreviated form in the translations ;thus, for example, Abū'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī will be abbreviated to .... Al-Bīrūnī.

Reference will be made to such modern editions, translations and other relevant publications as are known to me. The cyrillic alphabet will be transcribed according to the system used in the *Mathematical Reviews* and the *Zentralblatt für Mathematik*.

Practically the whole manuscript has been printed (in Arabic) by the Osmania Oriental Publication Bureau (Dā'irat al-Maᶜārif al-ᶜUthmānīyya) in Hyderabad, in several volumes. These volumes will be abbreviated as indicated below. The notation "XY p, q:r" always refers to line r of page q of the p-th text in volume XY.

RB = *Rasā'ilu'l-Bīrūnī. Containing four tracts.* 1367 H./1948 A. D.

RH = *Majmūᶜ al-Rasā'il li'l-ᶜallāma al-failasūf Abū ᶜAlī al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haytham*, 1358 H, plus the appendix: *Risāla fī khawāṣṣ muthallath min jihat al-ᶜamūd*, 1366 H./1947 A.D.

RI = *Rasā'ilu ibn-i-Sinān, by Ibrāhīm b. Sinān' b. Thābit b. Qurra al-Ḥarrānī, containing six tracts*. 1367H./1948 A.D.

RM = *Rasā'ilu 'l-Mutafarriqa fi'l-Hai'at li'l-mutaqaddimīn wa muᶜāsiray il-Bīrūnī. Containing eleven important treatises on astronomy and other subjects contributed by the famous predecessors and contemporaries of Al-Bīrūnī* (9th, 10th, 11th century A.D.). 1367 H./1948 A.D.

RN = *Rasā'il Abī Naṣr ilā 'l-Bīrūnī, by Abū Naṣr Manṣūr b. ᶜAlī b. ᶜIrāq, for Al-Bīrūnī. Containing fifteen tracts*. 1367 H./1948 A.D.

RT = *Rasā'ilu ibn Qurra, by Thābit ibn Qurra al-Ḥarrānī. Containing translations of two geometrical tracts of Archimedes*. 1366 H./1947 A.D.

Inb = *Muḥammad b. al-Ḥasan al-Karkhī, Inbāṭ al-miyāh al-khafīyya*. 1359 H./1940 A.D.

The following abbreviations will also be used.

GAS = F. Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttums* (Leiden, Brill), Band 5, Mathematik, 1974; Band 6, Astronomie, 1978; Band 7, Astrologie, Meteorologie und Verwandtes, 1979.

DSB = *Dictionary of Scientific Biography*, 15 vols (New York: Scribner's Sons, 1972-78).

*EI*² = *Encyclopaedia of Islam*, second edition. (Leiden-London: Brill, 1960 - .....).

Cat. (or catalogue), see footnote 1.

Dimirdāsh m:n = line *n* of page *m* of *Istikhrāj al-awtār fi'l-dā'ira bi-khawāṣṣ al-khaṭṭ al-munḥanā al-wāqiᶜ fīhā. Taʾlīf Abī'l-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī. Taḥqīq al-ustādh Aḥmad Saᶜīd al-Dimirdāsh. Murājaᶜat al-ustādh ᶜAbdalḥamīd Luṭfī* (in Arabic). (Cairo, no date). This is the edition by Dimirdāsh of Al-Bīrūnī's *Extraction of Chords*.

Kennedy = E. S. Kennedy, "A survey of Islamic astronomical tables." *Transactions of the American Philosophical Society, New Series*, vol. 46, part 2. (Philadelphia, 1956).

Samsó = J. Samsó Moya, *Estudios sobre Abū Naṣr Manṣūr b. ᶜAlī b. ᶜIrāq* (in Spanish). Barcelona 1969.

JHAS = *Journal for the History of Arabic Science*.

IMI = *Istoriko-matematičeskie Issledovanija* (in Russian).

These numbers correspond to a division of the first part of **A** into 29 gatherings, almost all consisting of 8 leaves, in the following way:

40–45 (?), 46–53, 54–61, 62–69, 70–77, 78–85, 86–93, 94–101, 102–109, 110-117 (nos. 1-10); 118-124 + 323, 1 + 131-137, 138-145, 146-153, 154–161, 162–169, 170-177, 178-185, 186-193, 194-195 + 125-130 (nos. 11-20); 196-203, 204-211, 212-217 + 220, 221-228, 229-236, 237-244, 245-252, 253-260, 261-268 (or 266?) (nos. 21-29).

We can now describe the effect of the rebinding on **A** as follows: The gatherings 11, 12 and 20 fell apart and the pieces were rebound in the wrong order.

The situation regarding the rest of **A** is more obscure. At the top of f. 267a there is a clear لو (36). This may be a scribal error resulting from the fact that the treatise numbered 36 also begins on f. 267a. F.269 has a ل (30) with perhaps another (illegible) letter attached to it. f. 282 has clearly لب (32). I have not found other numbers indicating gatherings of **A**, which does of course not imply that such numbers never existed. The text on ff. 267a-282a and 282b-298 + 326 is continuous.

B, **C** and **D** are undated fragments of texts, written in the same hand as **A**.[11] I have not found any letter indicating a gathering, nor any marginal number in **B**, **C** and **D**, It is therefore conceivable that **B**, **C** and **D** are remainders of what was originally a separate manuscript to which **A** did not belong. The contents of **B**, **C** and **D** will be listed in section 3.

E is a fragment of a treatise on stellar constellations written in Persian in another hand and obviously at a later date. I shall not discuss it further.

At the very beginning of the manusccript there is an index, which was also compiled at a later date. This index must have been added after the manuscript had been rebound, because it corresponds to its present state.

3. *The contents of* **A**, **B**, **C** and **D**

This section is a list of the treatises and fragments in **A**, **B**, **C** and **D**.

The notation "**A 1** *Cat* 4 (p 63) f 40a-40b rest la-3b" means that the relevant treatise is part of **A**, that it is numbered 1 in the margin of the manuscript, 4 in the catalogue[1] (on page 63) and the secondary literature, that it is on ff. 40a-42b in the numbering of the manuscript but on ff. la-3b in the "restored" numbering of **A**. I have devised this "restored" numbering in such a way that it corresponds to the correct order of the leaves.

11. Another manuscript written by the scribe of **A**, **B**, **C** and **D** is MS Berlin, Ahlwardt 5658, now Tübingen, Or. Quart. 71, containing the *Stellar Constellations* (*Ṣuwar al-Kawākib*) by ᶜAbdarraḥmān al-Ṣufī. See *GAS* 6, 214 and the facsimile of the colophon of this manuscript (dated 630 H., Mosul), plate 10 in:
Abū'l-Ḥusayn ᶜAbdu'r-Raḥmān as-Ṣūfī, Ṣuwaru'l-Kawākib or Uranometry, edited from the oldest extant Mss. and based on the Ulugh Beg Royal Codex, Hyderabad (Dā'irat al-Maᶜārif al-ᶜUthmānīyya), 1373 H./1954 A.D.

tion in the text between f. 217b and f. 220a.[10] The leaves were numbered after being rebound in the wrong order, so the numbers are of no help in establishing the correct order of the treatises. The last leaf of the manuscript is not numbered.

The manuscript can be divided into five continuous parts **A**, **B**, **C**, **D** and **E**. These parts consist of the following leaves in the following order:

A = 40—124, 323, 1, 131—195, 125—130, 196—217, 220—298, 326.
B = 325, 322, 299—305, 309—316.
C = 324, 321, 318, 320, 319, 306—308, 2—39.
D = 317.
E = the last leaf of the manuscript.

A contains 40 complete treatises. These are numbered 1-40 in the margin of the manuscript in eastern Arabic numbers. A list of the 40 treatises is in section 3.

All treatises in **A** were written in Mosul. The copyist wrote on f. 188b that he finished the first 30 treatises in Muḥarram 632 H./Sept.-Oct. 1234 A.D. The remaining treatises 31-40 are dated separately: nos. 31 and 32 (ff. 189a-193b) were written in Ṣafar 632 H./Oct.-Nov. 1234 A.D., nos. 33 and 34 (194a-195, 125-130, 196-244b) in Dhū'l-Ḥijja 631/Aug.-Sept.1234, no. 35 /(245a-266b) in Dhū'l-Qaᶜda 631/July-Aug. 1234, nos. 36-38 (267a-280a) in Muḥarram 632/Sept.-Oct. 1234, no. 39 (280a-282a) in Ṣafar 632/Oct.-Nov. 1234, and no. 40 (282b-298, 326a) at the end of Dhū'l-Qaᶜda 631/Sept. 1234. So the order of the treatises in **A** and their marginal numbers do not correspond to the order in which they were copied. But it is likely that the same copyist who wrote the treatises also numbered them, because the numbers in the margin are written in exactly the same way as the numbers in the text.

At the top of some of the leaves of **A** one can make out Arabic letters whose numerical values indicate the numbers of gatherings. These letters and their numerical values are rendered below, because they show what happened to **A** when it was rebound incorrectly.

The tops of many pages of the manuscript are damaged. But one can read a fragment of a ج (3), a fragment of a د (4), a clear و (6), a fragment of a ز (7), and a ط (9) on ff. 54, 62, 78, 86, 102 respectively; ى (10), يا (11), يج (13), يد (14), يه (15), يو (16), يز (17) and يط (19) on ff. 110, 118, 138, 146, 154, 162, 170, 186 respectively; and ك (20), كا (21), كب (22), كج (23), كد (24), كه (25), كو (26), كز (27), كح (28) and كط (29) on ff. 194, 196, 204, 212, 221, 229, 237, 245, 253 and 261 repectively.

10. See E. S. Kennedy, *The Exhaustive Treatise on Shadows by Abū al-Rayḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī* (Aleppo: JHAS, 1976), vol. 1 (translation), p. 174 note 4.

In section 2 I shall discuss this division and shall investigate what happened to the manuscript when it was rebound.

Section 3 consists of a list of all the treatises and fragments in the manuscript (with the exception of the last leaf), in the correct order and with bibliographical references. Because the numbering on the manuscript corresponds to the present incorrect order of the leaves, I have devised a "restored" numbering corresponding to the original correct order of the leaves. All treatises will be listed in dual numbering. Saidan's statements on the order of the disarranged treatises appear to be correct, apart from a very few exceptions.

M. Dimirdāsh used MS Bankipore 2468 for his edition of the Arabic text of the "Extraction of Chords" of Al-Bīrūnī. However, Dimirdāsh did not fully realize to what extent the manuscript had become disarranged; thus his edition also contains parts of 1. and 2. Detailed references will be given in section 3.

Sections 4-6 deal with the three fragments in the manuscript. In section 4 I shall attempt to prove by means of references in other works of Al-Bīrūnī that one fragment is part of 1. So Hermelink and Saidan correctly identified this fragment.

Section 5 deals with a second fragment, which was identified by Saidan as part of the "Exquisite Problems" of Ibrāhīm ibn Sinān. I shall attempt to prove that this identification is correct by means of a passage in a work of Al-Sijzī,[8] in which Al-Sijzī refers to the "Exquisite Problems" of Ibrāhīm ibn Sinān. I give English translations of the reference and of the passage in the "Exquisite Problems" to which reference is made. These translations may also give the reader an impression of the contents of the "Exquisite Problems".

Section 6 consists of a brief discussion of the reasons why the third fragment probably is the above-mentioned work 3. of Al-Bīrūnī.

2. *The manuscript and the correct order of its leaves*

The first 324 leaves of the manuscript are numbered 1-326 in eastern Arabic numbers.[9] There are no leaves numbered 218 and 219, but there is no interrup-

8. On Al-Sijzī see *GAS* 5, pp. 329-334.

9. The manuscript has apparently been rebound again in recent times. Professor Toomer's photographs show the effects of a second rebinding; at the time that these were taken the leaves of the manuscript were in the following order: 1-262, 264, 266, 263, 265, 267-304, 308, 306, 307, 305, 309-313, 315, 314, 317, 316, 318-326, last leaf.

Thus on the photographs f. 262b appears next to f. 264a, f. 264b appears next to f. 266a, et cetera.

No effects of the second rebinding are visible on the film which the Oriental Public library sent to Leiden in 1980; on this film f. 262b is next to f. 263a etc.

Somebody attempted to change the numbers 263, 264, 265, and 266 into 264, 265, 266, 267 respectively. I refer to the original numbers (these are still legible).

order of the leaves in the manuscript. Thus the printed text is not in the correct order in the *Rasā'il al-Bīrūnī* in "*Istikhrāj al-Awtār*" (the Extraction of Chords) and "*Ifrād al-Maqāl fī Amr al-Ẓilāl*" (the Exhaustive Treatise on Shadows) and in the *Rasā'il ibn Sinān* in "*Kitāb fī Ḥarakāt al-Shams*" (Book on the Movements of the Sun) and "*Al-Handasa wa-ᶜilm al-Nujūm*" (Geometry and Astronomy). The parts of the manuscript that were printed as "*Istikhrāj al-Awtār*" and "*Al-Handasa wa ᶜilm al-Nujūm*" contain fragments of three works which do not exist elsewhere. These can be identified as

1. "Treatise on the Solution and the Division of the (solar) Equation" (*Maqāla fī'l-taḥlīl wa'l-taqṭīᶜ fī'l-taᶜdīl*) by Al-Bīrūnī,

2. the "Exquisite Problems" (*Al-masā'il al-mukhtāra*) by Ibrāhīm ibn Sinān,

3. "Treatise on (the fact) that the necessities of the infinite subdivisibility of magnitudes are related to the matter of the two lines which approach each other but do not meet in the distance" (*Maqāla fī anna lawāzim tajazzu' al-maqādīr ila lā nihāya qariba min amr al-khaṭṭayn alladhayn yaqrubān wa-lā yaltaqiyān fī'l-istibᶜād*), a work by Al-Bīrūnī on parallels.

Most of what has been mentioned above was already described in 1960 in a remarkable article by Saidan.[5] Relying completely on the printed texts in the *Rasā'il al-Bīrūnī* and the *Rasā'il ibn Sinān*, Saidan attempted to re-establish the correct order of the treatises. He correctly identified the fragments of 1. and 2., without, however, giving detailed evidence for the identification. The fragment of 3. was identified correctly by Saidan in 1973 and also by Bulgakov and Ahmedov in 1977.[6] It should be noted that the fragment of 1. was also identified correctly by Hermelink in 1956.[7] Unfortunately these results have not yet been incorporated in F. Sezgin's *Geschichte des Arabischen Schrifttums.*

Following the suggestion made by Saidan in his 1960 paper I have studied the manuscript Bankipore 2468. This paper contains the result of my research. It appears that the manuscript can be divided into five disconnected parts.

5. A.S. Saidan. "The *Rasā'il* of Bīrūnī and Ibn Sinān, A Rearrangement", *Islamic Culture*, 34 (1960), 173-175.

6. A. S. Saidan, ,,The Trigonometry of al-Biruni", *Al-Biruni Commemoration Volume*, ed. Hakim Muhammed Said (Karachi: Hamdard Academy, 1973), p. 690, and P. G. Bulgakov, A.A.Ahmedov, "Beruni i Al-Kindi o teorii parallel'nih"(in Russian), *Obščestvennie nauki b Uzbekistane* (1977), 30-36.

7. H. Hermelink. "Al-Bīrūnī:Lehrbriefe. Vier Abhandlungen aus der mathematisch-astronomischen Sammelhandschrift Bankipore Nr. 2468", *Zentralblatt für Mathematik und ihre Grenzgebiete* 54 (1956) 2.

Rearranging the Arabic Mathematical and Astronomical Manuscript Bankipore 2468

J. P. Hogendijk*

Acknowledgements

At the request of Dr. J. J. Witkam, keeper of the Oriental manuscripts in the Library of the University of Leiden, the staff of the Oriental Public Library in Patna kindly sent a microfilm of MS Bankipore 2468. Professor G. J. Toomer, Providence, lent me his excellent photographs of the manuscript during my visit to Providence in 1981, which was financially supported by the Netherlands Organization for the Advancement of Pure Research (Z.W.O.). The Chester Beatty Library, Dublin, sent a microfilm of Arabic MS 3652 to Leiden, and Professor Sezgin, Frankfurt Main showed me his copies of MS Istanbul, Resit 1191. Professor E. S. Kennedy and Dr. R. Lorch, Aleppo, Dr. H. J. M. Bos, and Dr. Kruk, Utrecht and Professor G. Saliba, New York, made helpful suggestions. Miss S. M. McNab, Utrecht, made linguistic improvements. The support of the above-mentioned persons and institutions is gratefully acknowledged.

1. *Introduction*

The Arabic manuscript Bankipore 2468 (now 2519)[1] in the Khuda Bakhsh Oriental Public Library in Patna (India) consists of a valuable collection of over forty treatises by medieval Islamic mathematicians and astronomers The greater part of the manuscript was written in 631-2 H./1234 A.D. in Mosul.

Somewhere in its history the manuscript fell apart and several leaves were lost. It was rebound in an incorrect order; as a consequence the leaves of several treatises of Al-Bīrūnī[2] (362 H./972 A.D.- 440 H./1048 A. D.) and Ibrāhīm ibn Sinān[3] (296 H./909 A.D. - 335 H./946 A.D.) are displaced.

The Osmania Oriental Publications Bureau in Hyderabad printed the disarranged parts of the manuscript in the *Rasā'il al-Bīrūnī* (1367 H./1948 A.D.)[4] and the *Rasā'il ibn Sinān* (same year),[4] following in most cases the incorrect

*History of Math. Dept. Box 1900, Brown University Providence R. I. 02912, USA.

1. See Maulavi Abdul Hamid, *Catalogue of the Arabic and Persian Manuscripts in the Oriental Public Library at Bankipore*, vol. 22, Arabic Mss, Science (Patna, 1937), pp. 60-92.

2. On the life of Al-Bīrūnī see the article by E. S. Kennedy in *DSB* II, 147-158. The mathematical and astronomical works of Al-Bīrūnī have been listed in *GAS* 5, 375-383 and 6, 261-267. and D. J. Boilot, "L'œuvre d'al-Berūnī: Essai bibliographique", *Mélanges. Institut Dominicain d'Etudes Orientales du Caire*, 2 (1955), 161-256. Complete bibliographical references to *GAS* and *DSB* are in section 3.

3. On Ibrāhīm ibn Sinān see *GAS* 5, pp. 292-295 and 6. pp. 193-195.

4. Complete references are in section 3.

Bibliography

Ashkāl. Naṣr b. ʿAbdallāh, "Risāla fī anna ashkāl kullahu min al-dāʾira", MS Bankipore 2468, ff. 280r - 282r.

Muammer Dizer, "Dāʾirat al-Muʿaddal in the Kandilli Observatory", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 257-260 + 2 pages of plates.

David A. King, "Al-Khalīlī's *Qibla* Table", *Journal of Near Eastern Studies*, 34 (1975), 81-122.

Louis Janin & David A. King, "Ibn al-Shāṭir's Ṣandūq al-Yawāqit: An Astronomical Compendium", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 187-256.

Richard Lorch, "Al-Khāzinī's 'Sphere That Rotates by Itself'", *Journal for the History of Arabic Science*, 4 (1980), 289-329.

Abū'l-Ḥasan al-Marrākushī, *Jāmiʿ al-mabādi' wa'l-ghāyāt*, second part, MS Paris Bibliothèque Nationale 2508 (formerly 1148).

Jamil Ragep & E. S. Kennedy, "A Description of Ẓāhiriyya (Damascus) MS 4871: a Philosophical and Scientific Collection", *Journal for the History of Arabic Science*, 5 (1981), 85-108.

Hugo Seemann & Th. Mittelberger, "Das kugelförmige Astrolab", *Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin*, 8 (1925), 1-69.

Peter Schmalzl, *Zur Geschichte des Quadranten bei den Arabern*, (München, 1929).

Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* (Leiden: E. J. Brill, 1974), vols. V and VI.

Sevim Tekeli, "'Equatorial Armilla' of ʿIz al-Din b. Muḥammad al-Wafai and Torquetum", *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakultesi Dergisi*, 18 (1962), 227-259.

circle that passes through the points *G* and *D*–circle *GHD*. We cut off from arc *HD* [an arc] equal to the difference between the two longitudes – arc *HT*. Through points *Z*, *T* we draw a circle that lies on the surface of the sphere – circle *LZTK*. From arc *ZT* in the direction of *TZL* we cut off [an arc] equal to the latitude of Mecca – arc *TM*. Through points *E*, *M* we draw arc *EMN*. Then we join point *N* and the intersection of lines *AB*, *GD*, which is point *S*, by the line *SN*. I say: *SN* is the straight line that passes through the foot of the *imām* and the *Kaᶜba*.

Proof: Because the pole of the equator is point *Z* and points *G*, *D* are on the equator, arc *GHTD* in the semicircle of the equator; and because *HT* is the difference between the longitudes, semicircle *LZTK* [is the meridian of Mecca and] the *Kaᶜba* is bisected by it. Point *M* is the zenith of Mecca and point *E* is the zenith for the town [مدينة]. So circle *EMN* is the circle passing through the azimuth of the *Kaᶜba*, and the line *NS* is the line passing through the foot of the *imām* who leads the people in prayer and through the *Kaᶜba*. These premises and these principles that we have mentioned in this treatise I have set forth in a treatise on the structure of the celestial spheres. If there is someone seeking the azimuth of the *qibla* at the place known as the equator line, then he does these operations with circle *GDE* and dispenses with circle *GHTD*, because the pole of the equator is then at the level of point *B* and the region has no latitude there [i.e. on the equator]. The remaining operations of it [the instrument] I portray in this diagram. God is beneficent to what is right.

The treatise is finished. Praise be to God, the Lord of the Universe, and His blessings be upon His Prophet Muḥammad and all his family! Copied in Baghdad in the year 557 from the exemplar of the *qāḍī* Ibn al-Murakhkhim, which was poor. It should be compared with another transcription, God willing (be He exalted!). He is sufficient for me.

3. *Translation*

In the name of God, the Merciful, the Compassionate.

The treatise of Naṣr b. ᶜAbdallāh the Geometer[10] *on the Determination of the Azimuth of the Qibla.*

[This has been written] because necessity calls on people to build cities and mosques in them and also because the construction of the *miḥrāb* needs knowledge of the azimuth on which the *miḥrāb* must be constructed, since the purpose in constructing the *miḥrāb* is that the *imām* face towards the *Kaᶜba* – because the prayer of the *imām* is the prayer of those who pray behind him. Seeking this object by way of calculation is difficult. There came to me a method, easy and close to hand, by means of an instrument that takes the form of a hemisphere. I have already mentioned this method in another treatise. Whoever comes across that method should know that it is that; and if something [in that treatise] contradicts this treatise, it is because it was a long time ago and I do not remember it. So I did the treatise again, and I describe for you how to operate with this instrument, as follows.

A well-formed hemisphere is taken, as accurate as possible, and two semicircles are drawn on it that intersect at right angles and pass over the convexity [of the sphere]. Then we go to an open place and take in it an even surface parallel to the horizon. On this surface a straight line is drawn, which is the meridian-line and conformable to it [i.e. is called the meridian-line and is in the same direction as the real meridian]. A line is also drawn at right angles to this line. Let the intersection be the point S.

This common section [belongs] to the intersection of the horizon-circle and the equator-circle. So if we want to determine the azimuth of the *qibla*, we draw on the even surface a circle whose centre is the intersection of the two straight lines previously mentioned, which [the intersection] is point S, and whose semidiameter is equal to the semidiameter of the circle that is the baseof the hemisphere. Then we fit the hemisphere on this circle [so that] the common section [belongs] to the intersection of the two circles delineated on the hemisphere and the plane of the horizon-circle – I mean the even [surface] in which we drew the two lines at right angles. Then at the ends of the meridian-line and the ends of the equator-line we inscribe A, B, G, D, making point A the southern side, B the northern side, G the eastern side and D the western side. On the convexity of the sphere we mark point E at the intersection of the two arcs. Then from point B towards point E [من ناحية نقطة بَ الى ما يلي نقطة هـ] we cut off [an arc] equal to the latitude of our region [بلد] – let this arc be BZ. We make point Z a pole and on the surface of the sphere we draw a

10. The translation *geometer* has been used instead of the more usual *engineer*, *architect*, since this meaning seems to be required here and can find support, for instance, in the usage of the translator of Eutocius (see *Journal for the History of Arabic Science*, 5 (1981), p. 168).

بسم الله الرحمن الرحيم

رسالة نصر بن عبد الله المهندس في استخراج سمت القبلة فلان الضرورة تدعو[١] الناس إلى بناء المدن والمساجد[٢] فيها كذلك حاجتهم إلى المعرفة بالسمت الذي عنه يكون نصب المحراب ضرورياً[٣] وذلك ان الغرض في نصب المحراب هو ان يكون الامام وجهه نحو البيت الحرام فان صلاة الامام هو صلاة من يصلى وراءه وطلب هذا المعنى من طريق الحساب صعب وقد اتفق لي طريقة سهلة قريبة المأخذ بآلة تتخذ شبه نصف[٤] كرة وكنت قبل هذا ذكرت هذه الطريقة < في > غير هذه الرسالة فمن تقع اليه تلك الطريقة فيجب ان [ان] يعلم أنها ذلك وان خالف شيء [شبه] هذه الرسالة فاني بعيد العهد لم اتذكره فعملت الرسالة ثانياً وانا واصف لك العمل بهذه الآلة من هاهنا .

تتخذ نصف كرة حسنة التقدير احكم ما يمكن وندار عليه نصفا دائرتين تتقاطعان على زوايا قائمة وتمران بالحدبة ثم نعمد الى مكان مكشوف ونتخذ فيه سطحاً مستوياً موازياً الدائرة الأفق ويخرج من ذلك السطح خط مستقيم يكون خط نصف النهار ومطابقاً له ويخرج فيه ايضاً خط يكون على هذا الخط على زوايا قائمة وليكن التقاطع نقطة سَ ويكون ذلك الفصل[٥] المشترك لتقاطع دائرة الافق ودائرة معدل النهار فاذا اردنا ان نستخرج سمت القبلة فانا ندير[٦] في السطح المستوى دائرة يكون مركزها تقاطع الخطين المستقيمين اللذين تقدم ذكرهما التي هي نقطة سَ ويكون نصف قطرها مثل نصف قطر الدائرة التي هي قاعدة نصف الكرة ثم نطبق نصف الكرة على هذه الدائرة انطباقاً به يكون الفصل المشترك لتقاطع الدائرتين المخطوطتين[٧] على نصف الكرة وسطح دائرة الافق اعني المستوى الذي اخرجنا فيه الخطين المستقيمين على زوايا قائمة ثم نكتب على طرفي خط نصف النهار وطرفي خط الاستواء آ بَ جَ دَ ونجعل نقطة آ ناحية الجنوب و بَ ناحية الشمال وجَ ناحية المشرق ودَ ناحية المغرب ونعلّم على حدبة الكرة عند <ا> نقطاع القوسين نقطة هَ ثم نفصل من ناحية

١– يدعوا
٢– والمساعد
٣– ضرورية
٤– ونصف
٥– الفضل
٦– نريد
٧– المحلوطتين

نقطة بَ الى ما يلي نقطة هَ مثل عرض بلدنا وليكن تلك القوس ب زَ ونجعل نقطة زَ قطباً وندير في بسيط الكرة دائرة تمر بنقطتي جَ و دَ وهي دائرة ج ح دَ ونفصل من قوس ح دَ مثل الفضل ما بين الطولين وهي قوس ح طَ ونجيز على نقطتي زَ طَ دائرة تمر في بسيط الكرة وهي دائرة ل ز ط كَ ونفصل[٨] من قوس ز طَ إلى ما يلي[٩] ط ز لَ مثل عرض مكة وهي قوس ط مَ ونجيز على نقطتي هَ مَ قوس ه م نَ ثم نصل بين نقطة نَ وتقاطع خطي ا بَ ج دَ التي هي نقطة سَ بخط س نَ فاقول س نَ هو الخط المستقيم الذي يمر بقدم الامام والكعبة .

برهانه لان قطب معدل النهار نقطة زَ ونقطتا[١٠] ج دَ على معدل النهار يكون قوس ج ح ط دَ نصف دائرة معدل النهار ولان ح طَ فضل ما بين الطولين يكون نصف دائرة ل ز ط كَ نصف بها الكعبة ونقطة مَ سمت رأس اهل مكة ونقطة هَ سمت رأس اهل المدينة فدائرة ه م نَ هي الدائرة المارة بسمت الكعبة وخط ن سَ الخط المار (بقد)م الامام الذي يصلي بالناس وبالبيت وهذه المقدمات والاصول التي ذكرناها في هذه الرسالة قدمتها في رسالة في تركيب الافلاك فاما اذا كان الانسان الطالب لسمت القبلة في الموضع المعروف بخط الاستواء[١١] فانه يعمل هذه الاعمال بدائرة ج د هَ ويستغني عن دائرة ج ح ط دَ لان قطب معدل النهار حينئذ يكون بمنزلة نقطة بَ وليس هناك للبلد عرض وباقي الاعمال منها[١٢] وصفته[١٣] في هذا الشكل والله الموفق للصواب .

تمت الرسالة والحمد لله رب العالمين وصلواته على نبيه محمد وآله اجمعين نقله في سنة ٥٥٧ ببغداد من خط القاضي ابن المرخم وكان سقيما فليقابل بنسخ اخرى ان شاء الله تعالى وهو حسبي .

٨– ونفضّل
٩– (ما يلي) هَ مالى
١٠– ونقطه
١١– الاستوآ
١٢– مدسا (؟)
١٣– وصنعته changed from ؟

MS Damascus Ẓāhiriyya 4871, f. 83r. Reproduced by kind permission.

with projected circles was followed to find the *qibla* with the astrolabe-quadrant.[9] It is surprising that al-Wafāʾī did not adapt his *dāʾirat al-muʿaddal* to the purpose, for all that would be needed would be graduations on the semicircular sighting-vane and an extra quadrant that could stand upright on the horizon-circle.

Naṣr b. ʿAbdallāh says he has written before on the subject in a treatise, which seems to be lost, on *tarkīb al-aflāk*, probably one of the books on astronomy that follow Ptolemy's *Hypotheses*.

Note added in proof. Mr. J. P. Hogendijk tells me that the treatise on the circle as the origin of all plane geometrical figures is probably by al-Sijzī. For his reasoning see his article in this issue, §A 39. If this is correct, the tentative dating of Naṣr b. ʿAbdallāh in the first three sentences of this article must be ignored.

2. *The Text*

The text is taken from the only known MS, Damascus Ẓāhiriyya 4871, f. 83r. For a description of the whole codex see Ragep & Kennedy. From this article the transcription of "Ibn al-Murakhkhim" in the colophon was taken. Angle brackets, < >, indicate additions; square brackets, [ ], words to be deleted; and round brackets, ( ), restorations from a physically demaged part of the MS. The apparatus gives the MS-reading when the text has been emended. *Hamzas* have been silently added, but several grammatical mistakes have been left. In the translation, which is as literal as possible, square brackets indicate words not in the text as given below.

9. Schmalzl, pp. 61-62.

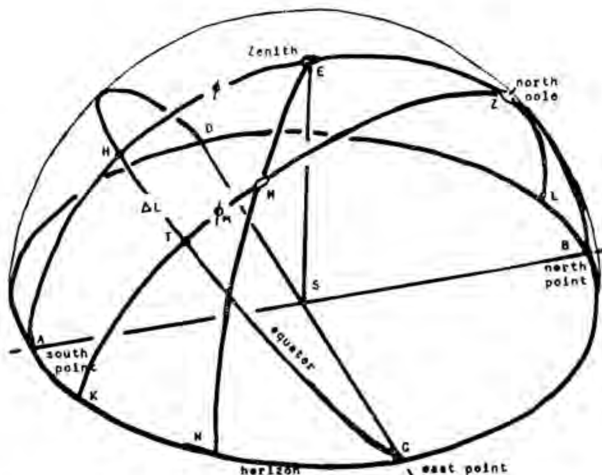


Fig. 1. The case represented here is for a place west of Mecca. The semicircle *GED* is omitted for clarity.

is known and a rule, fitting the sphere, for use when two of the circle's points are known. The rule must be graduated so that the latitudes and longitude-difference can be marked off. No indication is given about the nature of these instruments, but suitable compasses are described in the thirteenth-century *Libros del Saber*,[5] and a suitable rule is described by al-Marrākushī for use with his "solid sphere".[6]

Essentially the same procedure is given by ʿAbd al-Raḥmān al-Khāzinī in the fifteenth application of his "sphere that rotates by itself".[7] In this case the pole and equator-circle are already marked and the only extra mark made on the sphere is a dot at the position of Mecca; a rule is used to join this dot and the local zenith to find the azimuth of Mecca on the horizon-circle. Since the sphere is being used here purely as a "solid sphere", or *dhāt al-kursī*, further research may well reveal this determination of the *qibla* in other treatises on this instrument. Further, one of the uses of the spherical astrolabe, which was furnished with a horizontal co-ordinate-system, was to find the azimuth of one place with respect to another.[8] The equivalent procedure

5. Seemann & Mittelberger, p. 54.
6. Al-Marrākushī, f.15v, lines 13-16.
7. Lorch, pp. 314, 324.
8. Seemann & Mittelberger, p. 27.

Nasr b. ʿAbdallāh's Instrument for Finding the *Qibla*

Richard Lorch*

1. *Introduction*

According to Sezgin (V, 314 and VI, 208),[1] Naṣr b. ʿAbdallāh, the author of the text given below, was called al-ʿAzīzī and wrote treatises on eclipses and on the circle as the origin of plane geometrical figures. For his date the only evidence appears to be the passage at the beginning of the latter treatise, where he says he has already written a book on the subject "for the library of the King al-Manṣūr" (*li-khizānat al-malik al-Manṣūr*).[2] The cataloguer of the manuscript confidently identifies this *al-Malik al-Manṣūr* as Manṣūr ʿAḍūd al-Dawla, thus putting Naṣr b. ʿAbdallāh in the latter half of the fourth/tenth century. The instrument that the author describes here is one of the few that find the *qibla* (the direction of Mecca) geometrically. The *qibla* may be found with other instruments, such as the sinecal quadrant,[3] by following trigonometrical calculations; and many an instrument, such as the *dā'irat al-muʿaddal*,[4] carry *miḥrābs*, presumably found by calculation, on a horizontal circle.

Naṣr b. ʿAbdallāh's procedure is to draw the requisite diagram, which consists of arcs of great circles, directly on a hemisphere. This hemisphere, *ABGD*, which is bisected by each of the orthogonal circles *AEB* and *DEG*, is aligned so that *B* points towards North. If φ represents the geographical latitude of the place in question, ΔL the difference in longitude between the place and Mecca, and φ_M the latitude of Mecca, the remaining steps may be summarized thus (see fig. 1):

$BZ = \varphi$. *Z* is the north pole.
Draw equator GHD about pole *Z*.
$HT = \Delta L$.
Draw *LZTK*.
$TM = \varphi_M$. *M* is position of Mecca.
Draw *EMN*. *SN* gives the direction of Mecca.

To make these constructions on a hemisphere one would require two instruments for drawing great circles: compasses for drawing the circle when the pole

* Institute for the History of Arabic Science, Aleppo University. It is a pleasure to thank Dr. Saleh Omar, Col. Muḥammad ʿAlī Khayyata, and Mr. Muḥammad Kamāl, of this Institute, for help at various times with the Arabic text given in this article.

1. Here and elsewhere the references are to the bibliography at the end of the paper.
2. *Ashkāl* f. 280r.
3. King, pp. 111-115.
4. Dizer; Janin & King, p. 217 and plate 10; Tekeli.

17/16 نقطة : إحدى نقطتي

17/17 مذكورين : مذكورتين // اخرتين : اخرين

17/90 الاخر : الاخرى

17/20 اولتين : اولين

21/22 جغراوفيا : جغرافيا ، أو : جاوغرافيا

22/2 اما ما على الارض : اما تعيين [تقويم ؟] ما على الارض

22/3 On the basis of the clearly observed distinction between *Kitāb* and *maqāla* in al-Bīrūnī's *Fihrist* and the reference to its subject here, the *maqāla* cited is to be identified with his – lost – *Maqāla fī taṣḥīḥ al-ṭūl wa-l-ʿarḍ li-masākin al-maʿmūr min al-arḍ* (*Chron.*, p. XXXXI, l. -3).

22/4 معرفة تولي : مقدرة تولي

22/6 منها : منهم

I have not been able to find either of the two verbs in the dictionaries although their meanings appear understandable enough in their derivation from the commonly attested forms of the two roots: "to find gross/obscene", and "to examine, scrutinize".

14/3-7 I would suggest the following translation:

> As for those who find it absurdly silly, they may dismiss it altogether and, in refuting its proponents, go to such lengths as to feign ignorance and to vent their anger at them. Such is the case with al-Farghānī. As for those who examine it critically, some believe that in the "melon-shaped" astrolabe, the sphere is imagined as flattened like a melon on one pole and split open toward the other, and others believe that this astrolabe and the aforementioned projection share no common features, but that it resembles those instruments which are designed for reading off ascendants and celestial altitudes, such as plane and other sundials.

14/8 "In relation to the opinions of these two groups mine represents a third." Al-Bīrūnī's attitude to the "melon-shaped" planispherium obviously had changed since *al-Istīʿāb*; here, in the *Tasṭīḥ*, he censures al-Farghānī for his babbling (*hadhayān*) and outright refusal even to consider its validity, while in his previous treatise, he had only mildly criticized his predecessor and even exonerated him on the basis of his and his peers' ignorance of Greek writings on conic sections and of the involved curves' exact construction. Moreover, the arguments al-Bīrūnī quotes here as those of the critics of the "melon-shaped" instrument, are (1) those of al-Farghānī as put forward in *al-Kāmil*, and (2) his own as witness *al-Istīʿāb* (see *Aufsätze* II 522-25). There arise the questions of why Abū l-Rayḥān's opinion had shifted – was it simply that he was quoting from his memory here? – and of why he levelled such attacks at al-Farghānī.

14/8 ff. This paragraph is a close repetition of what he had announced in *al-Istīʿāb* (Aufsätze II 524 center). Whether or not he ever composed the book he envisaged cannot be determined; he may have treated the subject in his *Takmīl ṣināʿat al-tasṭīḥ* (*Chron*., p. XXXXVI, 1. - 4), but certainly not in *Tahdhīb Fuṣūl al-Farghānī* as Saʿīdān surmises in note 16.

14/13 تسطيح المبطح : التسطيح المبطخ

14/14 (cf. *Chron* p. 359, 1. 3 f.) الانقاد : الا بعاد

14/20 المبطح : المبطخ

14/21 التسطيح : التسطيح الاسطواني

17/11 and note 23: delete the reference and the note; al-Bīrūnī is here referring to pictorial representations of constellations, the outlines of which are to be determined by the locations of the respective stars.

13/11 جنوبي وشمالي : جنوبيّا وشماليّا

13/14 (الخطوط) : < القطوع >

13/22 قد نسه : قد نسبه

13/23 f. Since writing *al-Istīʿāb*, Abū l-Rayḥān evidently came to know more manuscripts of al-Farghānī's *Kāmil*, for in the earlier book he only mentioned al-Farghānī's attribution of the "melon-shaped" astrolabe to al-Kindī whereas here, on the basis of a different transmission of *al-Kāmil*, he also refers to Khālid b. ʿAbd al-Malik al-Marwarrūdhī as a possible writer on the subject. In the absence of manuscript evidence for either al-Kindī or al-Marwarrūdhī, the respective merit of the two variants cannot at present be assessed. Al-Farghānī obviously belonged to the coterie of the Banū Mūsā (see Ibn abī Uṣaibiʿa, *al-ʿUyūn*, ed. Müller, Cairo 1299/1882, I 207, l. –6 ff.), who were engaged in a bitter feud with al-Kindī (*ibid.* and *Aufsätze* II 522-23); thus it would seem plausible that al-Farghānī also inveighed against him. Unfortunately, no corresponding title is transmitted among al-Kindī's writings so that it remains unknown whether he undertook a scholarly examination of this kind of astrolabe or simply based on it whatever astronomical operations and computations he performed. Of Khālid al-Marwarrūdhī's grandson, ʿUmar b. Muḥammad, Muḥammad b. Isḥāq al-Nadīm mentions a treatise on the plane *musaṭṭaḥ* astrolabe in *al-Fihrist* (tr. Dodge, New York 1970, vol. II, p. 656) while no such work by his grandfather is listed anywhere. It has to be borne in mind, however, that a rare and strange term like *mubaṭṭakh* might, by some copyist, have been "corrected" to *musaṭṭaḥ*. On the other hand, in the same *Fihrist*, there is a rather garbled reference to Khālid b. ʿAbd al-Malik among the makers of astronomical instruments (*ibid.*, p. 671); thus, it cannot be dismissed out of hand that he left a tract on the "melon-shaped" astrolabe as well – unless it were assumed that either in some of the manuscripts al-Bīrūnī knew of al-Farghānī's *Kāmil*, or in the transmission of the *Tasṭīḥ* itself, the names ʿUmar b. Muḥammad b. (Khālid) were dropped and so led to this confusion.

14/1 مبطحا : مبطخا

14/1 ووجد لحسن كتابا : ووجدنا لحبش كتابا

Here al-Bīrūnī mentions Ḥabash al-Ḥāsib's monograph on the "melon-shaped" astrolabe, about which, as we have seen, he studied and corresponded with Abū Naṣr; regrettably, it is not known at which time exactly this took place.

14/2 اما مستمجن واما مستمحن

it as late as 427 / (*Chron.*, p. XXXXVI, l. 14 ff.).[9]

Notes on the Text of at-Tasṭīḥ

In the case of emendations the faulty reading is given first (i. e. on the right) and, after a colon, the correction. References are by page and line of Sa'īdān's edition: e. g. 11/13 means page 11, line 13.

9 / – 5 السدف : السذق

11/13 A whole *book* by al-Bīrūnī on the construction of a spherical instrument does not appear among his works as listed in his *Fihrist* nor does he cite it in any of the writings which have been accessible to me. The only titles from his works which come to mind are his "Discourse on the use of the spherical astrolabe" (*maqāla fī stiʿmāl al-asṭurlāb al-kurī*, *Chron.*, p. XXXXIII, l. 6) and a section in *al-Istīʿāb* on the construction of spherical astrolabes (*fī ṣanʿat al-asṭurlāb al-kurī dhī l-ʿankabūt wa-ghayrih*, Ahlwardt V 231a, l. -9), the first of which does not fit the topic, while neither meets the format of what al-Bīrūnī calls a *kitāb*, book. It has to be admitted, however, that the relationship of some of his preserved writings on instruments to the corresponding titles of his *Fihrist* still awaits examination.

12 / 1 جغراوفيا : جغرافيا ، أو : جاوغرافيا
12 / 3 افلاك انصاف النهار : المدارات الموازية لمعدل النهار
12 / 4 المدارات الموازية لمعدل النهار : افلاك انصاف النهار

12/20 ff. In spite of al-Bīrūnī's formulation which seemingly implies the contrary, the books mentioned here did not necessarily have *samt al-qibla* in their titles; rather, the author may have meant that this subject formed part of their contents. As for Abū Naṣr b. 'Irāq, this interpretation is lent special credence by what he himself named as the central topic of his *Kitāb as-sumūt*: to meet Abū'l-Rayḥān's request of proofs for computational methods for determining the azimuth of the *qibla* (*Risāla fī maʿrifat al-qusī al-falakīya*, in *Rasā'il Abī Naṣr ... ilā l-Bīrūnī*, Hyderabad 1368 / 1948, p. 5, l. 6 ff.). Unfortunately, Abū Maḥmūd al-Khujandī's methods for tracing azimuthal circles on the astrolabe are not related to a specific book of his in Abū Naṣr's *Risāla fī majāzāt dawā'ir as-sumūt* (*ibid.*, pp. 3-9), nor is it known which book by Abū Saʿīd al-Sijzī al-Bīrūnī had in mind here.

13 / 7 يمرّ : تمرّ
13 / 7 بسيط : بسائط

9. In his discussion of the perfect – *kāmil* – astrolabe in *al-Istīʿāb* (s. *Aufsätze* II 532 ff.), Abū'l-Rayḥān stated that none of his predecessors had set forth the principles of its construction in his works. Thus he himself had pored over the problem for a long time before arriving at a convincing solution. It would seem odd indeed to assume that al-Bīrūnī had forgotten all of that when composing the last section of *Chron.*, on the rudiments of projection.

present treatise in terms which imply that it was the first work to be dedicated to Abū l-Ḥasan Khuwārizm-Shāh; together with his mention of exile, return and reception at court, this would seem to suggest that it was a *sadeh* festival soon after his return which offered him the opportunity to present, as it were, his credentials as a scholar. In al-Bīrūnī's time, *sadeh* was celebrated on 10 Bahmanmāh, which, according to the unintercalated Yazdagirdī calendar, placed it around 20 January. Since. as we have seen, al-Bīrūnī returned to Khwārezm between August 1003 and July 1004, the *sadeh* mentioned in the *Tasṭīḥ* can most probably be identified as either that of 20 January 1004 or that of 19 January 1005. Bringing tribute and gifts is not normally associated with the customs observed at *sadeh*, but rather with those of *nawrūz* and *mihrajān*; on the other hand, it may have formed part of the celebrations of all the ancient festivals. In the light of the *sadeh* traditions incorportated by Ferdowsī in the *Shāhnāmeh* and also of the results of modern scholarship, al-Bīrūnī is evidently right in attributing great age and Sasanian back-ground to this festival even though its actual origin – supporting the sun and other forces of life against the harshness of winter – had been forgotten in the literary tradition.[8]

Given the similarity of subject-matter in the *Tasṭīḥ* and in the concluding section of *Chron.*, it has more than once been attempted to fix the date of the *Tasṭīḥ* on the basis of a comparison between the two texts. We have seen above that the treatise under discussion here can be dated rather precisely by means of such historical and biographical data as are contained in the text itself. If additional evidence were wanted, however, that *Chron.* preceded *Tasṭīḥ*, it would be furnished by the sentence with which he introduced, in *Chron.*, the chapter on plane projection of the celestial and terrestrial globes: he had not come across any discussion which he could adduce and use as a basis of his own treatment (*wa-lam ajid li-aḥadin qawlan fī dhālika fa-aḥkiyahu*); instead, he was writing down what came to his mind and was asking the reader's forbearance. It would indeed be strange to assume that he had forgotten his own treatise on the subject and all the earlier books quoted there when he formulated that sentence. However, al-Bīrūnī's subsequent references, in *Chron.*, to his own *Kitāb al-Istiʿāb* and to Abū Ḥāmid al-Ṣāghānī raise the question of whether he simply meant that there was no comprehensive survey at hand which he could follow or whether this section of *Chron.* as it exists today is the result of later editing and revising as al-Bīrūnī envisaged

8. On the feast of *sadeh*, Arabicized as *sadhaq*, see Mary Boyce, *A History of Zoroastrianism*. Vol. I: *The Early Period* .Leiden/Cologne 1978 (*Handbuch der Orientalistik*. Erste Abt., VIII. Bd., 1. Abschn., Lfg. 2, Heft 2A), p. 175 ff. (with reff.,); numerous Arabic and Persian poems pay tribute to its observation in Islamic times.

(*Répertoire chronologique d'épigraphie arabe*, ed. Ét. Combe *et al.*, Cairo 1931-75, vol. VI, 91 f., no. 2169). The author also adhered, in the addresses to his benefactors, to rules of *inshā'* which stipulated that dignitaries and princes not be called by their given names but by appropriate titles and honorifics. Thus, in the text of *al-Maqālid*, he refers to Abū l-ʿAbbās Marzubān b. Rustam b. Sharwīn merely as al-Iṣfahbadh Jīljīlān Padashwārjarshāh and in *Chron.*, to Qābūs b. Wushmagīr as Shams al-Maʿālī (*Bīrūnīnāmeh*, pp. 461, l. 10. 462, l. 13. 504, l. 3; not all of Abū l-ʿAbbās' titles are used every time. *Chron.*, p. 20, *s. v.* Shams-almaʿâlî). Most probably, the name (s) of the Khuwārizm-Shāh then reigning were included in the lost title of the *Tasṭīḥ* as were those of the Iṣfahbadh in the heading of *al-Maqālīd*. Al-Bīrūnī was not the only author among his contemporaries to use such a protocol of address to his dedicatee, as is shown, e.g., by Abū Manṣūr Muwaffaq b. ʿAlī al-Harawī in his *Ketābo l-abnīeh ʿan ḥaqāyeqo l-advīeh* (photographic reproduction of the ms, Codex Vindobonensis A. F. 340, as vol. XXXI of *Codices selecti*, Graz 1972; see fol. 2v, ll. 5-6).

Abū l-Rayḥān's reference to his long exile and final return to his homeland and to the warm welcome extended to him at the Khuwārizm-Shāh's court in the capital, i.e., al-Jurjānīya, provide valuable clues as to the date of composition of the *Tasṭīḥ*. In *al-Taḥdīd*, he briefly reports on going into hiding from domestic troubles in Khuwārizm in 385/995 and on his eventual flight (ed. Bulgakov, *RIMA* 8, 1962, p. 110, ll. 7-11). Unfortunately, he did not leave us a similar account of his return, but from the record of his observations of two lunar eclipses, one at Jurjān on Sunday, 13 Shawwāl 393/15 August 1003, and the other in the Khwārezmian capital al-Jurjānīya on Wednesday, 14 Ramaḍān 394/5 July 1004, it may be gathered that he returned to Khwārezm during the eleven months between these two dates (*al-Qānūn al-Masʿūdī*, ed . Hyderabad, II 741, ll. 16-19). Even if this were doubted, al-Bīrūnī entered the service of the then Khuwārizm-Shāh, Abū l-Ḥasan ʿAlī b. Ma'mūn well before the latter's death in 399/1009 since he named him in a list of his major benefactors between Qābūs b. Wushmagīr and Ma'mūn b. Ma'mūn Khuwārizm-Shāh (Yāqūt, *al-Irshād*, ed. Margoliouth, E. J. W. Gibb Memorial VI, 6, p. 312, l. 11 = ed. Cairo XVII 187, l. 5 f). In view of the fact that Abū l-Ḥasan ʿAlī only came to power in 387/997, the author's claim to have grown up in the 'protecting shade of his kingship' cannot be taken literally, especially given al-Bīrūnī's close ties to the previous, dispossessed dynasty, the Āl ʿIrāq, whose rule was ended by Abū ʿAlī's father in 385/995. Only in so far as the Maʾmūnids had been governors of al-Jurjānīya for a long time before that date is Abū l-Rayḥān's statement correct.[7] He alludes to his

7. On Khwarezmian history of this period see Clifford Edmund Bosworth in *EI*[2] IV 1065b-68b, *s. v.* Khwārazm-Shāhs, esp. p. 1066 (with reff.).

although Wiedemann and Frank more than sixty years ago thus established it on the basis of irrefutable textual evidence (*Aufsätze* II, 522. 524): al-Bīrūnī here alludes to *al-asṭurlāb al-mubaṭṭakh*, the "melon-shaped" planispherium in which the adjective refers to the shape of the *rete*, *al-ᶜankabūt*, as it does in the other varieties, e. g., the *āsī*, *muṭabbal*, *zawraqī*, *lawlabī*, etc. In *al-Tafhīm*, Abū l-Rayḥān himself derives the term from *biṭṭikh*, melon,[5] and as early as in *al-Istīᶜāb*, he draws the parallel to a *tannūr*, a beehive-shaped oven, as al-Farghānī had done before him (*Aufsätze* II, 526. 529). In support of this reading, if it were needed, attention might be drawn to manuscript evidence such as that offered by Abū Saᶜīd Aḥmad b. Muḥammad b. ᶜAbd al-Jalīl al-Sijzī's autograph copy of Abū Jaᶜfar Aḥmad b. ᶜAbdallāh's *Kitāb Fī ṣanᶜat al-asṭurlāb al-mubaṭṭakh.*[6] Abū l-Rayḥān does use *tabṭīkh* and *mubaṭṭakh* in a more general sense, that of 'flattened', in the title of his tract on projection, but in a way totally consonant with the rules of Arabic grammar. Judging by his usage in the *Fihrist*, which distinguishes between *kitāb* and *maqāla* according to length, it appears most likely that the title read *maqāla fī tasṭīḥ al-ṣuwar wa-tabṭīkh al-kuwar*, "Discourse on the plane projection of constellations and the 'melon-shape' projection of countries."

In addressing his dedicatee, al-Bīrūnī adopts a style closely resembling that which the Khuwārizm-Shāh Abū l-ʿAbbās Ma'mūn b. Maʾmūn employed in his foundation document of 401/1011; there the *shāh* is titled *al-amīr al-sayyid al-malik al-ᶜādil abū'l-ᶜAbbās Ma'mūn b. Maʾmūn Khuwārizm-Shāh*

5. Ed. and tr. R. Ramsay Wright as *The Book of Instruction* ..., p. arab. facing p. 198, l. 8 f.:
ومنه صنف يسمى مبطخاً مقنطراته ومنطقة بروجه ليست مستديرة لكنها كالبطيخ مفرطحة
In the Persian version, *ka-l-biṭṭīkh* is paralleled by *čūn kharbozeh* (*ed.* Jalāl Homāʾī, Tehran 1316-18 *h. sh.*, p.297, l.6). It will be noted that the meaning of 'flattening' is contained in the term *mubaṭṭakh*; thus, a change to *mubaṭṭaḥ* would be erroneous.

6. Paris, Bibliothèque nationale, ms arabe (de Slane) 2457 XXX (fols 141a-15ob, see Baron McGuckin de Slane, *Catalogue des manuscrits arabes*, Paris 1883-95 [Bibliothèque nationale. Département des manuscrits], pp. 43ob-34a, esp. 432b, no. 3o. Sezgin's remark that this part of al-Sijzī's famous collection was a copy from his manuscript [*GAS* VI 188] is not correct since the bulk of the manuscript is obviously in one hand.) In spite of the fact that al-Sijzī calls the author simply Abū Jaᶜfar Aḥmad b. ᶜAbdallāh, there can be no doubt that it is Ḥabash al-Ḥāsib who is meant here. (In the same manuscript, al-Sijzī calls Abū Jaᶜfar al-Khāzin only Abū Jaᶜfar Muḥammad b. al-Ḥusain, see *GAS* V 3o5-o7, esp. 306 f., nos. 1-3, and VI 189, note 1.) Ḥabash's treatise on the 'melon-shaped' astrolabe was well known and quoted by al-Sijzī himself in *Kitāb Fī ᶜamal al-asṭurlāb* where he refrained from a discussion of its construction because of Ḥabash's exhaustive treatment in his book (Istanbul, Topkapı Saray, MS Ahmet III 3342, fol. 150b, ll. 3-7; thanks go to the direction of Topkapı Sarayı Müzesi for permission to consult the manuscript). Abū Naṣr b. ᶜIrāq offers a proof for one of Ḥabash's constructions in it to al-Bīrūnī in *Risāla fī majāzāt dawāʾir al-sumūt fī l-asṭurlāb* (MS Bankipore 2468, fol. 81a, 14 f. = ed. Hyderabad, in *Rasāʾil Abī Naṣr ... ilā l-Bīrūnī*, Hyderabad 1368/1948, p. 12, l. 4 where the manuscript's clear *al-mubaṭṭakh* was "unaccountably changed to *al-musaṭṭaḥ*). Finally, al-Bīrūnī himself mentions Ḥabash's book in *-Tasṭīḥ* (see below). Richard P. Lorch's generous help in providing copies of the Paris and Bankipore manuscripts is gratefully acknowledged.

Kitāb Maqālīd ᶜilm al-hay'a[1] and in *Kitāb fī stiᶜāb al-wujūh al-mumkina fī ṣanᶜat al-asṭurlāb*[2], to name just two of his works which are not too far removed in date from the treatise under discussion here.[3] Although neither manuscript of it so far known to exist[4] preserves such a title, it can safely be assumed to have once existed and to have closely resembled that of one or the other of the two aforementioned books. The two verses which introduce the Leiden manuscript appear suitable enough for a festive occasion such as the 'night of *sadeh*' to be considered authentic.

The title of the treatise as al-Bīrūnī entered it into his *Fihrist* (*Chron.*, p. XXXXIII, l. 4), <*Maqāla*> *Fī taṣṭīḥ al-ṣuwar wa-tabṭīkh al-kuwar*, has to this day been a source of doubt concerning the correct reading of *tabṭikh*

List of abbreviations:

Ahlwardt. A., Wilhelm, *Die Handschriften-Verzeichnisse der Königlichen Bibliothek zu Berlin. Siebzehnter Band: Verzeichnis der arabischen Handschriften*, 10 vols (Berlin, 1887-99).

Aufsätze. Wiedemann, Eilhard, *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, 2 vols (Hildesheim, New York, 1970) (*Collectanea* VI/1-2)

Bīrūnīnāmeh. Qorbānī, Abō l-Qāsem, *Bīrūnīnāmeh, taḥqīq dar āsār-e riāżī-ye Ostād Abū Rayḥān-e Bīrūnī* (Tehrān *s.d.* [1353 *h. sh.*]. *Selseleh-ye* (*Enteshārāt-e Anjoman-e Āsār-e Mellī*, 107)

Chron. Eduard Sachau, *Chronologie orientalischer Völker von Albîrûnî* Leipzig, 1876-78).

GAS. Sezgin, Fuat, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, 7 vols. to date (Leiden, 1867 ff.).

1. الحمد لله حق حمده وصلواته على محمد نبيه وعلى آله وأصحابه من بعده وسلم تسليماً كثيراً وبعد فهذا كتاب محمد بن أحمد البيروني في استيعاب الوجوه الممكنة في صنعة الأسطرلاب الأنفس الصافية ذوات براع واشتياق إلى تصور الموجودات ...

The dedication of the book, to Abū Sahl al-Masīḥī, is incorporated in the text itself and follows a few lines later (see Ahlwardt V 231, no. 5796, MS Sprenger 1869).

2. بسملة . كتاب مقاليد علم الهيئة ما يحدث في سطح بسيط الكرة عمله أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني للإصبهبذ الجيلجيلان فدشوارجرشاه أبي العباس مرزبان بن رستم بن شروين مولى أمير المؤمنين جبلت القلوب على حب من أحسن إليها ...

It will be noted that the dedicatee is named in the heading itself while a proper *ḥamdala* is missing (*Bīrūnīnāmeh*, p. 461, l. 6 ff.).

3. On the basis of the quotation in *Chron.*, p. 357, l. 20, *al-Istīᶜāb* has, following Sachau, been dated before 390/1000, the year he indubitably established for the composition of *Chron.* (*ibid.* p. XXIV f.). Since, in its turn, *al-Maqālīd* is quoted in *al-Istīᶜāb*, the sequence of the three works appears clear. But even without relying on *al-Istīᶜāb*, it can be made plausible that *al-Maqālīd* preceded *Chron.*, as witness the author's testimony, in *Chron.*, to his personal acquaintance with the Iṣbahbadh Abū'l-ᶜAbbās, the dedicatee of *al-Maqālīd* (*Chron.*, p. 209, l. 7). As for a *terminus post quem*, al-Bīrūnī's references in *al-Maqālīd* to a previous dedication of a book to Shams al-Maᶜālī Qâbûs (i. e., of *al-Tajrīd*) and to his sojourn in al-Rayy evidently rule out the possibility that it was written before 385/995 when al-Bīrūnī presumably left his homeland Khwārezm to go into exile (see *Chron.*, p. 10, l. 8 f.; *Bīrūnīnāmeh*, pp. 462, l. -2. 497, l. -7. 501, l. -10; *Dictionary of Scientific Biography* II 147b-158a, *s. v.* al-Bīrūnī [E.S. Kennedy]; in her forthcoming study of *al-Maqālīd*, Marie Thérèse Debarnot will discuss its date in detail). If the dating of *al-Istīᶜāb* is not to be questioned, it was composed in the span of the same five years, 385-90, as *al-Maqālīd* (this writer harbors some doubt as to whether or not the reference to *al-Istīᶜāb* in *Chron.* might not be a later interpolation).

4. See *GAS* V 381, no. 10, and VI 272, no. 19; unfortunately, the study by Dānāseresht which Sezgin mentions has not been accessible to me. Saᶜīdān's edition (University of Jordan, Amman, *Dirāsāt al-ᶜulūm al-ṭabīᶜīya* IV, 1 [1977], pp. 7-22) is based on the Leiden manuscript alone. For a study of the corresponding section in *Chron.*, see *Bīrūnīnāmeh*, pp. 249-67.

Here I am who grew up in the protecting shade of his kingship and was, after long exile, drawn to the pearl of his realm; in his august assembly–may God the most high increase it in excellence and eminence–I obtained of intimate company and friendliness, without title or merit, what made me surpass my peers and equals and what brought me near my goal and perfection. It is the duty of him who has been clothed in such garments to devote himself exclusively to the service of his patron and lord of his benefactions, secretly and openly, and to lavish the utmost of his ability and the extreme of his endeavor to render the dues of gratitude, even though his patron can dispense with them, but choosing what is preferable and holding fast to what is most suitable, by the way of reason.

The night of Sadhaq is one of the noble nights and magnificent feasts which the Khosroes held in veneration and during which they revived the customs of the ancient kings; on these and similar occasions the little man brings gifts to the great man, the one who is commanded propitiates the commander by demonstrating the sense of worship concealed in his heart. If it were possible, with body and soul, to win the grace of the august assembly, this would be of little moment in view of the incumbent duty, but the service rendered by scholarship is nobler than others and more exalted than all the rest; in this book I have thrown open the door of service through scholarship and lifted its veils; I have thereby smoothed the paths I will fittingly travel in whatever I take up as long as I live, donning the cloak of this noble service and seeking shelter under its shading protection; God is the giver of success and succor for that!

Commentary*

Unlike many of his contemporaries or later Islamic authors, Abū l-Rayḥān al-Bīrūnī did not usually include his own name or the title of the work he was writing in its introduction; instead, he often prefixed a brief separate title to the texts proper which contained such bibliographical information and the customary opening invocations. This was the style he adopted in his

* Warm thanks go to Edward S. Kennedy for suggesting that I undertake the foregoing translation as a supplement to Len Berggren's comprehensive study of the bulk of the text; I appreciate this opportunity for entering – admittedly only on the outlying reaches – hitherto unknown territory. I would also like to express my thanks to my colleagues at IHAS for lively and productive discussions and my appreciation of the research facilities found there. While preparing the notes presented here, I consulted Berggren's study, Suter's translation (in *Beiträge zur Geschichte der Mathematik bei den Griechen und Arabern*, *Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin*, Heft 4, Erlangen 1922, pp. 79-93) and Suter's and Wiedemann's "Über *alBirûni* und seine Schriften" (*Aufs ätze* II 474-515) in addition to the sources quoted below.

Al-Bīrūnī's *Maqāla Fī tasṭīḥ al-ṣuwar wa-tabṭīkh al-kuwar:* *A tranlation of the preface with notes and commentary*

LUTZ RICHTER-BERNBURG*

Translation of the Preface

By most excellent rule and mightiest victory,
By safest augury and most joyful circumstance;
By superlative bliss and most powerful kingship,
By felicitous duration and most cherished gift!

Gratitude for favors is a duty incumbent upon minds and intelligences without premeditation, and thereby the recipient of favors deserves the merit of increased benefaction. Thus it behooves me, at all times and in every situation, to illuminate the sign-posts of praise and encomium and to renew the ceremony of thanksgiving and invocation. All subjects have customs – in keeping them they uphold the rights of their masters and through them they express their convictions at their feasts and at the times of their joy and mirth, according to their situation and rank. And His Majesty, the commander, the lord, the just king, the patron of benefactions, the Khuwārizm-Shāh–may God the most high prolong his life in power and excellence and make last his might and eminence, may He give victory to his banner and standard, guard his kingdom and magnificence, support his authority and strengthen his rule and majesty, honor his grandsons and give power to his associates, may He subdue his enviers and forsake his ennemies – is the crown of kings in their entirety, whose days are the epoch of all days and whose presence is the origin of sublime and glorious qualities, the source of praiseworthy deeds and exploits, the refuge from the ruin of men from all quarters of the earth, with the wholesomeness of safety they have tasted there, the sweetness of justice, the loftiness of aspiration, overflowing generosity toward all, grace encompassing far and close, intimate company with savants and sages, their lodging in houses, their treatment with abundant generosity above merit and their rise from the depths to the clouds in the sky – may God guard his noble presence and preserve his inviolable, august threshold with His grace and boundless generosity!

*Seminar für Arabistik der Universität, Göttingen West Germany; 1980–81: IHAS, Aleppo.

البـــيروني
والمصوَّرات المستوية للكرة

ج . ل . برغرن

في اواخر القرن الرابع للهجرة كتب أبو الريحان البيروني « كتاب تسطيح الصور وتبطيح الكور » يصف فيه بعض التطبيقات الجديدة لتصوير الكرة على السطح المستوي المكتشف منذ كتب بطليموس « الجغرافيا » قبل عشرة قرون خلت . وفي عام ١٩٢٢ نشر هـ . سوتر ترجمة ألمانية لكتاب البيروني آنف الذكر مع تعليق موجز ، ثم بعد خمسة وخمسين عاماً نشر أ . سعيدان النص العربي محققاً معتمداً مخطوطة لايدن ١٠٦٨ رقم ١٥ . إضافة إلى ذلك هناك ترجمة روسية وأخرى أزبكية كما يو جد ملخص ودراسة فارسية أشار إليها جميعاً ف. سزكين . إن أغلبية المادة العلمية في كتاب تسطيح الصور ظهرت كذلك في آخر كتاب البيروني « الآثار الباقية من القرون الخالية » وقد شكل هـــذا مصدراً أفاد منه M. Fiorini في دراسته التاريخية القيمة عن تاريخ علم الخرائط والمصورات المبكر في أوربا .

برغم كل هذه الأعمال لا نعرف لكتاب تسطيح الصور دراسة كاملة لذا توخينا في بحثنا تلافي هذه الثغرة ، وقدمنا فيه ثبتاً وترجمـــة انكليزية لكامل الرسالة مهملين صفحة الاهداء الى خوارزمشاه الذي تكلمنا عنه فيما بعد (انظر مقالنا بالانكليزية) . نبدأ بخلاصة وجيزة عن رسالة البيروني ، ونرجـــع القارىء في ترجمتنا الى نص سعيدان مشيرين الى رقم الصفحة ثم السطر .

١ — ملخص

١٠ : ٦ — ١٠ : ٢٩. يستعرض البيروني الفائدة والمنفعة من معرفة صورالكواكب وهيئتها في علم الفلك وفي التنجيم وفي علم المناخ والزراعة ، ومن معرفة وضع الأشياء في سطح الأرض ومسامتة مواضع بعضها لبعض من أجل الرحالة والمسافرين والمصلين والحملات العسكرية .

١١ : ١ ــ ١١ : ١١ . الكتب هي الدليل المألوف لمريدي معرفة هيئة الكواكب وأشكالها ، لكن عند تواتر النسخ وكثرة النقل لا تبقى الصور المصورة في تلك الكتب مضبوطة على حالها بل يصيبها كثير من الخلل والتشويه .

١١ : ١١ ــ ١١ : ١٧ . يمكن نقل صورة الكواكب الى الكرة بضبط واحكام إلا أن العمل في الكرة الصغيرة صعب في حين ان انتقال الكرة الكبيرة أو حملها من مكانها صعب كذلك .

١١ : ١٨ ــ ١٣ : ٣ . أما إذا نقلت المصورات في السطوح الكروية الى سطح مستو فإن من السهل انتقالها لكن من الصعب محاكاتها . يصف البيروني ما جاء في ذلك عند مارينوس ، بحسب ما رواه بطليموس ، وعند البتاني في سمت القبلة ناقداً إياهما بعدم الدقة وقلة الضبط .

١٣ : ٤ ــ ١٥ : ١٥ . يستعرض البيروني ما كتب في هذا المجال مناقشاً طرق الاسقاط المخروطي والاسقاط المبطخ عند الكندي أو المروروذي والاسقاط الاسطواني والاسقاط اللارياضي عند الصوفي (لمزيد من التفصيل انظر مقالنا بالانكليزية Sec - 4) . نظراً للنقص في تلك الاسقاطات جميعاً « وجب علينا ان نحتال لها حيلاً نقرب بها الأمر » بين السطح المستوي وبين السطح الكروي ، ومع ذلك فإن امتناع وجود النسبة المنطقة بين الخط المستقيم وبين المنحني يحول بيننا وبين التصوير المطابق للأصل على نحو كامل .

١٥ : ١٦ ــ ١٨ : ٥ . يصف البيروني طريقته الأولى في التصوير كالتالي (انظر مقالنا بالانكليزية Fig. 1) : لندع القطرين AG و BD يربعان الدائرة E ولنقسم كل ربع من أرباع الدائرة الأربعة الى ٩٠ جزءاً متساوياً ولنفعل ذلك أيضاً في أنصاف قطريها الأربعة . فإذا كان AH يمثل جزءاً واحداً من أجزاء AE التسعين فإن القوس الدائرية الواصلة بين B و H و D تمثل نصف دائرة الطول . كذلك إذا كان كل من القوسين AM و GS يمثل جزءاً واحداً من أجزاء محيط الدائرة التسعين و EN جزءاً واحداً من أجزاء نصف القطر التسعين فإن القوس الدائرية الواصلة بين S و N و M تمثل نصف دائرة العرض . وهكذا تمثل باقي أنصاف دوائر الطول ودوائر العرض . ثم يقدم مثالين على كيفية تصوير كوكب معلوم الإحداثيات في هذه الخريطة . ويرشد القارىء الى تحضير خريطة أخرى لنصف الكرة الآخر ، ويدله على كيفية تلوين الخريطتين .

١٧٠

١٨ : ٦ – ١٩ : ٢٢ . هنا يشرح البيروني للصناع الذين يفضلون الحساب على طرق الانشاء الهندسي كيفية حساب أنصاف أقطار دوائر الطول ، وابعاد مراكزها عن E مركز الدائرة المعلومة ، وما يسميه هو **المجاز** . وهي على التوالي ZT ، ZE والقوس AH في الشكلين (Figs. 2, 3) (من أجل دوائر الطول) . كما يشرح كيفية حساب ZT و EZ بطريقة مكافئة في تقويم العلاقة : $2\,ZT = TE + (8100/TE)$ والعلاقة : $EZ = (8100/2\,TE) - TE/2 = EZ$ أما حساب القوس AH فيكون بطريقة مكافئة في تقويم العبارة الجبرية : قوس جب $(40' \cdot ZH \cdot 90/TZ)$. وتقاس AR باتجاه B عندما تكون Z خارج الدائرة المعلومة (Fig. 2) وباتجاه D عندما تكون Z في داخلها (Fig. 3) .

١٩ : ٢٣ – ٢٠ : ٢٠ . ويحسب البيروني هنا الكميات نفسها كما وردت أعلاه من أجل دوائر العرض (Fig. 4) . لحساب ZT يحسب البيروني أولاً : $SE = (3/2)\,\mathrm{Sin}\,\widehat{AM}$ عندئذ $TS = SE - TE$ ، ومن ثم $SZ + ZT = MS^2/TS$ (حيث $MS = 3/2\,\mathrm{Sin}\,\widehat{DM}$) . وأخيراً يحسب TZ من العلاقة المحققة : $TZ = TS / 2 + (SZ + TZ) /2$ عندئذ تكون المسافة بين المركزين: $EZ = ET + TZ$. أما حسابه للمجاز $\widehat{HD}$ من أجل دوائر العرض فبنفس طريقة حسابه للمجاز $\widehat{AH}$ من أجل دوائر الطول . ثم يختم هذا الباب مبيناً أن مراكز دوائر العرض تمتد دائماً الى خارج الدائرة المعلومة وذلك بتبيانه أن الوتر DM أعظم من DT: مما يحتم أنه لا يمكن لدائرة مركزها في D أن تمر من M و T معاً كما أنه لا يمكن أيضاً لدائرة يقع مركزها بين D و E أن تمر من M و T .

٢١ : ١ – ٢١ : ١١ . طريقة ثانية لتصوير السطوح الكروية على السطح المستوي تحصل عندما يكون البعد بين كوكبين ثابتين في الكرة هو نفس البعد بين صورتيهما في السطح المستوي ويكون بعد أي كوكب ثالث في الكرة عن الكوكبين الثابتين فيها بعداً واحداً وهو نفس بعد صورته في السطح المستوي عن صورتيهما فيه . تقاس الابعاد في الكرة بحلقة من حلق الكرة العظام وتقاس في السطح المستوي بمسطرة مقسمة الى ١٨٠ جزءاً .

٢١ : ١٢ – ٢١ : ١٧ . طريقة ثالثة وهي أن يستعمل الطلاء على الكرة في مواضع الكواكب ومن ثم تدحرج الكرة بحركة دورانية على السطح المستوي المقصود التصوير عليه على طول الدوائر الكبرى مارة بنقطة ثابتة في الكرة ، وهكذا تنقل صور الكواكب على السطح المستوي.

٢١ : ١٨ – ٢٢ : ١٠ . يوصي البيروني القارىء بالرجوع الى جداول الكواكب الثابتة والى كتاب « الجغرافيا » للحصول على المعلومات التي يحتاجها في كل من صورة الكواكب وصـــورة الأرض . والقارىء الذي تعوزه مثل هذه المعلومات ولا يجدها في الكتب يحتاج إلى ايجادها بنفسه كأن يستعمل ذات الحلق وغيرها من الآلات الراصدة المهيأة لذلك وأن يتبع الطريق المنهجية في تحديد أطوال الأماكن وعروضها مما يتطلب عمراً مديداً ونفوذاً واسعاً في أرجاء المعمورة وهذا متعذر لذا يجب الاقتصار عـــلى معرفة أعمال الأوائل وتصحيحها قدر المستطاع .

٢٢ : ١٠ – ٢٢ : ١٥ . خاتمة الرسالة وفيها تحذير القارىء من الطلب المفرط في بلوغ الكل ، ثم دعاء الختام .

٢ – بعض الشرح والتعليق

العنوان « ... وتبطيح الكور » . يقترح ڤيديمان وفرانك أن نقرأ «تبطيخ» بدلاً من «تبطيح» ، وبديهي أنهما اعتمدا مرجعاً الأسطرلاب المبطخ الذي ورد ذكره في الرسالة . لكن لا يوجد دليل نصيّ يفيد بهذه القراءة لذا نفضل أن نقرأه كما قرأه سعيدان تماماً كما ينبغي أي « تبطيح » .

١٠ : ٩ **هيئة الأفلاك** – الأفلاك هي الكرات السماوية الثماني المتحدة المركز التي تحتوي الكواكب السيارة السبعة والكواكب الثابتة ، مع الأرض في المركز .

١٠ : ١٦ – ١٧ **في المواليد وتحاويلها ، وتحاويل سني العالم .** يشرح البيروني هذه الجملة في « كتاب التفهيم لأوائل صناعة التنجيم » حيث يكتب : ١ – السنة هي عودة الشمس الى المكان الذي كانت فيه في البدء . ٢ – سنة العالم هي عودة الشمس إلى أول الحمل . ٣ – سنة المواليد هي عودة الشمس الى موضعها في زمن الولادة . ويخلص الى القول : « ويحتاج إلى معرفة ذلك ليستخرج به الطالع فيكون طالع تحويل تلك السنة » .

١١ : ٤ في « كتاب التفهيم » يعرف البيروني نوء النجم بأنه شروقه الشمسي : ويشرح في « الآثار الباقية » النوء بأنه كذلك شروق (طلوع) المنزلة (منزلة القمر) ويسمى تأثير الطلوع **بارحاً** بينما يسمى تأثير السقوط (الغروب) **نوءاً** أيضاً . وجمع نوء أنواء . في مكان آخر من « الآثار الباقية » يشير البيروني الى كافة الحوادث السنوية المتعاقبة وكذلك

الى الخاصة الارصادية وغيرها من خواص الأيام المفردة التي علمتهم (اليونانيين والسوريين) إياها التجربة والخبرة عبر القرون الطويلة ، وهم يسمونها **انواءاً وبوارح** . كما يشير إلى رأي أول بادر به ثابت بن قرة وهو أن الأنواء تحدث في يوم واحد هو نفس اليوم في كل مكان ومن ثم لا يمكن اتصالها بشروق النجوم (الشمسي) أو بأفولها .

١٢ : ١ **عن مارينوس** . يشير سعيدان إلى أن النص العربي في الأصل يقرأ « فاربيوس » لكن تعديله إلى « مارينوس » أكيد ، (أما قراءة سوتر له بـ « ابارقوس » فهي خطأ) ذلك على ضوء نص بطليموس الذي نسب التطبيق فعلاً الى مارينوس .

١٢ : ٢ — ٥ نقرأ في طبعة سعيدان : **من تخطيط خطوط موازية لخط الاعتدال واقامتها مقام دوائر العرض ، أعني أفلاك أنصاف النهار ، وتخطيط خطوط موازية لخط نصف النهار** (في الأصل لخط الاعتدال) **واقامتها مقام دوائر الطول ، أعني المدارات الموازية لمعدل النهار** . حيث يوضح سعيدان في الحاشية (١٠) أنه استبدل في النص عبارة « لخط الاعتدال » بعبارة « لخط نصف النهار » ؛ لكن حتى بعد تصحيح سعيدان لا يمكن أن يكون هذا ما كتبه البيروني إذ لا يستقيم به المعنى . ولكن إذا أخذنا بتصحيح سعيدان وافترضنا أن عين الناسخ بدلت مكاني الجملتين التفسيريتين المبتدئتين بلفظة « أعني » في السطرين ٣ و ٤ عندها يستقيم المعنى . وبرغم ذلك هناك مجال لتعديلات أخرى ممكنة .

١٢ : ٦ — ٨ لتجنب افتراض أن النص محرف في هذه الأسطر علينا أن نفهم **الطول الكلي** بأنه مجمل طول الخريطة من الشرق الى الغرب ، **والعروض** بأنها الخطوط التي تقيس عرض الخريطة المستطيلة الشكل من الشمال إلى الجنوب .

١٢ : ١٨ — ١٩ **فاستخرج به حينئذٍ مقدار بعد سمته** . ترجم سوتر هذه العبارة كالتالي:

(auch noch die Entfernung Von Mekka bis zum Beobachtungsort)

(الى جانب ذلك أيضاً البعد من مكة الى مركز الرصد) . وهذا خطأ نظراً لكونه لاينطبق مع ما فعله البتاني ولا يعبر عما أراده البيروني هنا .

١٣ : ٧ **مجسمات ناقصة** . إن ترجمة سوتر وشرحه ممكنان .

« Unvollkommener Körper (d. h. deren Grundflächen nicht Kegelshnitte, sondern unclassifizierte Kurven sind) »

(جسم غير كامل، أي أن الأسطح الأساسية ليست قطوعاً مخروطية بل هي بلا شك منحنيات غير منتظمة) . فمن الصعب التأكد مما قصده البيروني بلفظة «ناقصة» خاصة وأن العبارة لايتكرر ورودها كما أن أحد استعمالاتها هوفي وصف «القطع الناقص» . وهكذا إذاً فليس بمقدورنا التأكد من أي الاسقاطات اعتمد البيروني هنا .

١٣ : ٢٣ – ١٤ : ١ **اسطرلاباً مبطخاً** . فضلنا مع سوتر هذه القراءة على تلك التي اختارها سعيدان «مبطحاً» . إلا أن سوتر لم يذكر أن البيروني استعمل هذا اللفظ بالذات في «كتاب التفهيم» : «ومنه (الأسطرلاب) صنف يسمى مبطخاً مقنطراته ومنطقة بروجه ليست مستديرة لكنها كالبطيخ مفرطحة . »

١٤ : ١ إن تبديل سعيدان لعبارة **ووجد لحسن** في الأصل بعبارة «ووجدنا له» يبدو لا مبرر له .

١٤ : ١ – ٢ وأصحاب هذه الصناعة فيه فريقان : إما مستمجن وإما مستمحن إياه . قرأ سوتر اللفظتين كالتالي : «مستَمجِن ومستمحِن» واعتبرهما تشيران إلى نموذجين للاسطرلاب لأنه فهم معنى جذر الكلمة (المجرد الثلاثي) مجَنَ بأنه «غلُظ وصلُب» مشيراً إلى أنه استناداً إلى المعاجم والقواميس ليس لهذا الجذر صيغة عاشرة (أوزان المزيد) . أما نحن فنفضل أن نأخذ معنى فعل مجَنَ «هزِىء وسخِر» ، وبذلك نقول إن هاتين اللفظين تشيران إلى موقف كل من الفريقين المذكورين .

١٤ : ١٢ **تسطيح المبطخ** . فضلنا هنا قراءة سوتر «مبطخ» على قراءة سعيدان «مبطح» وذلك لاعتراض البيروني على هذا الاسقاط لأنه يقطع الدائرة الكسوفية (فلك البروج) إلى نصفين ، وهذا الاعتراض يلائم كل الملاءمة الأسطرلاب ذا الشكل البطيخي كما وصفه ڤيديمان وفرانك .

١٤ : ١٣ **لاتساع الأبعاد** . باستبدالنا لفظة «انفاد» في النص المطبوع بلفظة «أبعاد» تبنينا اقتراحاً قدمه لوتس ريشتر – برنبورغ .

١٤ : ١٩ **الاسطرلاب المبطخ** . نظراً لملاحظة البيروني فيما تقدم حول الفرغاني والاسطرلاب ذي الشكل البطيخي نفضل هنا قراءة سوتر «المبطخ» على قراءة سعيدان «المبطح» .

١٦ : ٤ **نطلب** . في أغلب الأحيان كنا نقرأ الأفعال بصيغة جمع المتكلم ، ونرى ذلك أفضل من قراءتها بصيغة المفرد المخاطب أو المبني للمجهول .

١٧ : ٥ **وهو مائة وسبعة درجة** . أوردها سعيدان بين حاصرتين أي أنها إضافة من عند الناسخ ، وهذا خطأ في جميع الأحوال ، والقراءة الصحيحة هي : « مائة وتسع وسبعون درجة » .

٢١ : ٥ **حرف حلقة من حلق الكرة العظام** . لا يمكن للنص أن يحتمل ترجمة سوتر :

« . . . daß du an je zwei der sterne ein biegsames lineal (einen Papierstreifen) anlegst, das sich also an einen Großkreis der Kugel anschmiegen kann . . . »

[... وذلك بأن تضع على كل كوكبين مسطرة قابلة للثني والانحناء (قصاصة ورق) بحيث يمكن أن تلتصق المسطرة على دائرة (حلقة) عظيمة للكرة ...] مع أن هذه الترجمة أي الطريقة التي وصفها سوتر قد تكون مناسبة لتنفيذ ما يطلبه البيروني .

٢١ : ١٦ – ١٧ **إلا ما بين مثبتي الجزء الذي لا يتجزأ وبين نفاته** . نستنتج من سياق النص مضمون هذه العبارة وهو ان الانحراف ما بين تصور البيروني للكرة كما جاء في طريقته الثالثة وبين الكرة « الحقيقية » هو انحراف طفيف الى درجة انه لا نفع في الفرق بينهما الا من الوجهة النظرية وليس له من أهمية عملية بأكبر من النتيجة التي نخلص اليها من حيث وجود اجزاء تتجزأ او لا تتجزأ .

٣ – الأعلام

نعدد أسماء الأعلام كما أوردها البيروني في الرسالة مضيفين بين قوسين الجزء من الاسم غير المذكور فيها ، ثم يلي الاسم رقم الصفحة الوارد فيها في طبعة سعيدان ورقم السطر بين قوسين أيضاً . وأخيراً التاريخ الميلادي إذا كان معروفاً . مزيد من التفصيل يجده القارىء عند سزكين (انظر الحاشية ٢٨ من مقالنا بالانكليزية) . عطارد بن محمد (الحاسب) ، (١١ : ٣) . (أبو حفص) عمر بن الفرخان الطبري (١١ : ٣) ، (أواخر القرن الثامن) . أبو الحسين (عبد الرحمن بن عمر بن محمد بن سهل) الصوفي (١١ : ٤ ، ١٥ : ١ – ٢ ، ١٥ : ٥ ، ٢١ : ٢٠) ، (٩٠٣ – ٩٨٦) . (كلوديوس) بطليموس (١١ : ٢٠ ، وربما ٢١ : ٢٢) ، (ازدهر ١٣٥) . مارينوس (الصوري) ، (١٢ : ١) (ازدهر ١١٠) ، (أبو عبد الله) محمد بن جابر (بن سنان) البتاني ، (١٢ : ١١ ،

٢١ : ٢١) ، (توفي ٩٢٩) . أبو سعيد أحمد بن محمد بن عبد الجليل (السجزي) ، (١٢ : ١٢ ، ١٥ : ١) ، (توفي ١٠٢٤) . أبو (نصر) منصور علي بن عراق ، (١٢ : ٢١ — ٢٢) ، (توفي بين ١٠١٨ و ١٠٣٦) . أبو محمود حامد بن الخضر الخجندي ، (١٢ : ٢٢) ، (ازدهر في النصف الثاني من القرن العاشر) . أبو العباس (أحمد بن محمد ابن كثير) الفرغاني ، (١٣ : ٢١ — ٢٢ ؛ ١٤ : ٤ ، ١٤ : ١٩)، (ازدهر في الثلث الثاني من القرن التاسع) . (أبو يوسف) يعقوب بن اسحق (بن الصباح) الكندي ، (١٣ : ٢٢) ، (توفي بعد عام ٨٧٠ بقليل) . (عمر بن محمد بن) خالد المرورودي ، (١٣ : ٢٣) ، (ازدهر في النصف الثاني من القرن التاسع) . حسن (١٤ : ١) غير معروف من قبلنا .

٤ — التطبيقات الواردة في نص الرسالة .

نذكر فيما يلي كل اسقاط (تسطيح) اورده البيروني في كتاب تسطيح الصور محققين وصفه حسبما جاء في الكتاب ومحددين مكان وروده في النص :

١ — اسقاط مارينوس . ١١ : ٢٠ — ١٢ : ١٠

٢ — الاسقاطات المخروطية . حيث تسقط الخطوط المستقيمة من خلال نقطة على قطر الكرة (ربما على امتداده) نقاطاً في الكرة على السطح المستوي . ١٣ : ٨ — ١٣ : ٢٠

٣ — الاسقاط المبطخ . في هذا الاسقاط تشع خطوط الزوال خطوطاً مستقيمة متساوية البعد عن القطب ، وتمثل موازيات العرض بدوائر متساوية البعد تتحد مراكزها في القطب ١٣ : ٢١ — ١٤ : ١٧ .

٤ — الاسقاط الاسطواني . وفيه تسقط الخطوط المتعامدة نقاطاً في الكرة على سطح أية دائرة عظيمة . ويسمى هذا التسطيح الاسقاط المتعامد . ١٤ : ١٨ — ١٤ : ٢٦ .

٥ — تنقل الكواكب في الكرة على قطعة ورق رقيق تلف حول الكرة ثم تنزع عنها فتعطي الخريطة المطلوبة . إن أقرب طريقة تسطيح حديثة تكافىء هذه الطريقة اللا رياضية ، هي طريقة الاسقاط متعدد المخروطات . ١٥ : ١ — ١٥ :

٦ — وصف البيروني لهذا الاسقاط هو هدفه الرئيسي في رسالة التسطيح هذه . حيث تمثل خطوط الزوال والموازيات بأقواس دائرية . يشير **Deetz** و **Adams** إلى أن هذا التسطيح المسمى بالكروي إنما يستعمل في تصوير أنصاف الكرات ، ومع ذلك فلا شيء

صحيح سوى تدريج الدائرة الخارجية وتدريج القطرين واتجاههما أيضاً ؛ ولا يمكن قياس المسافات ولا الاتجاهات ولا يمكن حتى رسمها بيانياً وتحديد مواقعها على الخريطة سنسهب في شرح ذلك في فقرة لاحقة . ١٥ : ١٦ – ٢٠ : ٢٠ .

٧ – الاسقاط عن طريق بعديْ الدائرة العظيمة عن نقطتين ثابتتين . ٢١ : ١ – ٢١ : ١١ .

٨ – الاسقاط بدحرجة الكرة من جميع نواحيها على مستوٍ مماس من خلال نقطة ثابتة . كالاسقاط (٣) غير أن نقطة كيفية هنا تحل محل القطب في (٣) ، ٢١ : ١٢ – ٢١ : ١٧ . يلفت انتباهنا ا. س . كندي إلى أن الخطوط التي تصور خطوط الزوال والموازيات في هذا الاسقاط قريبة جداً من الأقواس الدائرية التي استعملها البيروني لنفس الغرض في الاسقاط (٦) . وبالتالي ، ليكن ρ طول $\vec{r}$ الشعاع المتجه من مركز الخريطة إلى منحنيات العرض أو الطول مساوياً ٤٥° ، حيث يشكل $\vec{r}$ مع خط الزوال المركزي زاوية قدرها ٣٠° . في الجدول التالي يعطينا كندي النتائج حيث يستعمل ١ في الحسابات من أجل شعاع عموم الخريطة .

	اسقاط كروي	اسقاط مدحرج	الفرق المئوي ٪
٤٥° موازٍ	ρ = ٠٫٦٢٠	ρ = ٠٫٦٠٨	٢٫٠
٤٥° خط الزوال	ρ = ٠٫٦٩٣	ρ = ٠٫٧٠٤	– ١٫٧

النتائج

إذا ما أهملنا الاسقاط اللارياضي (٥) فإننا نستخلص أن البيروني كانت في حوزته في النهاية سبعة تطبيقات لتسطيح الكرة ، وكلها تقبل وصفاً رياضياً صحيحاً . وأن أحد هذه التطبيقات وهو الاسقاط (٢) يقبل عدداً لامتناهياً من التغيرات . إضافة إلى ذلك ، كما سوف نناقشه فيما بعد ، فقد عرف البيروني التطبيقات الثلاثة التي وصفها بطليموس في « الجغرافيا » أي التصويرين المخروطيين وتصوير المنظور . مما أعطى بالنتيجة حصيلة بعشرة تطبيقات واسعة التنوع مختلفة الخواص زودت الجغرافيين المسلمين – ومصوريْ الخرائط بخاصة – بمادة غنية كفتهم قروناً تبعت . إن معرفة مدى ما تم من الاستفادة الفعلية من هذه المادة المخزونة والجاهزة منوطة بمراقبة ما تبقى من خرائط في دور المخطوطات

وبيوتاتها في العالم [بخصوص بعض مصادر هـذه الخرائط ، انظر ڤيديمان (الفقرة ٣٣ من المراجع في مقالنا بالانكليزية) ١ ، ص ٦٧] ، وبدراسة اسقاطاتهـا (تصاويرها) التي يوحي ظاهرها بأنها إنشاءات ارتكزت على أساس علمي . مثل هذه الدراسة كفيل بالإجابة على جميع التساؤلات المطروحة حول أثر رسالة البيروني هذه ومدى تأثيرها ، وبالكشف عن العلاقة القائمة بين ما هو نظري وبين التطبيق العملي في العلوم العربية في العصر الوسيط .

٥ – شروح إضافية

بما أن مقدمة الرسالة ذكرت خوارزمشاه دون ذكر اسمه فقد ارجعه سوتر إلى أبي العباس مأمون الذي كان شيخ البيروني (معلمه) ما بين ١٠٠٤ و ١٠١٧ ، في حين اعتبر روز نفلد وآخرون تاريخ الرسالة في ٩٩٥ م وبذلك أرجعوا خوارزمشاه الى الشخص الذي كان شيخ البيروني لغاية تلك السنة .

من ناحية ثانية ، يبين البيروني في كتاب « الآثار الباقية » الذي ألفه حوالي سنة ١٠٠٠ ميلادية أنه لا يعرف بالتحديد أية رسالة خاصة بالموضوع (تسطيح صور الكواكب). وأن يكون قـد نسي في سن السابعة والعشرين رسالة كتبها في سن الثانية والعشرين فهذا لا يمكن أن يعني سوى أنه لم يكن قد كتب بعد رسالته هذه حين كان يكتب « الآثار الباقية». وهكذا فإن سوتر محق في قوله إن خوارزمشاه يرجع إلى أبي العباس مأمون . وبالتالي يبدو أن مادة الرسالة (موضوعها) كانت في متناول يد البيروني في « الآثار الباقية » لذلك أمكنه إضافة تطبيقين جديدين إليها : (٧ و ٨) من الاسقاطات التي ذكرناها أعلاه ، ليصوغ فيما بعد عام ١٠٠٤ بقليل رسالة جديدة يهديها إلى شيخه الجديد .

سنناقش فيما بقي النقاط التي اعترضتنا في نص رسالة « تسطيح الصور » محاولين الاستناد إلى المقارنة بين نصها الحالي وبين الفصل القريب إليها من كتاب « الآثار الباقية ».

١٣ : ٤ – ١٥ : ١٠ . إن الاختلافات الرئيسية بين معالجة مختلف الاسقاطات المعطاة هنا وبين المعالجة التي وردت في « الآثار الباقية » هي : ١ – تعطي الدراسة في « الآثار الباقية » وصفاً دقيقاً للاسقاطين الاسطواني والمبطخ (مع ذلك لم تستعمل كلمة « مبطخ ») في حين أن الرسالة تعطيهما بالدرجة الأولى وصفاً بلغة علتهما وتفيض في تاريخ المبطخ . ٢ – يذكر البيروني في « الآثار الباقية » العالم أبا حامد الصغاني (القرن العاشر الميلادي)

على أنـــه كتب في تسطيح الكرة من نقطة تقع في المحور وليس في القطب ، ويجيء وصف ذلك أيضاً في الرسالة (١٣ : ١٠ — ١٣) . ٣ — يتكلم البيروني في «الآثار الباقية» عن الاسقاط الاسطواني قائلاً « ... ولم يتصل بي أن أحداً من أصحاب هذه الصناعة ذكره قبلي » . في حين أنه في رسالته يذكر الفرغاني بشكل صريح (١٤ : ١٩) عندما يقول : « وأما التسطيح الاسطواني فهو الذي خطر ببالي من كثرة ما أفاض فيه الفرغاني من الهذيان في آخر كتابه ... » .

١٨ : ٦ — ٩ . استناداً إلى Luckey فإن الماهاني يضيف إلى الطريقة البيانية (الصناعية) التي قدمها لحل معضلتين من معضلاته حلاً حسابياً استهله بعبارة « باب ذلك من الحساب » ، و كما هو معلوم في كتابه « الصناعة الفلكية » (The Analemma) يقرر بطليموس الطريقة الحسابية المتطابقة جنباً الى جنب مع الطريقة الانشائية (الصناعية) . إن مثل هذه الطريقة الحسابية للخريطة لا بد أن تحتوي بعض المنفعة . فإن إنشاء مراكز دوائر الطول أو العرض بدرجات دنيا بواسطة المسطرة والبركار قد لا يؤدي الصورة المطلوبة وتصبح الدقة في مثل هذه الحالة مشكلة حقيقية .

١٨ : ١٠ — ١٨ (انظر مقالنا بالانكليزية Fig. 2) لتكن الدائرة المعلومة ABGD نصف قطرها ٩٠ = EB ولتكن دائرة الطول DTB حيث λ=TE ($\therefore > \lambda >$ ٩٠) والمطلوب ايجاد TZ (نصف قطر دائرة الطول التي نرمز إليها بـ R) و EZ ، البعد بين مركز الدائرة المعلومة ومركز دائرة الطول. إن الوتر BD في دائرة الطول عمودي على القطر في E ويقسمه إلى جزئين λ و $EZ + R$. إذاً $2B^2 = \lambda\,(EZ + R)$ وكذلك $8100/\lambda = EZ + R$ حيث $\lambda - R = EZ$ إذ بإضافة λ إلى حاصل القسمة ينتج $8100/\lambda + \lambda = 2R$. وهكذا $R = 8100/2\lambda + \lambda/2$ مع أن هذا لم تذكره الرسالة وانما ذكر فقط في« الآثار الباقية» . وكذلك بطرح λ ينتج $EZ = \lambda/2 - 8100/2\lambda$ البعد بين مركزي الدائرة المعلومة ودائرة الطول λ . مع أن البيروني يقرر في « الآثار الباقية » أن بإمكاننا الاستغناء عن معرفة البعد بين المركزين .

١٩ : ١ — ١٧ . ويهتم البيروني ، على سبيل الافتراض ، بتحديد القوس AH لأن الخط الواصل بين B و H سيقطع حينئذ EA (أو امتداده إذا لزم) في مركز دائرة الطول وهكذا يزودنا بطريقة أخرى لايجاد هذين المركزين . في التعليل التالي لاشتقاق البيروني رمز AH

مثل $C = (B= Y) / (A=X)$ ينعكس النص العربي بكل أمانة حيث لا يكتفي البيروني بأن يذكرنا أن $A/B = C$ فحسب بل وأن A تساوي X و B تساوي Y . والآن يأتي التحليل كالتالي (انظر الشكلين Figs. 2,3) إذا كان $HK \perp AE$ فإن (حسب اقليدس) $AZ \cdot ZG = BZ \cdot ZH$ وكذلك $AZ \cdot ZG / BZ = ZH$ حيث $AZ = |ZE - 90|$ و $ZG = AZ + 180$ في حالة الشكل (Fig. 2) بينما $ZG = 180 - AZ$ في حالة الشكل (Fig. 3) . إذاً $ZH : HK = ZB : BE$ وهكذا :

$$ZH \cdot (90 = BE) / (ZB = R) = HK = Sin_{90}\, AH$$

إذاً $Sin_{60}\, AH = Sin_{90}\, AH - (1/3)\, Sin_{90}\, AH = 40'\, Sin_{90}\, AH$

ومن ثم $AH =$ قوس $Sin_{60}\, (Sin_{60}\, AH)$

وبالتالي $AH =$ قوس $Sin_{60}\, (40' \cdot ZH \cdot 90 / R)$

والذي سيقاس باتجاه B عندما تكون Z خارج الدائرة المعلومة وباتجاه D عندما تكون Z داخلها . تحدث الحالة الأولى عندما تكون $ZE > 90$ وتحدث الحالة الثانية عندما تكون $ZE < 90$ في حين أنه عندما تكون $ZE = 90$ تقع Z في A .

١٩ : ٢٤ — ٢٠ : ٦ (انظر الشكل Fig. 4) لايجاد مركز دائرة العرض MTL نقول عرَضاً $(MS = Sin\, MD)$ ونلاحظ أن $SE = Sin\,(90° - MD = AM)$. بالتغيير الى المقياس التسعيني يكون : $SM = (3/2)\, Sin_{60}\, DM,\ SE = (3/2)\, Sin_{60}\, AM$ ومن ثم $TS = SE - TE$. ليكن R نصف قطر دائرة العرض ، $MS^2 = TS\,(SZ + R)$ وهكذا فإن $SZ + R = MS^2/TS$ وهذا معلوم . بما أن TS معلوم كذلك يمكننا حساب R من المعادلة المتطابقة $R = \frac{1}{2}\, TS + \frac{1}{2}\, (SZ + R)$ بينما $ET + R = EZ$ البعد بين المركزين . وهذه الصيغة أيضاً غير موجودة في « الآثار الباقية » .

٢٠ : ١٣ — ١٩ لإتمام حساب DH على البيروني أن يبين أن نقطة H تقاس دائماً من D باتجاه A أي أن مراكز دوائر العرض تقع خارج الدائرة المعلومة . وهو يلاحظ أولاً أن $DT : DE = DM = 90°$ وهذه هي خاصة النقطتين M و T المحددة ، ثم يقول إن وتر $90° : (DM)$ وتر $> 90° : DM$ وهي مسألة مباشرة الاتصال بنظرية بطليموس الرياضية العامة التي استخدمها في المجسطي والتي تقول إنه إذا كان α و β قوسين لنفس الدائرة وإن $\beta < \alpha$ فإن $\beta : \alpha < \beta$ وتر : α وتر . وبما أن $DM > 90°$ ، $90°$ وتر : DM وتر $> DT : DE$

وكذلك بما أن DE<90° وتر فإنه يتبع ذلك أن DM>DT وتر . وهذا كما يرى البيروني يتضمن بالضرورة أنه لا يمكن لدائرة مركزها في D أن تمر من خلال نقطتي M و T معاً ولا يمكن أيضاً لدائرة يقع مركزها بين D و E أن تمر من خلال M و T .

٢١ : ٢٦ كتب **المسالك والممالك** هي أعمال اعطت الطرق والمواقع والأبعاد بين الأماكن لتستخدمها سلطات البريد ، وأول كاتب عرف في هذا المضمار هو ابن خرداذبه الذي كان موظفاً رسمياً في البريد في سامراء ، واستناداً إلى سوتر أنه كتب في حوالي ٨٤٥ م . يتكلم البيروني في كتاب « تحديد الأماكن » عن منهج الجيهاني وغيره في كتبهم عن المسالك، وفي كتابه « شرح تحديد الأماكن » يعرف ا. س. كندي الجيهاني على أنه أبو عبد الله محمد بن أحمد الجيهاني الذي ازدهر على الأغلب في حوالي ٩٢٠ م . هذه الكتب التي شكلت في حد ذاتها تعليماً قام سنين طويلة صنفها حاجي خليفة الذي توفي سنة ١٦٥٧ – ٥٨ م في باب الجغرافيا تحت علم مسالك الممالك – في الجغرافيا – .

٢١ : ٢٧ يبدو أن تلوين الخرائط يرجع في النهاية الى زمن مبكر في عهد الخرائط العربية الأولى . ويذكر ڤيديمان في حاشية عن المسعودي قوله : « وهذه البحار كلها مصورة في كتاب جغرافيا (بطلميوس) بأنواع من الأصباغ مختلفة المقادير والصور ، ... إلا أن أسماءها في هذا الكتاب باليونانية يتعذر فهمها . » إن هذه الجملة الأخيرة ليست تعني بالضرورة أنه رأى خريطة يونانية (أي باليونانية) وإنما فقط أنه رأى نسخة عربية كتبت الأسماء اليونانية فيها بحروف عربية ، إذاً لا تزال « يونانية » .

٢٢ : ٣ – ٤ العبارة العربية هنا « مقالة في تصحيح » تنطبق تماماً على بداية العنوان الذي أدرجه البيروني في فهرس أعماله والذي يمثل الفقرة (4 و II) من ترجمة ڤيديمان لهذا الفهرس وهو (بحسب ترجمة ڤيديمان) : « مقالة في تصحيح (تقويم) مقادير طول وعرض الأماكن المعمورة في الأرض » . ولا نعرف لهذه المقالة نسخاً متواجدة .

٦ – مصادر التصوير (الاسقاط) عند البيروني

مع أن سوتر يخمن أن تطبيق البيروني كان اختراعاً بمثابة تعديل للاسقاط المجسامي (ستريو غرافي) فنحن ميالون إلى الاعتقاد بأن الحالة ليست كذلك . فقبل كل شيء يوحي الحساب بأن SR ، وهو أقصى بعد بين النقطتين اللتين تقطع عندهما دوائر البيروني الطولية AG (انظر الشكل Fig. 5) واللتين تقطع عندهما صور دوائرالطول في الاسقاط المجسامي (ستريو غرافي) AG ، يساوي نحو ٩ ٪ من نصف القطر .

وبالتالي فإن دوائر البيروني مدفوعة بشكل ملحوظ نحو المحيط قياساً الى الدوائر المجسامية لكن هناك دليل آخر باد للعيان ذاك أن البيروني لا ينظر إلى الاسقاط المجسامي (التصوير الستريوغرافي) على أنه يمثل خريطة جيدة للكواكب ، وقد عبر عن ذلك في « الآثار الباقية» . وبالنظر الى وعيه المدرك ونفاذ بصيرته في فهم تباين الغرض بين التصوير الاسطرلابي والتصوير الخرائطي ، يبدو أن البيروني لم يوفق في النظر الى من قبله ليستلهم منهم لمن بعده .

وحدسنا هو أن التصوير الذي وصفه البيروني هو في الواقع تبسيط للاسقاط المخروطي الثاني الذي وصفه بطليموس في « الجغرافيا » . وهذا الاسقاط الثاني حلله **Hopfner** ثم تبعه في ذلك **Neugebauer** . ويكفينا القول هنا إن فكرة بطليموس كانت في استخدام ثلاث أقواس دائرية متحدة المركز لتمثل ثلاثة موازيات عرضية وخط مستقيم ينصف الأقواس الثلاث جميعاً ليمثل خط الزوال المركزي .

بعد أن يتم اختيار مقياس الرسم بدقة تحدد دائرة معلومة من دوائر الطول في الكرة ثلاث نقاط كل واحدة منها تقع على احدى الأقواس الثلاث المتحدة المركز . والدائرة المارة بهذه النقاط الثلاث هي صورة دائرة الطول تلك .

يكون تعديل هذه الطريقة لمن يود تصوير نصف الكرة بكاملها بأن يدع أقواس الحد الشمالية والجنوبية تتضاءل في القطبين وأن يأخذ من أجل القوس الوسطى خط الاستواء الممثل حالياً بخط مستقيم ينصفه خط الزوال المركزي ويدرّج طبقاً للمقياس نفسه الذي درّج به خط الزوال هذا . إن النقطة المتناظرة مع الطول λ في خط الاستواء تحـــدد مع القطبين ، دائرة وحيدة تحتوي قوسها هذه النقاط الثلاث وتمثل دائرة الطول λ . وهي من أجل دوائر العرض ، كما هو الحال في خريطة بطليموس ، تقطع خط الزوال المركزي الى قطع تساوي فروقها فروق العرض . أمنت هذه الخاصة في خريطة البيروني ليس فقط خط الزوال المركزي وإنما أنصاف دوائر الطول المحيطية $\lambda = 90°$ أيضاً (شرقاً وغرباً) ، وكذلك أقرت بالطبع اتساع تدريج المقياس هناك عن تدريجه في خط الزوال المركزي بعامل $\pi/2$. كما حددت من أجل كل مواز من موازيات العرض ثلاث نقاط ثابتة تمر فيها المنحنيات التي تمثل هذه الموازيات . وبذلك يستفيد البيروني من فكرة دوائر الطول ليستعمل للعرض دوائر عوضاً عن المنحنيات .

من المؤكد أن البيروني يعرف « جغرافيا » بطليموس حتّى إنه رجع إليها عبر تقديمه للتطبيق الذي استخدمه ما رينوس الصوري . علاوة على ذلك فإن النسخة العربية لـ « الجغرافيا» اشتملت على وصف بطليموس لتطبيقات استخدمت على الأرجح في الخرائط العربية . إلا أن البيروني حسب حدسنا اهتّم ، وهذه كانت حاجته أولاً ، بالتطبيقات التي ستصور نصف الكرة بكاملها ، مما استدعاه الى تعديل صنيع بطليموس ليصل بعد ذلك الى خريطة تصور نصف الكرة بكاملها .

٧ ـ التحريف في تطبيق البيروني

كما يلاحظ البيروني فإنه من المحال تمثيل سطح الكرة على مستوٍ منبسط بضبط واحكام، أي أنه لا يمكن الحفاظ على الزوايا والمساحات . وتبقى مهمة الخرائطي اختيار أفضل تصوير (اسقاط) يلائم متطلباته ، وقد كانت متطلبات البيروني جلية واضحة عبر عنها من خلال نقده اسقاطات الآخرين إذ يجب أن يتلاءم التصوير ويكون مناسباً بحيث يمثل نصف الكرة على أن لا يحصل ازدحام في بعض أجزائه . كما يجب أن يمثل (التصوير) الكواكب ومجموعات النجوم وبخاصة الهامة منها على طول منطقة البروج وأفلاكها بأشكال معقولة أقرب ما تكون إلى ما تراه العين .

ومن الواضح أن تصوير البيروني استجاب لمطلبيه الأولين . والسؤال الآن كيف تلاءم مع مطلبه الثالث ولم يدخل تحريفاً كبيراً على أشكال الكواكب نسبة إلى الجزء المركزي من قبة السماء ؟ لا شك أن البيروني فكر في كيفية تحقيق مطلبه الثالث هذا بشكل جيد معقول حتى إنه ربما أنشأ هذه الخريطة لإرضاء رغبته الشخصية في هذا المجال ، تعلمنا خريطة البيروني هذه في الواقع أشياء كثيرة (انظر مقالنا بالانكليزية) .

في عام ١٨٨١ أنشأ **A.M. Tissot** نظرية في تصوير الخرائط أخذت بعين الاعتبار التحريف المحلي ومكنتنا من عمل قياسات خرائطية أدق . لقد شرح **P. Richardus** و **R.K. Adler** وكذلك **A. H. Robinson** هذه النظرية ، وقد أعطينا في بحثنا هذا نتائج التصوير الكروي عند البيروني فقط كما حسبه **L. Driencourt** و **J. Laborde** واستخرجنا ثانية بعض أجزاء جدولهما رقم **XXXII** (انظر **Chart I**) .

الخاتمـــة

رأينا كيف أن البيروني في رسالته هذه التي ألفها فيما بين ١٠٠٤ و ١٠١٧ أضاف ثلاثة اسقاطات (تصاوير) جديدة إلى حصيلة التطبيقات المعتبرة التي كانت متوفرة آنذاك بين أيدي رسامي الخرائط المسلمين . وناقشناها وأظهرنا أنه استلهم أول هذه الاسقاطات الثلاثة من بطليموس ، ثم حللنا أهم اسقاطين بينها . وهما ، مهما احتويا مـــن التحريف ما يزالان في الواقع يستخدمان عموماً حتى يومنا هذا ، مما يدل بل ويعبر باختصار ، كيف أن شعور البيروني الواثق الأكيد قاده في مواضيع بحثه إلى نتائج هامة .

ثم اذا اريد عمل مجسم من المذكورات في كرة رسمت دايرة وعمل
فيها شكل شبيه بقاعدة المجسم ولتكن الدايرة اب ومركزها ز وضلع
الاضلاع المعمول فيها اب

ونخرج من نقط ا ح د ء ا د
على سطح الدايره ونجعل
اد مثل اب ونضعه على
ب ونخرج من ه في
سطح خطي د ا ا ز ه ح
موازيا لا ز ونجعل ه ح
كان قسما اه دايرة اب

اد كانت احدى دايرتي قاعدة الاسطوانة في كرة كان خرج على
استقامه لطرالكرة ه لان السطح المنصف للاسطوانة على موازاة
القاعدة يمر بمركز الكرة ضرورة كون دايرتي قاعدتها متساويين ويكون
ه ح في ذلك السطح ونقطة ح على سطح الكره ونصل ح ز فهو عمود على سطح الدايرة
وميل ه ا ح مركز الكره ويصل د ح فهو يعرف قطر الكرة فو ما على د ه ه ح ونخرج
ه ح الى ط مساويا لح د ونرسم على سعد ح قدس د ط من عظيمة بذلك الكره ثم
نرسم في الكره المفروضة اولا عظيمة ك س ه ر ك وكل قطرها والمركز م
ونقسم ك م على ن حتى يكون نسبه ك ن الى ن م نسبه ط ه الى ه ح
ومن ن عمود ن س ونصل س م س ك فلان نسبة ك ن الى ك م
كنسبة ط ه الى ط ح فقد سر ط د نسبه قوس س ه ك وكنسبة س ن الى ن م سر
كنسبة د ه الى ه ح فخرج س ع على س ن عمودا عليه فيحدث دايرة سر يكون
نصف قطرها ساوي ن م ونخرج س ن الى ع فيكون نسبه
س ع الى المنصف قطرها كنسبه د ا الى ا ز ونسبه نصف قطرها الى
الى ضلع الشكل المعمول فيها الشبيه بقاعدة الاسطوانة كنسبة ا ز الى اب
فالمساواة نسبه س ع الى ضلع الشكل المعمول هو بقدر س ع وكذلك
القول كما كنسبة د ا الى ا ب والضلع المعمول

القول في القاعدة اللعل المعموله في دايرة تمر سمطع فاذا تممنا الشكل
خطل اسطوانة كما فرضت وذلك ما اردناه تم والحمد لله وحده
والصلوة والسلام على من لا نبي بعده

بسم الله الرحمن الرحيم
بارفع دوله واعز نصر وايمن طاير واسر حال وخير سعادة واجل ملك
واغبط مدة واحب فال
الشكر على النعم حق واجب في بداية العقول والفطن وبه يستحق المنعم عليه مرتبة
الزيادة في الحسنى من اجل ذلك تجب على في جميع الاوقات وفي كل الحالات
اثارة معالم الحمد والثنا واعادة مراسم الشكر والدعا وللعبيد رسوم يقيمون
بايرادها حقوق مواليهم ويظهرون بها عقايدهم في اعيادهم واحايين
فرحهم ومسراتهم على حسب احوالهم واقدارهم ومولانا الامير السيد
الملك العادل ولي النعم خوارزم شاه اطال الله تعالى في العز والرفعه بقاه
وادام قدرته وعلاه ونصر رايته ولواه وحرس ملكه ونهاه
وابد سلطانه وثبت دولته وسناه واكرم حفدته واعز اولياه وكبت
حسدته وخذل اعداه تاج الملوك قاطبه واياميه تارنخ ساير الايام
وحضرته معدن المعالي والمفاخر ومنبع المحامد والمآثر ومنتجع افنا
الخلق من اقطار الارض لما ذاقوه فيها من طيبة الامن وحلاوة العدل
وعلو الهمة والجود الفايض على الكل والفضل الشامل للقاصي والداني
وتقريب اهل العلم والحكمة وانزالهم على المنازل والتوفر عليهم فوق واصحاب
الاستحقاق ورفعهم من الحضيض الى عنان السما فالله تحرس حضرته
الشريفة ويصون سدته المنيفة الرفيعة بمنه وسعة جوده
وها انا الخادم نشات في ظل ملكه وانجذبت بعد طول الغربة
الى واسطة ممالكه ونلت بمجلسه العالي زاده الله تعالى رفعة
وعلاء من التقريب والارفاق من غير استيجاب واستحقاق

مافقت به اقراني واشكالي وقربت بمبرته الي غايتي وكمالي وحق لمن
تسربل بمثل هذه الحلل ان يتجرد لخدمة مولاه ووليّ نعمه
سرا وجهرا ويبذل اقصى وسعه وغاية مجهوده في القيام
بلوازم الشكر وان كان المولي مستغنيا عنها ولكن اخذا بالافضل
وتمسكا بالاليق بطريق العقل وان ليلة السدف من الليالي
الشريفة والاعياد العظيمة الاكاسره واحبوا فيها رسوم
قدماء الملوك وفيها وفي امثالها يهدي الصغير الى الكبير ويتقرب
المامور الي الامير اظهارا للعبودية المستكنة في الضمير ولو
امكن التقرب الي المجلس العالي بالروح والبدن لكان مستصغرا
في جنب الحق الواجب لكن الخدمة العلمية اجل من غيرها واعلي
من سايرها وقد قرعت لهذا الكتاب بابها ورفعت اسارها
ومهدت لها طرقا ساجري علي نسبتها فيما يستانف ما بقيت
جارا اذيال هذه الخدمة الجليلة مستظلا اظلالها الظليله
والله الموفق لذلك والمعين عليه ان معرفة الصور
الشاملة للكواكب المرصودة من بين ما زين به السما وجعلت
ايات للناظرين نظر اعتبار وعلامات للضالين في البر
والبحار ليس بيسير المنفعة والفايدة في كل واحد من
من قسمي صناعة التنجيم اما في علم هيئة الافلاك والكواكب وحركاتها
ومزاولة الارصاد مما يحتاج اليه من ارتفاعاتها [اعني] وابعاد
مابينها ومعرفة الاوقات بالليالي عند الحاجة الي تحديدها
والابانة عن مكاييل الحركات وموازين الازمنة الماضية
منها والمستقبلة وتحقيق العودات في الافلاك الخارجة
المراكز وقياس ساير الكواكب اليها وما اشبه ذلك واما
في صناعة الاحكام المنبيه عن انفعال الاجسام السفليه
من تاثير الاجرام العلوية مما لا خفاء به من الحاجة الي معرفة
اعظامها

إعظامها وكيفية مزاجا لها والوانها بالعيان ومواضعها من الصور
تستعمل في المواليد وتحاويلها وتحاويل سني العالم وطوالع الاجتماعات
والاستقبالات وليس ايضا بقليل الجدوى والعايدة في المعارف
العامية من استنباطها اوقات السنة عند اختلافها بترادف
الفصول ومعرفة الاحوال الطبيعية الحادثة في السنين
طول الدهر على قريب من نظام واحد من البرد والحر واليبوسة
والرطوبة والاعتدال والموجودة منها بالتجارات غير مختلفة
الا باختلاف الامكنة والبقاع كالانواء والبوارح والوقدات و
والجمرات والبواحير وايام العجوز وامثالها مما يستعملها
الروم والهند والعرب ومعرفة اوقات النتاج والتي يجب
فيها القاح البهايم وغرس الاشجار وزرع الزروع وتختلف
في غيرها ومعرفة الاوقات التي تشتد فيها البحار وتهتاج
ويمتنع سلوكها ومعرفة وضع البلاد في الارض بعضها من بعض
ووضع الجبال والبحار والانهار وانعطافها وسلوك الطرق
المقاربة واستخراجها لتسرية العساكر وتسريح القوافل
ومعرفة مسامتة المواضع بعضها لبعض اما لقصدها واما
لاستقبال قبل النوا سير الموصى في كتب الله تعالى وكتب انبيايه
عليهم السلام استقبالها في موجبات الشرايع وقل ما يوجد من يستوعب
معرفتها عيانا حتى يشير الى كل واحد منها اشارة تقنع السايل
وترشد الطالب الى اليقين بل اكثر ما اقول في ذلك على
الكتب المخصوصة بذكرها ككتاب عطارد بن محمد في محنة
المنجمين وكتاب عمر بن الفرخان الطبري في صورة الكره
وكتاب ابي الحسين الصوفي في الكواكب الثابتة وكتب
اصحاب الانوا المقصورة على ذكر مذاهب العرب ومعلوم
ظاهر ان تلك الصور المصورة في تلك الكتب وان حقق تصورها

ودقيق حكاياتها فانها عند تواتر النسخ وكثرة النقل تتغير ولا تثبت
على حالة واحدة بل تفسد وتبطل ولو كان النقل بالبركار و
المساطر وخاصة فان الصور التي في تلك الكتب هي مفردات
متميزة بعضها من بعض لم يصور فيها بالجملة حتى يستعان في معرفتها
والاحاطة بكيفية اوضاعها ووقوعها بقياس احدها الى الاخر
ومتى اراد مزية نقل ما ذكر من احوال هذه الكواكب في الكتب
والجداول المركبة لها الى اكر معلومة من اى جسم كان
محاكاة لها في كرة الفلك على ما بينت في كتاب صنعة الكره
لم يغادر المحكيه بوجه من الوجوه وكانت واقعة
في العيان بالكلية غير مفردة ولكن ليس يخفى
ان ذلك يمتنع في صغار الاكر ويمكن في كبارها والكبار
منها عزيزة الوجود عظيمة المؤنة في النقل والحمل وفي الاستعمال
والمباشرة حتى ان صعوبة ذلك فيما يوازي الانتفاع بها
ان لم يفضل عليه فاما اذا نقلت هذه الكواكب وصورها الى
بسايط السطوح المستوية المعتدله فان ما صعب في الاكر
يسهل فيها لكن الامر في المحكاه بها ان تجري على مجراه في الاكر
ولما وقفت على كتاب بطليوس في صورة الارض المرسوم
بجغرافيا وما حكاه فيها من فاربنوس من الارشاد
الى كيفية تصوير صورة الارض في سطح مستو من
تخطيط خطوط متوازية لخط الاعتدال واقامتها مقام
دواير العرض اعني اقلاك انصاف النهار وبتخطيط
خطوط موازية لخط الاعتدال واقامتها مقام دواير
الطول اعني المدارات الموازية لمعدل النهار وزعم ان
تقاطع دايرة طول البقعة المطلوبة مع دايرة عرضها
هو موضعها في سطح التصوير وليس يخفى على متامل ان الطول
الكلي

الكلي الذي هو نصف دور في كل مدار يكون في هذا الوضع بالقرب
من القطبين مساوي القدر لخط الاستوا لامتناعها له مشابهة المدارات
في الكرة وان العروض توجد على خطوط متوازية وهي في الخطوط توجد
من خطوط لا تتوازى ولكن تجتمع على نقطتين باسرها وذلك محال ٤ ، ٤
وبمثله بينها محمد بن جابر البتاني في زيجه حين اراد استخراج سمت
القبلة وموضع مكة من سطح الافق فاخذ من طرف سطح الاعتدال
الاقرب الى مكة في محيط الدائرة مقدار فضل ما بين العرضين في جهة
الجنوب وان كان عرض مكة اقل من عرض البلد وفي جهة الشمال
ان كان اكثر منه واخرج من المنتهي خط العرض موازيا لخط الاعتدال
ثم اخذ من طرف خط نصف النهار الذي في جهة خط العرض مقدار
ما بين الطولين الى الجهة التي فيها مكة عن البلد واخرج من المنتهي
خط الطول موازيا لخط نصف النهار وزعم ان ما تقاطع خط الطول
من خط العرض هو موضع مكة في سطح الافق فاستخرج به حينئذ
مقدار بعد سمته وذلك من عمل سمت القبلة خطا فاحشا قد استدركه
عليه جميع العلما في كتبهم في سمت القبلة كان سعيد احمد بن محمد بن عبد الجليل
وكابي منصور علي بن عراق وكابي محمود حامد بن الخضر الخجندي حملني ذلك
على تاصيل اصول يتوصل بها في تصوير ما في كرة السما من الكواكب والصور
وما في كرة الارض من البلاد والجبال والبحار والانهار وغيرها
ليبني عليها من عني بذلك ولا يميل لغيره فاقول انه معلوم المعنيين بالان
التنجيم وصناعاتها والتفحص عن حقايقها ودقايقها بعد النظر في علم
الهيئة واخذ الحظ الوافر من الهندسة ان الدواير والنقط التي في
الكرة لا تنتقل الى السطوح المعتدلة الا بان يمر عليها خطوط مستقيمة
وبسيط مخروطات قايمة ومايلة وبسايط اساطين وبسايط مجسمات
ناقصة اما الخطوط المستقيمة وبسايط المخروطات فهو الذي نبه لحصبا،
صنعة الاصطرلاب وباختلاف وضع رووس المخروطات ومبتدا

ومبدا تلك الخطوط في جهتي الشمال والجنوب صارت الاسطرلابات
جنسين جنوبي وشمالي وباختلاف اوضاعها على المحور اما على قطبي
الكرة واما داخلها واما خارجها على استقامة المحور تنوعت
الدوائر المنقولة له فصارت في السطح خطوطا مستقيمة ودوائر
وانواع الثلاثة الزايدة والناقصة والمكافئة ومعلوم ضرورة
عيانا ان الدوائر المتساوية الابعاد في الكرة في الكرة تنسطح في
هذه السطوح اما مختلفة الابعاد ان توازت واما مختلفة
الابعاد وغير متوازية فتتضايق ابعادها باعيانها في مواضع وتتسع
في اخر ولما كان ذلك كذلك لم يكن المنقول منها على نسب ابعادها
في العيان الآن يكون السطح مماسا للوسط الصورة المقصودة ورووس
المخروطات خارجة من راس القطر القايم على ذلك السطح فحينئذ
يقل التفاوت في العيان ومهما كانت الصورة الى راس المخروطات
اقرب كان التفاوت المذكور اكثر وقد يمكن نقل ما في الكرة الى
السطح بطريق آخر فقد نسبه ابو العباس الفرغاني في عدة نسخ
من كتابه الموسوم بالكامل الى يعقوب ابن اسحاق الكندي
وفي عدة منها الى خالد بن عبد الملك المروروذي وهو الذي
وهو الذي يسمي اسطرلابا مبطحا ووجدته كتابا مقصورا
على صنعته واصحاب هذه الصناعة فيه فريقان اما مستحسن
واما مستهجن اياه اما المستهجن فقد يبغضه اصلا حتى يتجاهل
في الرد على صاحبه ويتنقص له وذلك كالفرغاني واما المستحسن
فمن زاعم ان الكرة قد توهمت فيه مبطحة على احد قطبيه منفقئة
على القطب الآخر ومن زاعم انه ليس بين هذا الاسطرلاب
وبين التسطيح المذكور مشاركة لكنه جار مجرى الالات المهياة
لاستخراج الطوالع والارتفاعات كالرخامات وغيرها وانا
ثالث هذا الفريقين ومدع في هذا الاسطرلاب ما اعتقده

مع انه

من انه نوع من انواع التسطيح المخروطي المتقدم ذكره وساعمل
في صنعته والابانة عن حقيقته كتابا فيما بعد انشاء الله تعالى
والان اقول ان تسطيح المبطح لم يمكن فيه الا تصور احد نصفي
فلك البروج اما الشمالي واما الجنوبي وسطل اضافة النصف الاخر
اليه لا تساع الانفاد فيه كلما ازدادت ضيقا في الكرة ومجاوزة
الحد المتناهي بمثلك في ذلك ثم اكتفي علي تصور كل واحد من نصفي
فلك البروج في شكل علي حدة فان اعظم الصور نفعا واكثرها
حاجة الي العيان اعني المعترضة علي وسط منطقة البروج
وعلي معدل النهار ينقطع وينقسم الي كلا الشكلين وذلك
مما يبعد عن المطلوب واما التسطيح الاسطواني فهو الذي خطر
ببالي من كثرة ما فاض فيه الفرغاني من الهذيان في اخر كتابه
من الرد علي الاسطرلاب المبطح واظن ان السبق لي اليه وقد سميته
التسطيح لعله ليس هذا موضعها وهو نوع متوسط لا شمالي ولا
جنوبي وبه يمكن ان نسطح لكواكب الفلك باسرها في سطح فلك معدل
النهار او في سطح اي دايرة عظيمة فرضت لكن الصور الشمالية
والشمالية تجتمع فيها ويتراكم بعضها علي بعض والكواكب القريبة
من محيط دايرة التسطيح تتضايق مواقعها جدا وتتفاوت حتي ربما
يركب كواكب جنوبية وشمالية فاتحدث في راي العين فاما السامتة
منها المركز دايرة التسطيح البعيدة من محيطها فوقوعها يكون قريبا
من الحقيقة وقد سمعت ابا احمد محمد بن عبد الجليل المهندس يحكي عن
ابي حسين الصوفي انه كان يضع الكاغذ الرقيق علي الكرة ويلفه
علي بسيطها حتي يطابقها مهندما علي ظاهرها ثم يخط فوقها
الصور وتنقط الكواكب علي حسب ما يظهر منها بالاشفاف
وذلك تقريب اذا كانت الصور صغيرة ويبعد اذا كانت
كبيرة فانه اعني ابا الحسين يزعم في مواضع من كتابه وفي

عدة من الصور انها ترى في الكره خلاف ما ترى في السماء وذلك
لخطأ في جدا ولـ المجسطي التي منها تعمل الكره فلعمري ان كان ذلك
الخطأ اليسير يوقع في الكرة ما يظهر به التفاوت للعيان فلم بالحري
ان يقع في السطح المستوي الذي لا يطابق المقبب مهندما الا بان
تنعطف منه مواضع وتلتوي وتتضاعف فاذا اعيد الى استوايه
عاد المنعطف منبسطا والمضاعف منفردا واذا كانت الوجوه المذكوة الاوجه
كلها كثيرة التفاوت بين ما يعاين في الكرة وبين ما يعاين في السطح وجب
علينا ان نحتال لها حيلا نقرب بها الامرين العيانين وان كان امتناع
وجود النسبة المنطوق بها بين الخط المستقيم وبين المستدير وعدمها
كذلك بين السطح المستوي وبين السطح الكري يحول بيننا وبين ان
نعمل ذلك كما هو بالحقيقة فاقول انا اذا اردت ان نصور
الصور الفلكية على سطح مستو فانا ندير على مركز ه دايرة احد
لنصف الفلك الذي من اول برج الحمل الى آخر برج العذرا ونربعها
بقطري اح ب د وليكن نقطة ا لاول الحمل وح لاخر العذرا
وب للجنوب ود للشمال ونقسم كل واحد من ارباع محيطها الاربعة
بتسعين قسما متساوية ونقسم ايضا من انصاف قطريها الاربعة
بتسعين قسما متساوية ونخرج هذين القطرين في جهاتها
على استقامتها خارج الدايرة بلا نهاية مفروضة ونطلب على
كل واحد من خطي ه ا ه ح مراكز دواير تمر كلها على نقطتي
ب د وكل نقطة من اقسام القطر ونطلب ايضا كل واحد من خطي ه ب
ه د مراكز دواير تمر على جزء جزء من اقسام القطر وعلى مثل
عدد من اقسام المحيط من كلا الجانبين ففي المثال نجعل اح
قسما واحدا من اقسام اه التسعين ونطلب على خط ه ح مركز
دايرة تمر على نقط ب ح د فاذا وجدناه وفتح البركار بذلك
ادرنا به ايضا من الجهة الاخرى على مثله فيكون مثلا كدايرة

ذ

يرد ونسمي هذه الدواير دواير الطول ثم يفرض كل كل واحد من قوسي
آمر حرس قسما واحدا من اقسام القطر ونطلب واحدا من اقسام القطر
ونطلب علي خط هد مركز دايرة تمر بنقط قم نه كر فاذا وجدناه وفتح البركار
بذلك ادرنا به ايضا من جهة الجنوب علي مثله كدايرة لكط فيكون قطرها
في الجنوب ونسمي هذه الدواير دواير العرض فاذا فعلنا ذلك لكل جزء تم لنا
كل واحد من دواير الطول والعرض مائة وثمانية وسبعين دايرة
سوي خطي آهج هد وخط دايرة اب جد ثم نجي الي كل كوكب من التي
درجاتها فيما بين اول الحمل واخر العذرا
فناخذ بعد درجة من اول
الحمل وبعد مثله من نقطة آ الحمل
خط آهج بحيث انتهينا تكون درجته
ودايرة الطول المارة علي تلك الدرجه
هي دايرة طوله ثم ناخذ مقدار عرضه
وبعد مثله من درجته علي دايرة طوله
من الاقسام التي قسمها عليها دواير
العرض ان كان شماليا فالي د وان كان جنوبيا فالي ب بحيث نفد
العدد فهناك موضع ذلك الكوكب فسقط عليه ففي المثال كانما فرضنا كوكبا بعده
من اول الحمل درجة واحدة وعرضه في الشمال درجة واحدة فعددنا من نقطة
آ الي قطر آهج قسما واحدا من اقسامه فانتهينا الي نقطة ح فقلنا انه درجته
والدايرة تمر علي ح هي دايره طوله ثم عددنا علي دايرة طوله الي جهة د
وهو الشمال قسما واحدا من اقسامه فانتهينا الي ع فقلنا ان ع موضع
الكوكب المذكور وكذلك لو فرض لنا كوكب في تسع وعشرين درجة من العذرا
وعرضه في الجنوب درجة واحده عددنا مثل بعده من من اول الحمل
وهو مائة وسبعة وسبعون درجة قسما من نقطة آ فكانا انتهينا
الي س وهي درجته والدايرة المارة عليها هي دايرة طوله وعددنا عليها

في جهة الجنوب اعني جهة ب مثل عرضه الي ف فقلنا انه موضع الكوكب
المفروض وكذلك نعمل لكل كوكب درجته فيما بين اول الحمل الي العذرا حتى
تتم صورة النصف ونصور على كل صورة صورتها التي يجمع كواكبها
على حسب ما يوجبه مواقع الكواكب من اعضايها ثم نعيد دايرة مثل
هذه المثل لها ونعمل عليها تلك الاعمال المذكورة ونعرضها للنصف
الذي من اول برج الميزان الي اخر برج السمكة ونفرض فيها
نقطة آ اول الميزان ونقطة ح آخر السمكة ونأخذ ابعاد
درجات ما في الكواكب من اول الميزان ونعمل ما عملنا حتى يحصل لنا
جميع الصور في دايرتين وان اردنا ان لا تنقطع الصور
نقطة الاعتدالين وهي الواقعة عند حواشي
كلتا الدايرتين المذكورتين فانا نعمل معها تين الدايرتين دايرتين
آخرتين نجعل في احدهما نقطة آ اول برج السرطان ونأخذ
ابعاد درجات الكواكب من اول السرطان وفي الاخر نقطة آ
اول الجدي ونأخذ ابعاد درجات الكواكب من اول الجدي
قسم منها ما يقع في الصورتين الاولتين ونعرف اعظام
الكواكب مما ذكر في الكتب فيكون ما ينقطه على مواضعها بحسب
اقدارها بعد ان يفرض اعظاما لتلك النقط متوالية الاختلاف متناسبة
متناسبة التزايد واما امزجتها فتهيئ اصباغا شبيهه بالوان
الكواكب السيارة ثم يمزج منها لكل كوكب حسب ما ذكر من
امزجتها ونطلي عند الفراغ ما بقي بينها من المواضع الخالية باللازورد
تشبيها باللون اللازوردي الذي يري على مسامتة ممر البصر
نحو الفلك ويكون تصويرنا الصور فوق اللازورد بالبياض الاسفيداجي
ليكون اظهر لحس البصر فاذا فرغنا ذلك حصل لنا المطلوب
على اقرب ما يكون من الطرق باذن الله تعالي ومشيته ومن
الصناع من يميل الي الحساب ويوثره علي الطرق الصناعية
تم

مع وجدنا عليه صناع الاسطرلابات والالآت
فلذلك ينقل ماذكرناه الى طرق الحساب و نرشد الى معرفة مقادير
اقطار الدوائر و ابعاد مراكزها من مركز الدايرة المفروضة ومجازات
الخطوط محيطا بها فنعيد دايرة اب جد على مركزه بقطرى اه جـ
به د و يفرض فيه دايرة بطد من دوائر الطول وليكن
مركزها نقطة ز ونصل بز نقاطع المحيط على نقطة ح ونريد ان
نعرف طز الذي هو نصف قطر الدايرة التى منها بطد وهز الذي هو
بعد ما بين مركز تلك الدايرة و دايرة اب جد فلان كل واحد من هط
طح معلوم اذ هو مفروض ومسطح طه في مجموع هز زط مساو لمربع
هب فانا اذا قسمنا ثمانية الاف ومايه اعنى مربع به على ه ط خرج
مجموع هز زط فاذا زدنا على الخارج من القسمة هط اجتمع قطر دايرة
الطول واذا زدنا نصف هط على نصف ما خرج من القسمة حصل هز
الذي هو بعد ما بين المركزين فاما معرفة المجازات اعنى بعد ما بين نقطتى
اح فانا ننزل عمود حك فلان مسطح اب في زح مساو لمسطح بز في زح
يكون نسبة از الى زح كنسبة بز الى زح فنى ضربنا از وهو فضل ما بين
تسعين جزءًا و بين بعد ما بين المركزين في زح الذي هو في الصورة
مجموع از الى مابة وثمانين جزءا و في الصورة الثانية مايه وثمانون
منقوصا منها از وقسمنا المجتمع على نصف قطر دايرة الطول خرج دح وهو
المحفوظ ونسبة زح الى حك كنسبة زب الى به فيضرب دح الذي هو المحفوظ
في تسعين الذي هو به و يقسم المجتمع على زب الذي هو نصف قطر دايرة
الطول فيخرج حك الذي هو جيب اح المطلوب لكن هذه الخطوط والجيوب
والاقطار التي تخرج لنا هي بالمقدار الذي به نصف قطر دايرة اح تسعون
جزءًا فيجب ان نحول هذا الجيب الى المقدار الذي به نصف قطر هذه الدايرة
ستون جزءًا حتى اذا قوسنا في جداول الجيوب خرج قوس اح وذلك
بان ينقص منه ثلثه او نضربه ابدا في درجتين دقيقة فيتحول الى المقدار

الستيني وهذه القوس التي هي قوس المجاز اعني الهح يكون الي
جهة ب متى كانت نقطة ز خارج الدايرة ويكون الي جهة د
متى كانت نقطة ز داخلها ومعرفة وقوع نقطة ز بقياس
ما بين المركزين الي نصف قطر دايرة ابجد ان كانا متساويين
كانت نقطة ز منطبقة علي نقطة ا فكانت قوس المجاز
متلاشية وان كان بعد اكثر من تسعين اعني
اه كانت نقطة ز خارج وان كانت اقل من تسعين كانت
نقطة ز داخل الدايرة ومعلوم انا متي استخرجنا تلك الزوايا
الواقعة في نصف بجده

كنا قد عرفنا من نصف باده
فنجي الآن الي دواير العرض
~~ونريد ان نعلم فيها ما علمنا~~
ونعيد دايرة ابجد و
فيها قطعة دايرة مطل من
دواير العرض ونريد
ان نعلم فيها ما علمنا
في دواير الطول وليكن
مركزها ز فيصل ادر وينزل عمود مر فو حيث قوس
مد وسه جيب تمامها اعني ام وهما معلومان من جداول
الجيوب اذا زدنا علي كل واحد منها نصفه او ضربناه في تسعين
دقيقة ابدا نحول من المقدار الستيني الي المقدار التسعيني
واذا كان سه لهذا المقدار معلوما واسقطنا هط — معلوما ومسطح
بقي طس [2] في مجموع سر رط مساو لمربع مس فاذا ضممنا — طس صح
مربع مس على طس خرج عمود سر رط فاذا زدنا نصف
طس علي [3] مجموع سر رط اجتمع طر وهو نصف قطر — نصف [3]
دايرة العرض واذا زدناه طر على طس اجتمع ما بين
المركزين

197

المركزين فاذا اردنا ان نعرف قوس ح د التي هي المجاز فانا ندبر
فيه ما دبرنا في دواير الطول اعني ان نسبة در الي رح كنسبة ار
الي رب فيكون حر معلوما ونسبة حر الي حك كنسبة را الي اه
فيصير حك معلوما فيحوله الي المقدار الستيني ونقوسه في جداول
الجيوب فيخرج قوس حد ومهما عملنا هذه الاعمال لدواير العرض
في نصف ادده فكانا عملناها ايضا النصف اب حد وذلك ما قصدنا
له ومراكز دواير العرض تقع ابدا خارج الدايرة من اجل انا
متي اردنا اي دايرة من دواير من دواير العرض فرضنا
قطعة من خط ده شيا نسبته الي خط ده كنسبة ما يقطعه من قوس
دا دح الي ربع دايرة وذلك يكون ابدا انقص من كل واحد من
وتري تينك القوسين فمتي كان مركز تلك الدايرة نقطة د
كان نصف قطرها هو وتر احدي تينك القوسين
فلم يمر بنهاية القطعة الماخوذة من نصف قطر ده بل جاوزها
الي جهة نقطة ه ومتي مر عليها كان المركز واقعا بالضرورة
خارج الدايرة فاذا لم يمكن الامر في نقطة د فكم بالحري ان لا يمكن
فيما هو داخل الدايرة وذلك
ما اردنا ان نبينه والله
المستعان ولنصور
هذه الصور طريق آخر
قريب ايضا وهو ان نهيء
مسطرة مقسومة بماية
وثمانين جزؤا ونخط علي
سطح مستو خطا مستقيما
ونقسمه بهذه الاقسام ثم نعمد في كرة مصورة الي كوكبين
من كواكب صورة ما ونقيس البعد بينهما ثم نعمد الي كوكب ثالث حتي يصير من

ابعاد ما بينها مثلث ونعرف مقادير تلك الابعاد بان
يوضع علي كل كوكبين منها حرف حلقة من حلق الكره
العظام ثم يوخذ مقادير ها من المسطرة بالبركار ويخط
منها علي السطح المفروض مثلث ثم يوخذ في الكرة كوكب ثالث
ويقاس لمن الكوكبين من كواكب الثلث فيهما من ذلك مثلث ثان
ويعرف مقدار ضلعيه ويوخذان من المسطرة بالبركار
ويخط علي تلك القاعدة المخطوطة في المثلث الاول مثلث من
ذينك المقدارين في جهتهما وكذلك تعمل حتي تاتي علي الكواكب
كلها حتي تصور عليها الصور وليس في الكرة نقطة الا وبها حينئذ[2]
منها مع نقطتين سواها مثلث فلن يتعذر علي العامل ما ذكرناه
وايضا فلو طلي في الكرة علي مواضع الكواكب شيء يوثر بالمماسة ثم وضعت
الكرة علي السطح المقصود فيه التصوير ثم دحرجت عليه بحركة
تتصل بالدوران ولا تزول عن الموضع واجتهد في ان يكون التدحرج
عليه من جميع نواحيها بالسوا فان مواضع الكواكب توثر بما
طلي عليها امثالها في السطح ومتي استعمل الرفق في هذا الاخير
لم يكن بين ما يحصل وبين الحقيقة الا ما بين مثبتي الجزء الذي
لا يتجزا وبين نفاته والامر في تصوير كرة الارض بما عليها مثل
ما ذكرناه في الكواكب حذو النعل بالنعل لا تخالف اما في كرة السماء
فيحتاج فيه الي جداول الكواكب الثابتة وموضع المجرة من
كتاب المجسطي او كتاب ابي الحسين الصوفي او زيج
محمد بن جابر البتاني وامثال ذلك واما في كرة
الارض فيحتاج الي ما في كتاب جغرافيا من ذكر
الاطوال والعروض للبلاد والقري والبحار والعيون
والانهار والرمال والجبال والمعادن وما يقع من الانعراج
والانعطاف وغير ذلك حتي يكون عملها في السطح بحسب ذلك

وقد جرى

جرى بجرى مجرى الصور من للارض من اصحاب كتب المسالك والممالك
ان يكونوا البحار بالخضرة الفستقية والمياه الجارية بالكهربية
والاسمانجونية والرمال بالصفرة الزعفرانية والجبال البنفسجية
المشوبة بالحمرة اليسيرة والبلاد بالحمرة الزنجفرية على اشكال
مربعة والطرق بالغبرة وبالادكنية فليكن الاتفاق بالاصطلاح
الواقع بينهم شبيها بما ذكرناه فان لم يتمكن من هذين الجنسين
من الكتب احتجنا الى تولي عمل ما فيها اما ارصاد الكواكب فبذات
الحلق والالات المهياة لذلك واما ما على الارض فبمعرفة الاطوال
والعروض لكل واحد من الطالب فيها وقد سبق لي مقالة في
تصحيح ذلك وكيفية الطريق الى معرفة كل واحد منهما لكن معرفة
تؤلي ذلك مما يحوج الى عمر طويل لم تجر به العادة للانس والى
امر نافذ في اقطار الارض واموال تفرق في اقطارها سكانها
والمرشحين منهم للمواطاة في ذلك مع من يتفق من الحوادث الزمانية
وقل ما يجتمع ذلك لشخص واحد من اشخاص البشر وخاصة في هذه
الادوار التي نحن فيها فلذلك يجب ان نقتصر على عمله القدما ونصرف
الهمة الى تصحيح الشيء بعد الشي مما نقع فيه التهمة بصنوف ما يمكن من
التصحيحات فان طالب الكل مضيع للكل والمريد بلوغ النهايات عاجز عن
ادراكها وجان على نفسه آفة ضياع العمر وافساد الاجتهاد وخسران
التخالين واوسط كل شي محمود ومن طرفي الافراط والتفريط بعيد والله
تعالى مدح الذين يستمعون القول فيتبعون احسنه جعلنا الله ممن
ممن يتبع رضاه ولا يتخذ الهه هواه وكفانا مهم الدارين انه
على ما يشاء قدير وهو عليم بذات الصدور
تم كتاب تسطيح الصور وتبطيح
الكور والحمد لله رب العالمين
وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله
وصحبه اجمعين وسلم
تسليما

22. Rasulov, A.,"Abū'l-Rayḥān Muḥammed ibn Aḥmad al-Bīrūnī, On Multiple Projections of Parts of Groups of Stars" (in Uzbek) in *Collection Dedicated to the* 1000th *Anniversary of the Birth of al-Bīrūnī*, (ed. U. I. Karimov and A. Irisov), Ŭsbekistan SSR "Fan" Našriēti, Tashkent, 1973, pp. 300-314.

23. Richardus, P. and Adler, R. K., *Map Projections* (Amsterdam: North-Holland, 1972).

24. Robinson, A.H., *Elements of Cartography* (2nd ed.), (New York: John Wiley and Sons, 1964).

25. Roblin, H. S., *Map Projections*, (Great Britain: E. Arnold, 1969).

26. Rozenfel'd, B. A., Rozhanskaya, M., and Sokolovskaya, Z., *Abu-r-Rayḥān al-Bīrūnī* (Russian) (Moscow: Akad. Nauk CCCP, 1973).

27. Saᶜīdān, A.S., "Kitāb tasṭīḥ al-ṣuwar wa tabṭīḥ al-kuwar li-Abī'l-Rayḥān al-Bīrūnī", *Dirāsāt*, 4. (Amman: The Jordanian University, 1977), 7-22.

28. Sezgin, F., *Geschichte des arabische Schrifttums*, Vol. 5: Mathematics and Vol. 6: Astronomy, (Leiden: E.J. Brill, 1975 and 1978).

29. Suter, H., "Über die Projektion der Sternbilder und der Länder von Al-Bīrūnī", *Abh. zur Gesch. der Naturwiss.*, Erlangen, 4 (1922), 79-93.

30. Tissot, M. A., "*Mémoire sur la représentation des surfaces et les projections des cartes géographiques*, (Paris: Gauthier-Villars, 1881).

31. Tooley, R. V., *Maps and Mapmakers*, (London: B.T. Batsford, 1949).

32. Toomer, G.J., *Diocles on Burning Mirrors*, (Berlin: Springer – Verlag, 1976).

33. Wiedemann, E., *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Vols. I-II. (Hildesheim: Georg Olms, 1970).

Bibliography

1. Ahmedov, A. and Rozenfel'd, B.A., "The *Cartography* – one of Bīrūnī's first essays to have reached us", (Russian) *Mathematics in the East in the Middle Ages*, (Tashkent: "Fan", 1978), pp. 127:153.

2. Al-Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān, *Istīʿāb al-wujūh al-mumkina fī ṣanʿat al-asṭurlāb*, unpublished.

3. Al-Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān, *The Chronology of Ancient Nations* (tr. and ed. E. Sachau), (repr. Frankfurt: Minerva, 1969).

4. Al-Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān. *The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology*, (tr. R. R. Wright,), (London: Luzac and Co., 1934).

5. Al-Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān, *The Determination of the Coordinates of Cities* (tr. J. Ali), (Beirut: American University of Beirut, 1967).

6. Craig, J. I., *Theory of Map Projections*, (Cairo, 1910).

7. Deetz, C. H. and Adams, O. S., *Elements of Map Projection*, U. S. Coast and Geodetic Survey Special Publication No. 68, (repr. New York: Greenwood Press, 1969).

8. Driencourt, L. and Laborde, J., *Traité des Projections des Cartes* Géographiques, Fascicules I-IV, (Paris: Hermann et Cie,. 1932).

9. Fiorini, M., *Projezioni delle carte geografiche*, (Bologna, 1881).

10. Fiorini, M., "Le Projezioni Cartografiche di Albiruni", *Bollettino Soc. Geog. Italiana*, Ser. III, 4 (1891).

11. Fischer, Jos. (ed.), *Claudii Ptolemaei Geographiae Codex Urbinas Graecus* 82, (Leyden: Brill-Leipzig: Harrassowitz, 1932).

12. Kennedy, E. S. and Hermelink, H., "Transcription of Arabic Letters, in Geometrical Figures", *Journal of the American Oriental Society*, 82 (1962), 204.

13. Kennedy, E. S., *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd al-Amākin*, (Beirut: American University of Beirut, 1973).

14. Kennedy, E. S. and Yusuf ʿId, "A Letter of al-Bīrūnī: Ḥabash al-Ḥāsib's Analemma for the Qibla", *Historia Mathematica*, 1 (1974), 3-11.

15. King, D., Article "Kibla" in *Encyclopedia of Islam* (2nd Edition), Vol. III, (Leiden: E.J. Brill, 1979), pp. 83-88.

16. Luckey, P., "Beitrage zur Erforschung der islamischen Mathematik", *Orientalia*, 17 (1948), 490-510.

17. Maling, D. H. "The terminology of map projections", in *International Year-book of Cartography*, Vol. VIII (London: George Philip and Son Ltd., 1968), pp. 11-64.

18. Mžik, Hans V., (trans. and comm.), *Des Klaudaios Ptolemaios Einführung in die darstellende Erdkunde*, Teil I., (Wien, 1938).

19. Nallino, C. A., Al-Battānī sive Albatenii Opus Astronomicum, Part III (Textum Arabicum Continens,) (Milan: U. Hoeplium, 1899).

20. Neugebauer, O., *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (3 parts), (Berlin: Springer-Verlag, 1975).

21. Ptolemy, K., *The Almagest*, (ed. K. Manitius) Vol. I, (Leipzig: B. G. Teubner, 1963).

then the maxima are respectively 26°26', 1.678 and 1.571, which are 81%, 94% and 100% of the corresponding maxima for the whole hemisphere. Even though these maxima occur at the boundary the corresponding numbers are not that much better for any reasonable extent of longitude within the map and the figures indicate there will be considerable distortions in shape. It is evident that, with respect to the first two indices, 2ω and (a), al-Bīrūnī's "rolling" projection is rather better.

Conclusions

We have shown that in this treatise, written sometime between 1004 and 1017, al-Bīrūnī added three new map projections to the already considerable store available to medieval Muslim cartographers. We have argued that the inspiration for the first of the new projections he describes came from Ptolemy's second projection and have presented data analyzing the two most important of his three new projections. Although these data show that, by almost any measure, the two projections yield rather large distortions it is a fact that both of them are in common use today, a fact which indicates how al-Bīrūnī's sure feeling for the subjects he investigated led him to important results.

CHART I

The value of 2ω, the maximum distortion of an angle, at a given longitude (λ) and latitude (φ).

φ	λ						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0°	0° 0′	0°54′	3°31′	7°38′	12°56′	19° 3′	25°29′
15	0.22	1.26	4. 1	8. 1	13.13	19.16	25.51
30	1.30	2.43	5.21	9. 8	14. 4	19.56	26.26
45	3.23	4.40	7.24	10.57	15.30	21. 4	27.25
60	6. 2	7.20	10. 7	13.27	17.32	22.40	28.47
75	9.30	10.47	13.33	16.39	20.13	24.48	30.34
90	13.48	15. 3	17.45	20.37	23.36	27.31	32.47

The values of (a) the ratio of the longest to the shortest image of a unit vector at a given longitude (λ) and latitude (φ).

φ	λ						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0°	1,066	1,083	1,134	1,219	1,337	1,489	1,675
15	1,073	1,092	1,143	1,227	1,344	1,495	1,678
30	1,095	1,115	1,168	1,251	1,365	1,511	1,687
45	1,131	1,154	1,209	1,292	1,401	1,539	1,702
60	1,185	1,209	1,268	1,351	1,454	1,578	1,723
75	1,259	1,285	1,348	1,431	1,525	1,632	1,751
90	1,358	1,385	1,454	1,536	1,619	1,701	1,787

The values of σ, the distortion of area at a given longitude (λ) and latitude(φ)

φ	λ						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0°	1,000	1,016	1,063	1,143	1,254	1,396	1,571
15	1,007	1,023	1,071	1,150	1,260	1,401	1,571
30	1,026	1,043	1,093	1,173	1,281	1,415	1,571
45	1,061	1,078	1,130	1,211	1,316	1,438	1,571
60	1,111	1,130	1,185	1,268	1,367	1,471	1,571
75	1,181	1,202	1,261	1,345	1,434	1,514	1,571
90	1,273	1,297	1,361	1,445	1,521	1,567	1,571

smooth surface onto another, [30]. Several good accounts of this theory exist, e. g. in [23, pp. 49-56] and [24, pp.324-29], of which we follow the latter, specialized to the case where one surface is a globe and the other a plane. Let (φ,λ) be the geographical coordinates of a point on the globe and (Φ,Λ) the image of this point on the plane. Locally the mapping induces a mapping from the plane tangent to the globe at (φ,λ) onto the image plane. Taking a small circle, of unit radius, about (φ,λ) in the tangent plane, Tissot showed that there is a unique pair of orthogonal diameters (called the "principal tangents") of this circle which are mapped to orthogonal straight lines through (Φ,Λ) in the image plane. Let $2a$ and $2b$ denote the lengths of these images, with $a \geqslant b$. If a point traverses the circumference of the small circle about (φ,λ) its image in the plane traces out an ellipse whose center is (Φ,Λ) and whose principal semi-axes have lengths a and b respectively. This ellipse is called *Tissot's indicatrix* and two perpendicular radii of the small circle map onto two conjugate semidiameters of the indicatrix. It then follows from the properties of conjugate diameters that if α,β denote the local scales along the images of a parallel and a meridian passing through (Φ,Λ) then $a^2+b^2=\alpha^2+\beta^2$ and $ab=\alpha\beta\sin\gamma$ where γ is the angle between the images of the parallel and the meridian. We may solve these equations for a and b by showing first that $\left(\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}\right)^2=1-d^2$, where $d=\frac{2\alpha\beta\sin\gamma}{\alpha^2+\beta^2}$. Then setting $k=b/a$ we find $k^2=\frac{1-c}{1+c}$, where $c=\sqrt{1-d^2}$ and finally, solving this for k and simplifying we find $k=1/d-\sqrt{(1/d)^2-1}$. Having found $k=(b/a)$ we may use $ab=\alpha\beta.\sin\gamma$ to calculate $b=\sqrt{\frac{b}{a}.\,ba}$ and then $a=k^{-1}\cdot b$. When these have been calculated it is easy to calculate 2ω, the maximum variation of an angle U whose vertex is at (φ,λ), by the rule $\sin\omega=(a-b)/(a+b)$, and the local distortion ratio of areas, which is equal to $a\cdot b$.

The calculation of these indices of distortion was done by L. Driencourt and J. Laborde in their monumental work, [8, fasc. II], and we reproduce parts of their Tableau XXXII as Chart I. It is evident from these that the maximum distortion in angle (2ω) is 32°47', the maximum value of the ratio, at a given point, of the longest image of a unit vector to the length of the shortest image, (a), is 1.787 and the maximum of the ratio measuring the distortion of area (σ) is 1.571 (i.e. $\pi/2$). For the stereographic projection the corresponding values are 0°, 2.0 and 4.0 while for the projection obtained by rolling the sphere along great circles passing through a point the maxima are, respectively, 25°39', 1.571 and 1.571. (These values may be found in Driencourt and Laborde [8, II, p.22].) Since al-Bīrūnī definitely wanted to construct a map of the whole hemisphere these extreme values are relevant, but if we ask how good it is for the constellations lying near the ecliptic, say $\varphi \leqslant 30°$,

is of course well-known as one which maps angles on the sphere onto angles of equal size on the plane, though as Neugebauer says [20, p. 860] there seems to be no mention of this fact in the ancient or medieval literature on the astrolabe. However, this projection does not preserve the areas of figures and, while there are projections that do this, they do not preserve angles. The incompatibility of these two requirements is a consequence of the fact that a spherical surface cannot be applied to a plane without distortions, a proof of which is given in Craig [6].

This fact, that no mapping of the sphere onto the plane can preserve both angles and areas, is of considerable theoretical interest but, as a practical matter, there are many useful projections which preserve neither angles nor area (e. g. the orthographic and azimuthal equidistant) and the real task of the cartographer is to pick that projection which most nearly suits his purposes, whatever it may or may not preserve.

Al-Bīrūnī's requirements are fairly clear if we keep in mind his criticisms of the other projections he mentions: the projection must be one that is suited to representing a hemisphere, there must be no "crowding" in some parts of it, and it must represent the constellations, particularly the important ones along the zodiac, by shapes reasonably close to those which we see.

It is clear that his projection satisfies the first two requirements. The question is, how does it measure up to the third, that it not introduce too much distortion of the shapes of the constellations along the central portion of the sky? Al-Bīrūnī evidently thought it fulfilled this requirement reasonably well and it is quite possible that he actually constructed a map to satisfy himself on this point, even though he makes no mention of any construction in this work. In fact a considerable amount can be learned about this mapping simply by using a flexible ruler and protractor – for example, that circles of longitude (latitude) of constant difference divide a given circle of latitude (longitude) into arcs of constant length (though of course a different constant for each one), that the ratios to the length of the equator of the arc length of the parallels of latitude φ, $\varphi \leq 30^{\circ}$, are very nearly $\cos \varphi$ (for $\varphi = 30^{\circ}$ the ratio is approximately .89 while $\cos 30^{\circ} \approx .87$), and that the acute angles the meridians make with the parallels (which are right angles on the sphere) decrease with increasing latitude and longitude (for example for $\varphi = 30^{\circ}$, $\lambda = 90^{\circ}$ the angle is about 82° while for $\varphi = 60^{\circ}$, $\lambda = 90^{\circ}$ it has decreased to 74°).

It is possible to make these somewhat rough measurements more precise by the calculation, for selected points on the map, of what cartographers call Tissot's indicatrix. Although the calculations which follow have little relevance to the time of al-Bīrūnī it may nevertheless be of interest to set al-Bīrūnī's mapping against modern criteria to see how it measures up.

In 1881 M. A. Tissot established a theory of cartographic mappings which yields a measurement of the local deformation of a particular mapping of one

that these intervals faithfully represent the distances between the corresponding parallels on the sphere and that each of the arcs faithfully represents 180° of arc at the given latitude relative to the length of the central meridian. For an arbitrary longitude λ ($0<\lambda\leqslant 90^{\circ}$) one may use the scale on each of the three arcs to find the point corresponding to longitude λ (say east of the central meridian). These three points determine a unique circle and the part of that circle between the two external parallels (the northern and southern boundaries of the map) represents the meridian of longitude λ (east).

A modification of this procedure for someone who wanted to represent an entire hemisphere would be to let the northern and southern boundary arcs shrink to the poles and for the middle arc take the equator, represented now by a straight line bisected by the central meridian and divided according to the same scale as that meridian. The point corresponding to longitude on the equator determines, with the poles, a unique circle whose arc containing these three points represents the circle of longitude λ. As for the circles of latitude these, in Ptolemy's map, divide the central meridian into segments whose differences are equal to the differences in latitude. In al-Bīrūnī's map this property is made to hold not only for the central meridian but for the bounding semicircles of longitude $\lambda = 90^{\circ}$ (east and west) as well, recognizing of course that the scale there will be larger than that on the central meridian by a factor of $\pi/2$. Again, for each parallel of latitude, this requirement defines three fixed points through which the curves representing parallels of latitude must pass so, borrowing the idea for the circles of longitude, al-Bīrūnī used circles for these curves as well.

Certainly al-Bīrūnī knew of Ptolemy's *Geography* for he refers to it in his treatise by way of introducing the mapping used by Marinos of Tyre. Further, that the Arabic version of the *Geography* contained Ptolemy's description of his mappings is likely since these are used in existing Arabic maps. (See the examples in the maps reproduced by Fischer, [11, *A et B**].) Thus it seems that al-Bīrūnī knew of these mappings and, in light of the relationship we have described between his mapping and Ptolemy's second mapping, our conjecture that he devised his projection as a modification of Ptolemy's is a reasonable one. It is also likely that the reason al-Bīrūnī did not mention Ptolemy's mappings is that in this treatise he is only interested in mappings that will represent a full hemisphere, and manifestly Ptolemy's maps will not do that. Indeed it is our conjecture that it was precisely the need to represent a full hemisphere that led al-Bīrūnī to modify what Ptolemy calls the better of his two mappings and so to arrive at a map of a full hemisphere.

7. The Distortions in al-Bīrūnī's Mapping

It is, as al-Bīrūnī himself remarks, impossible to represent exactly the surface of a sphere on a plane. The stereographic projection used in the astrolabe,

Altough Suter calculated the differences in the radii of the corresponding images, a better measure of the divergence between the two mappings is how far apart the corresponding circles get within the map. It is clear that this maximum occurs on AG or BD and we have calculated (see Fig.5) the segment SR, which measures the distance between the points where al-Bīrūnī's image and the stereographic image of a circle of longitude $GP = x$ (expressed in radian measure) cross the east-west line. Since the segment $OS = \tan(x/2)$ and $OR = 2x/\pi$ it follows that the segment $SR = f(x) = 2x/\pi - \tan(x/2)$. This function obtains a maximum when $\cos^2(x/2) = \pi/4$, i.e. when $x = 2 \text{ arc cos } \sqrt{\pi/4} \approx .96$. This yields a maximum value for the function f of about .09. Thus the maximum difference between al-Bīrūnī's projection and the stereographic projection of circles of longitude is about 9% of the total radius and al-Bīrūnī's circles are pushed considerably towards the bounding circle as compared to the stereographic circles.

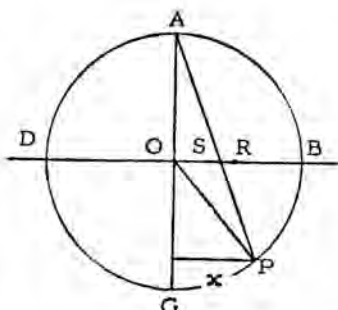


Fig. 5

Futther evidence that al-Bīrūnī would not have looked to the stereographic projection for inspiration for a good star map is given by his own words in the section describing map projections in the *Chronology*, [3, p. 357-8] He writes there, "But it is not the purpose of the astrolabe to represent them (the lines, circles, points on the globe) as agreeing with eye-sight . . . On the other hand, the purpose of the representation of the stars and countries (on even planes) is this, to make them correspond with their position in heaven and earth, so that in looking at them you may form an idea of their situation...". In view of al-Bīrūnī's clear perception of the different purposes of the astrolabic and cartographic projections it seems unlikely he would have looked to the former to find inspiration for the latter.

Our conjecture is that the projection al-Bīrūnī describes is in fact a simplification of the second conic projection that Ptolemy describes in his *Geography*. This second projection has been analyzed by Hopfner, [18, pp. 100-105] and, following him, by Neugebauer [20, pp.883-885], where the reader may find a detailed description of Ptolemy's projection. For our purposes it suffices to say that Ptolemy's idea is to use three concentric circular arcs to represent three parallels of latitude and a straight line bisecting all three arcs to represent the central meridian. The two intervals between the arcs on the central meridian as well as the arcs themselves have lengths calculated to insure

21:20-21. The three sources of star tables mentioned here are the same as those mentioned in the *Chronology* [3, p. 358], though the warning given there about taking into account the amount of precession is not repeated here.

21:22. As Suter indicates [29, p.91] it is not certain whether the title *Geography* refers to Ptolemy's work or not.

21:26. The books on *masālik wa-mamālik* were works giving routes and distances between places, of use for postal authorities. The earliest known writer on the subject was Ibn Khordādhbeh, postmaster at Sāmarrā, who wrote, according to Suter's note on this point, around 845. Al-Bīrūnī in [5, p. 14] speaks of "the method of al-Jaihānī and others in their books on *al-masālik*". In his commentary on this work [13, p.3] E. S. Kennedy identifies al-Jaihānī as Abū ʿAbdallāh Muḥammad b. Aḥmad al-Jaihānī who flourished perhaps around 920. These books had a long tradition and Ḥājī Khalīfa, who died in 1657/58, lists in his bibliographical lexicon the *ʿilm masālik al-mamālik*, referring it to the results of geography (see E. Wiedemann [33, II, pp.459-60]).

21:27. The coloring of maps seems to go back at least to the very earliest Arabic maps, for Wiedemann [33, I, pp.66-67] in a note quotes from Masʿūdī as follows; "In Ptolemy's *Geography* the seas are represented with different colors and are distinguished according to size and form . . . but their names are, in this work, Greek and therefore difficult to understand". This last phrase does not necessarily mean he had seen a Greek map but only an Arabic copy with the Greek names transliterated, hence still "Greek".

22:3-4. The Arabic here, (*maqāla fī taṣḥīḥ*), exactly fits the beginning of the title given as II.4 in al-Bīrūnī's list of his own works, translated by E. Wiedemann [33, II, P.492], namely *Eine Abhandlung über die Verbesserung* (*Richtigstellung*) *der Länge und Breite für die bewohnten Orte der Erde*. We know of no existing copies of this treatise.

6. The Source of al-Bīrūnī's Projection

In his commentary Suter made the suggestion that al-Bīrūnī's projection "ist eine abgeänderte oder vereinfachte stereographische Projektion" [29, pp.92-3] and made some sample calculations of the radii of the images of the circle of latitude of 60°, under the assumption that the radius of the sphere is 1. He found that the image in al-Bīrūnī's projection has radius .725 while that of the stereographic projection has image .577. The corresponding figures for the circle of longitude 60° are 1.08 and 1.15. In fact the percentage differences (26 % and −6 %) seem to us rather large and a slightly different analysis shows how far al-Bīrūnī's projection is from a stereographic projection.

where the author reminds us that not only $A/B = C$ but A is equal to X and B to Y. The analysis now proceeds as follows, (see Figures 2 and 3). If $HK \perp AE$ then (by Euclid III: 35,36) $ZA \cdot ZG = BE \cdot ZH$ and so $AZ \cdot ZG/BZ = ZH$, where $AZ = | ZE - 90 |$ and, in the case of Figure 2, $ZG = AZ + 180$, while in the case of Figure 3, $ZG = 180 - AZ$. Then $ZH:HK = ZB:BE$ and so $ZH \cdot (90 = BE) \ / \ (ZB = R) = HK = \text{Sin}_{90}\ AH$. Hence $\text{Sin}_{60}\ AH = \text{Sin}_{90}\ AH - (1/3)\ \text{Sin}_{90}\ AH = 40'\ \text{Sin}_{90}\ AH$ and then $AH = \text{arc Sin}_{60}\ (\text{Sin}_{60}\ AH)$. Thus $AH = \text{arc Sin}_{60}\ (40' \cdot ZH \cdot 90/R)$, which will be measured in the direction of B when Z is outside the given circle and in the direction of D when Z is inside. The first case will occur when $ZE > 90$ and the second when $ZE < 90$, while when $ZE = 90$, Z falls on A.

19:24-20:6. To find (see Fig, 4) the center of the circle of latitude, MTL, we drop ($MS = \text{Sin}\ MD$) and note $SE = \text{Sin}\ (90^{\circ} - \text{MD} = \text{AM})$. Changing to a nonagesimal scale $SE = (3/2)\ \text{Sin}_{60}\ AM$, $\text{SM} = \frac{3}{2}\ \text{Sin}_{60}\ DM$, and then $TS = SE - TE$. Letting R be the radius of the circle of latitude, $\overline{MS}^2 = TS \times (\text{SZ} + \text{R})$ and so $SZ + R = \overline{MS}^2 /\ TS$ is known. Thus since we also know TS we may calculate R by the identity $R = \frac{1}{2}\ TS + \frac{1}{2}\ (SZ + R)$, while $ET + R = EZ$ is the distance between the centers, again a formula not given in the *Chronology*.

20:7-20:12. As al-Bīrūnī remarks, the calculation of HD for the circles of latitude is exactly the same as calculating AH for the circles of longitude, so it requires no further comment, although he goes into it in detail both here and in the *Chronology* (p.364).

20:13-19. To complete his calculation of DH al-Bīrūnī must show that the point H is always measured from D in the direction of A, i.e. that the centers of the circles of latitude lie outside the given circle. He first remarks that $DT:DE = DM:90^{\circ}$, which is the defining property of the points M and T. Then, he says, $DM:90^0 < \text{Crd}\ (DM) : \text{Crd}\ 90^0$, which is immediate from the general theorem used by Ptolemy in the *Almagest* [21, p. 33] saying that if α and β are arcs of the same circle, with $\alpha > \beta$, then $\text{Crd}\ \alpha : \text{Crd}\ \beta < \alpha : \beta$. Thus, since $90^0 > DM$, $DT:DE < \text{Crd}\ DM : \text{Crd}\ 90^0$ and since $\text{Crd}\ 90^0 > DE$ it follows that $\text{Crd}\ DM > DT$. This, as al-Bīrūnī sees, immediately implies that no circle with center D could pass through both M and T and *a fortiori* (since the sum of two sides of a triangle is greater than the third) that no circle with center *between* D and E could pass through M and T.

21:1-21:11. It is possible that al-Bīrūnī is recommending this method of projection only for a given constellation since he says that the two stars chosen as a base are to be from one constellation (21:3). For further comments on this projection see Section IV.

have said here "*a plane surface bounded by straight lines*" for he would presumably have known of Archimedes' result in the *Sphere and Cylinder* (I, Proposition 33) that any sphere has surface area equal to four times that of its great circle. However, even with this provision the reasoning is a bit loose since if the lack of a rational ratio of the given surface to a plane, rectilineal surface were the key to the difficulty then the difficulty would also be present for the surface of a cone, and that is not the case since it may be cut along one generator and laid out flat.

17:16-20. This suggestion of making a second pair of maps, in which the equinoxes are at the centers, does not occur in the *Chronology*.

17:21-23. The use of different sizes to represent the brilliancy of a star is referred to in the *Chronology* in connection with the melon-form projection.

17:24-25. The use of colors to represent the temperaments of the stars is not mentioned in the *Chronology*, but many *zījes* had tables of the temperaments.

18:6-8. According to Luckey [16, p. 501], "al-Mahānī adds to the graphical solution of two of his problems a calculational solution introduced by the words: A procedure hereto through calculation (*bāb dhālik min al-ḥisāb* .... As is known Ptolemy in *The Analemma* sets the corresponding calculational (procedure) alongside the constructive procedure". Such a calculational procedure for the map would certainly be of some utility, for to construct the centers of the circles of longitude or latitude of low degrees by ruler and compass would lead to very flat intersections and a real problem with precision.

18:9-21. Given the circle $ABGD$ (in Fig. 2) with radius $EB = 90$ and a circle of longitude, DTB, with $TE = \lambda$ $(0 < \lambda < 90)$ it is required to find TZ (the radius of the circle of longitude, which we denote by R)and EZ the distance between the centers of the given circle and the circle of longitude. In the circle of longitude the chord BD is perpendicular to a diameter at E, dividing it into two parts λ and $EZ+R$. Hence $\overline{EB}^2 = \lambda(EZ+R)$ and so $8100/\lambda = EZ + R$. Since $EZ = R - \lambda$ adding λ to the quotient yields $8100/\lambda + \lambda = 2R$. Thus, though this is said only in the *Chronology* [3, p. 361] and not here, $R = 8100/2\lambda + \lambda/2$. Also, subtracting λ from this yields $8100/2\lambda - \lambda/2 = EZ$, the distance between the centers of the given circle and the circle of longitude λ, though the *Chronology* [p.361] states "we can dispense with the knowledge of the distance between the two centers".

19:1-17. Presumably al-Bīrūnī is interested in determining the arc AH because the line joining B and H will then intersect EA (extended if need be) in the center of the circle of longitude and so provide one more way to find these centers. In the following account of al-Bīrūnī's derivation of AH, notation like $(A=X)\,/\,(B=Y) = C$ is used to reflect faithfully the Arabic text

11:13. Sezgin does not list any book by al-Bīrūnī having this title though al-Bīrūnī in [5, p.14] tells of making a large hemisphere 10 cubits in diameter to derive coordinates from distances.

12:11-19. Al-Battānī's crude method for finding the *qibla* has received ample comment in the modern literature on the subject, e.g. in King, [15], and there is no point in paraphrasing here al-Bīrūnī's description. In his forthcoming paper "Some Early Islamic Approximate Methods for Determining the *Qibla*", King points out that the value of the *qibla* obtained from a Marinos-type projection differs from that obtained by al-Battānī's method; so al-Bīrūnī must have been classifying them together only on the grounds that both represent meridians and latitudes by parallel straight lines.

13:4-15:11. This section, which follows the generalities introducing the treatise, is al-Bīrūnī's "review of the literature". In a previous section we discussed all the projections mentioned by al-Bīrūnī and we only add here that apart from the order and the concluding section on al-Ṣūfī's non-mathematical mapping the projections he mentions are the same as those discussed in the corresponding section of the *Chronology*, [3, pp.357-59]. The only differences are : (1) The discussion in the *Chronology* gives exact descriptions of the cylindrical and melon-form projections (through it does not use the phrase "melon-form") whereas the present treatise describes them mainly in terms of their defects and gives more historical detail on the "melon-form". (2) In the *Chronology* the 10th Century scientist Abū-Ḥāmid al-Ṣaghānī is named as the one who wrote on the projection of a sphere from a point on the axis but not a pole, described in (13:10-13) of this work. This must be al-Ṣaghānī's *K. fī kaifīyat tasṭīḥ al-kura ʿalā saṭḥ al-asṭurlāb*, published in *Risā'ilu mutafarriqa fi'l-hai'at li'l-mutaqaddamīn wa-muʿāṣirī'l-Bīrūnī*, Hyderabad, 1948. (3) In the *Chronology* he speaks of the cylindrical projection as one "which I do not find mentioned by any former mathematician" whereas in this treatise he explicitly mentions al-Farghānī in (14:18) where he says, "As for the cylindrical projection it is what comes to mind from the abundance of drivel that al-Farghānī spewed forth on it ... .". It would be tempting to see here further evidence that this was written after the *Chronology*, when he had learned of al-Farghānī's book. However in the *Chronology* he refers to "my book, which gives a complete representation of all possible methods of the construction of the astrolabe" and in this book, which can only be the *K. istīʿāb al-wujūh al-mumkinat fī ṣanʿat al-asṭurlab*, he refers to al-Farghānī's book *al-Kāmil* (see the sections translated by Wiedemann and Frank [33, II, p. 522]. Thus since al-Bīrūnī had seen al-Farghānī's treatise when he wrote the *Chronology* the meaning of the sentence about the cylindrical projection not being "mentioned by any former mathematician" must be that the *name* "cylindrical projection" was coined by al-Bīrūnī. (15:1) Al-Bīrūnī ought to

been constructed on a scientific basis. Such a study could illuminate the questions of the influence of al-Bīrūnī's treatise as well as providing a case-study of the relation between theory and practice in medieval Arabic science.

5. Additional Commentary on the Text

A question that has occasioned some debate has been that of the date of composition of the treatise. The only internal clue is the preface which speaks with fulsome praise of the (unnamed) Khwārazmshāh, and Suter takes this to refer to the Khwārazmshāh Abū'l-'Abbās Ma'mūn whose patronage al-Bīrūnī enjoyed from about 1004 - 1017 A. D. In assuming Ma'mūn is the Khaārazmshāh intended Suter ignores the earlier Khwārazmrhāh who was al-Bīrūnī's patron until he was overthrown in 995 A.D. Suter's other reason for supposing this treatise was written after the year 1000 A.D. is that while much of its contents can be found in the *Chronology* [3, pp. 357-64], published circa 1000 A.D., that book contains no reference to the present treatise, which must therefore have been written later. This argument, however, is unconvincing since it obviously cuts both ways.

On the other haud, Rozenfel'd, Rozhanskaya and Sokolovskaya in [26, p. 265] date the treatise to 995 A.D., but without giving any reasons. Thus it would have been written as late as possible (since al-Bīrūnī fled in 995) during the reign of the earlier Khwārazmshāh.

In fact it is not hard to decide between these two views on the basis of a remark in al-Bīrūnī's introduction to the section in the *Chronology* where he discusses his mapping. It is not just, as Suter says, because he makes no reference to this treatise in the *Chronolgy* but rather because he states positively in the *Chronology* [3, p. 357] that he does not know of "any special treatise on the subject (of star maps)". It is hardly possible that in writing these words at the age of twenty-seven he had entirely forgotten about a substantial treatise he had written at the age of twenty-two devoted entirely to the subject of star maps. On the other hand the treatise *Projection of the Constellations* makes no mention of its being a pioneer in this area and simply introduces the new map with the words, "Thus I say: If I want to copy the constellations on a flat plane . . . ", (15:15-16).

Hence it seems fairly safe to suppose that the Khwārazmshāh to whom the treatise is dedicated is Abū'l-'Abbās Ma'mūn and that, the substance of the treatise being near at hand in his *Chronology*, al-Bīrūnī was able to add two new mappings, briefly described, to produce soon after 1004 A.D. a new treatise to dedicate to his new patron.

In the remainder of our commentary we discuss points raised in the text of this treatise, introducing each by the page and line number where it occurs. We have tried to give, along the way, a comparison of the present text with that of which it is an expanded version, namely the closing section of the *Chronology*.

distorted as one moves to the boundaries and the poles of the map, with the worst distortion occuring in the polar regions near the boundaries. (See Fig. 6). Al-Bīrūnī does not make any criticisms of this projection.

7. Projection by great-circle distances from two fixed points, 21:1-21-11. (This is the modern "doubly-equidistant" projection described in *DA*, pp.176 and 202, where it is remarked [p.202] that "apparently no map of this kind has ever been constructed".) Again al-Bīrūnī does not criticize this mapping.

8. Projection by rolling a sphere on a tangent plane and forth through a fixed point, 21:12-21:17. (This is the azimuthal equidistant projection described in *DA*, p.175 and is simply (3) of our list with the pole replaced by an arbitrary point. Equally - spaced straight lines through the point represent the great circles through that point, so azimuths from that point are faithfully represented, and great circle distances from this point on the sphere are faithfully represented on these lines. *DA*, p.175, names, G. Postel as inventor of this projection in 1581 but, as al-Bīrūnī's treatise shows, Postel was over 500 years too late to be credited with its invention. Prof. E. S. Kennedy has pointed out to us that this projection is very close to al-Bīrūnī's first projection, (6) of our list, in the sense that the lines representing meridians and parallels in this projection, while pretty clearly not circles, are very close to the corresponding circular arcs used by al-Bīrūnī in (6). Thus led ρ be the length of the radius vector $\vec{r}$ from the center of the map to the curves of latitude or longitude 45°, $\vec{r}$ making an angle of 30° with the central meridian. Kennedy has communicated to us the results in the following table, where the calculations are made using 1 for the radius of the whole map.

	Globular Proj.	"Rolling Proj."	% Difference
45° Parallel	$\rho = .620$	$\rho = .608$	2.0
45° Meridian	$\rho = .693$	$\rho = .704$	-1.7

That the difference is so slight may be the reason why, in H. S. Roblin's *Map Projections* [25, pp. 46-48], the directions given for drawing the azimuthal equidistant projection, for a point on the equator, are in reality directions for drawing al - Bīrūnī's globular projection.) Al - Bīrūnī does not comment on the defects of his mapping.

For further details of the history of some of the above projections the reader should consult Fiorini, [9] and [10].

Conclusions: If we disregard the one non-mathematical projection of (5) it emerges that al-Bīrūnī was in possession of at least seven different mappings of the sphere on the plane, all admitting an exact mathematical description, and one of these, (2), admits an infinite number of variations. In addition, as we will argue later, he knew of the three mappings Ptolemy describes in the *Geography*, i.e. the two conical and the third, perspective, representation. This brings the total to ten different mappings with a wide variety of properties, which could have furnished a rich storehouse for Muslim cartographers of succeeding centuries. To what extent this store of mappings was in fact exploited awaits a survey of the surviving maps now housed in manuscript collections around the world, (for some references to these maps see Wiedemann, [33, I, p. 67] studying the projections used on those that appear to have

and straight lines through it project points on the sphere onto a plane, 13-8-13:20. (When the center of projection is on the sphere we have a stereographic projection, called "polar" in case the fixed point is a pole of the sphere and "meridional" in case the point is on the equator. See *DA*, pp. 37-38 and 157-58). In case the point of projection is not on the sphere but inside it or outside the point is one of the perspective projections which are discussed in detail in Driencourt and Laborde [8, Vol. I, pp. 102-107]. The case when the point is the center is the well-known gnomonic projection. Al-Bīrūnī objects that it does not well-represent the heavens as they appear to the eye and, in particular, it does not map equally-spaced circles to equally-spaced circles.

3. The melon-form projection (*mubaṭṭakh*) due to al-Kindī or al-Marwarrūdhī and described by al-Farghānī in his book *al-Kāmil*, 13:21-14:17. (This projection is described by Wiedemann and Frank in [33, II, pp. 524-25] and is called by modern cartographers the polar azimuthal equidistant projection. See *DA*, pp. 155-56 and p. 43. Meridians radiate in equally-spaced straight lines from a pole and parallels of latitude are represented by equally-spaced circles, concentric at the pole. Clearly azimuth at the pole and distance from the pole are faithfully represented, but nothing else is.) Unless we allow great widening of images the zodiac will be sliced into two halves, and it is exactly in this region where the most important figures lie. However al-Bīrūnī disassociates himself from the severest critics of this projection and says he plans to write a treatise on it, though no treatise by him on this subject is known beyond a chapter in his *Thorough Treatment of All Possible Methods for Construction of the Astrolabe*, partially translated by Wiedemann and Frank in [33, II, pp.522-532].

4. Cylindrical projection of the whole celestial sphere onto the plane of the equator or of any other postulated great circle, 14:18-14:26. This is described more thoroughly in *The Chronology* [3, pp. 357-8] where al-Bīrūnī makes it clear that a given star is projected from the sphere onto the foot of the perpendicular from the star to the assumed plane. (This is the modern orthographic projection as described in *DA*, p.42. Though often used for the surface of the moon it is hardly a good visual representation of the celestial sphere as seen from the earth.) Al-Bīrūnī's two objections are that the practice of representing the whole sphere by this projection leads to a jumble of stars that "pile up on top of one another" and that stars near the circumference of the representing circle are very crowded together.

5. A method ascribed to al-Ṣūfī in which the stars are copied onto a piece of thin paper wrapped around the sphere which is then unwrapped to yield a map, 15-1-15:10. (This is the only non-mathematical projection mentioned by al-Bīrūnī and it has no counterpart in the modern literature. The nearest modern equivalent would be a polyconic projection, as in *DA*, pp.29-30, in which the sections of the sphere between two parallels of latitude are replaced by frustra of cones, whose surfaces may then unwound onto a plane). Al-Bīrūnī correctly remarks that this method is, as a practical matter, not too bad for small areas of the globe.

6. The "circular" projection, in which meridians and parallels are represented by arcs of circles, 15:16-20:20. (This is called by modern writers the globular projection, or Nicolosi's projection, after Gian Battista Nicolosi who, as Fiorini pointed out in [10, p.294], printed a map based on this projection in his *Ercole Siculo* of 1660. The well-known English cartographer Aaron Arrowsmith printed maps of the world based on this projection in 1794, as is mentioned by Tooley in [31, p.57]. According to *DA*, pp. 158-59, this globular projection is a "method of projection more frequently used [than the stereographic meridional projection] by geographers for representing hemispheres, though in the globular representation, nothing is correct except the graduation of the outer circle and the direction and graduation of the two diameters; distances and directions can neither be measured nor plotted. It is not a projection defined for the preservation of special properties, for it does not correspond with the surface of the sphere according to any law of cartographic interest, but is simply an arbitrary distribution of curves conveniently constructed". On p.54 of this same source there is an illuminating comparison of a man's head drawn carefully onto a hemisphere in al-Bīrūnī's globular projection and then plotted, maintaining latitude and longitude, in orthographic, stereographic and Mercator's projections. In a later section we present a detailed study of the distortions inherent in al-Bīrūnī's projection, but suffice it to say here that scale, angles, and area are progressively more

here. Abū Sa'īd Aḥmad b. Muḥammad b. 'Abd al-Jalīl (al-Sijzī) (12:21 and 15:1) who died in 1024 A.D. was a geometer and astronomer whose astronomical works have not received study in modern times. Although a letter of al-Bīrūnī to al-Sijzī on Ḥābash al-Ḥāsib's analemma for finding the *qibla* has been tranlated by E. S. Kennedy and Y. 'Id [14] al-Sijzi's own treatise on the subject of the *qibla* has not been found. Abū (Naṣr) Manṣūr 'Alī b. 'Irāq (12:21-22), a Khwarazmian prince and teacher of al-Bīrūnī who wrote important scientific works, was the author of a work on the *qibla* of which no copy is known. Abū Maḥmūd Ḥāmid b. al-Khiḍr al-Khujandī (12:22) was a major astronomer of the latter half of the 10th Century whose book on the *qibla* has not been found. Abū'l-'Abbās (Aḥmad b. Muḥammad b. Kathīr al-Farghānī) (13:21, 14:4 and 14:18) was active in the mathematical sciences during the middle third of the ninth century. The work al-Bīrūnī cites here has for its full title *The Complete (Book) on the Making of the Northern and Southern Astrolabe and their Explanation by Geometry and Arithmetic* and has been studied by E. Wiedemann and J. Frank. (Abū Yūsuf) Ya'qūb b. Isḥāq (b. al-Ṣabbāḥ) al-Kindī (13:22) is the well-known ninth century Arab polymath who wrote, among numerous other works, the book cited here and probably titled, *The Book of the Construction of the Astrolabe* (see Sezgin [28,VI, p. 154]). In the second half of the ninth century lived ('Umar b. Muḥammad b.) Khālid al-Marwarrūdhī (13:23). The lost work referred to here is probably his *Book of the Making of the Plane Astrolabe*. Who Ḥasan (14:1) was is not at all clear.

4. Mappings Mentioned in the Text

This section contains a survey of the projections al-Bīrūnī mentions in the *K. tasṭīḥ*. Since we have not taken into account the mappings described by al-Bīrūnī in [2] we make no claim that this is a complete catalogue, but provide this list only in order that the reader may have conveniently at hand some projections known to a scholar of such matters around the year 1000 A.D. For each projection we identify it by its description by al-Bīrūnī and the place in the text where it is mentioned, followed (in parentheses) by its modern name and a reference to a discussion of its properties in the modern literature. The abbreviation *DA* refers to the work of Deetz and Adams, *Elements of Map Projection*, [7]. The reader should however be aware that there is wide variation in modern usage in naming projections. For an attempt to put some order into the chaos see Maling, [17]. Finally we summarize al-Bīrūnī's objections to the projection. (We should add that we use the words "mapping" or "projection" interchangeably to denote any function from the surface of the sphere onto the plane.)

1. The projection of Marinos of Tyre as described by Ptolemy in his *Geography*, 11:20-12:9. (Modified cylindrical equal-spaced projection, *DA*, pp.31-33). This projection distorts lengths of latitudes and represents the (non-parallel) meridians by parallel lines.

2. The conical projections, where a point is taken on a diameter (possibly extended) of the sphere

17:5. *one hundred and seventy-nine degrees.* The text's *wa huwa mi'at wa sab'a darajat* is bracketed by Sa'īdān as a copyist's insertion and is, in any case, wrong.

21:5. *ḥarf ḥalqatin min ḥalaqi al-kurati al-'iẓām.* The text cannot support Suter's translation ". . . daß du an je zwei der Sterne ein biegsames Lineal (einen Papierstreifen) anlegst, das sich also an einen Großkreis der Kugel anschmiegen kann, . . . ", though the method Suter describes might be a convenient way to carry out what al-Bīrūnī asks.

21:16-17. *illā mā bayn muthabti al-juz' alladhī lā yatajazza' wa bayn nafātihi.* We infer from the context that the meaning of this phrase is that the deviation between the representation of the sphere by al-Bīrūnī's third method and the "true" sphere is so slight that any distinction between the two is of only theoretical interest and has no more practical importance than the issue of whether there are indivisible parts or not.

3. Biographical Commentary

For the persons mentioned in this treatise we provide some bio- and bibliographical information based primarily on the material in Sezgin, [28], which the reader may consult for further details. We provide the full name, as given by Sezgin, enclosing in parentheses those parts of the name not cited by al-Bīrūnī. Immediately following the name parentheses enclose the page and line numbers in this treatise where the person is mentioned. The information following this is, on the whole, restricted to what is known about the work to which al-Bīrūnī refers.

'Uṭārid b. Muḥammad (al-Ḥāsib), (11:3), was a mathematician and astronomer of whose life nothing is known. Besides two surviving works on burning mirrors (see Toomer [32, pp.20-21] for further details) and on stones he wrote several works, which have not survived, on astronomy, including the one cited here by al-Bīrūnī. (Abū Ḥafṣ) 'Umar b. al-Farrukhān al-Ṭabarī (11:3), who seems to have flourished in the second half of the 8th Century, is known primarily as an astrologer. Abū'l-Ḥusayn ('Abdu'l-Raḥmān b. 'Umar b. Muḥammad b. Sahl) al-Ṣūfī (11:4, 15:1-2, 15:5 and 21:20) carried out careful studies of the positions of the fixed stars (903-986 A.D.). The work cited by al-Bīrūnī exists in numerous manuscript copies, three Persian translations (one by Naṣīr al-Dīn al:Ṭūsī) and two 19th Century French translations. (Claudius) Ptolemy (11:20), who is here cited as the author of the *Geography* (12:1 and, perhaps, 21:22) , flourished in Alexandria around 135 A. D. and wrote *The Almagest*, which is cited in this treatise at 15:6 and 21:20. Marinos (of Tyre) (12:1) wrote on geography around 110 A.D. (Abū 'Abd'allāh) Muḥammad b. Jābir (b. Sinān) al-Battānī (12:11 and 21:21) who died in 929, was the author of the *zīj* which has been edited and translated into Latin by C. A. Nallino. It is the section of this *zīj* on the *qibla* that al-Bīrūnī cites

translates this as "auch noch die Entfernung [von Mekka bis zum Beobachtungsort]" since that is not what al-Battānī did (see [19, pp. 206-7]) and al-Bīrūnī's words here do not imply this.

13:7. *mujassamāt nāqiṣa.* Suter's translation and explanation, "unvollkommener Körper (d.h. deren Grundflächen nicht' Kegelschnitte, sondern unklassifizierte Kurven sind)" is a possible one but in the absence of other appearances of the phrase it is hard to be certain of what al-Bīrūnī intended by the word *nāqiṣa*, one of whose uses is to describe the ellipse in the phrase *qaṭ' nāqiṣ*, and so we cannot be sure of what projections al-Bīrūnī was referring to here.

13:23-14:1. *asṭurlāban mubaṭṭakhan.* With Suter we have preferred this reading to that of *mubaṭṭaḥan*, chosen by Sa'īdān. Suter does not cite al-Bīrūnī's own use of the phrase in the *Astrology*, "There is [among the types of astrolabes] the *mubaṭṭakh*, called so because the muqantaras and the zodiac circle are flattened into an elliptical form like a melon", [4, p.198].

14:1. There seems to be no reason to change the manuscript's reading of *wujida li-Ḥasan* to Sa'īdān's *wajadnā lahu.*

14:1-2. *wa-aṣḥāb hādhihi'l-ṣinā'a fīhi farīqān immā mustamjin wa immā mustamḥin iyyāhu.* Suter has read the two words *mustamjin* and *mustamḥin* as if they referred to types of astrolabes, taking the root meaning of *majana* to be "thick" and noting the root according to dictionaries does not possess a tenth form. We prefer to take the root meaning of *majana* as "to scoff or mock" and both words as referring to the attitudes of the two parties the text mentions.

14:12. *tasṭīḥ al-mubaṭṭakh.* Here we have preferred Suter's reading *mubaṭṭakh* to Sa'īdān's *mubaṭṭaḥ*, for the objection al-Bīrūnī gives to this projection, namely that it cuts the ecliptic into two halves, is an objection that exactly fits the melon-shaped astrolabe as it is described in Wiedemann and Frank [33, II, pp. 524-5].

14:13 *li-ittisā' al-ab'ād*: In changing the printed text's *al-infād* to *al-ab'ād* we are adopting the suggestion of Lutz Richter-Bernburg.

14:19. *al-asṭurlāb al-mubaṭṭakh.* In view of al-Bīrūnī's earlier remarks about al-Farghānī and the melon-form astrolabe we have preferred Suter's reading here to that of Sa'īdān, *al-mubaṭṭaḥ.*

16:4. *naṭlubu.* In many cases we have read verbs as being in the first person plural rather than second person singular or the passive voice of the third person singular.

11:4. In his *Astrology* [4, p.86] al-Bīrūnī defines the *nau'* of a star as its heliacal rising and explains in his *Chronology* [3, p.339] that *nau'* is also the rising of a lunar station and that while the influence of its rising is called *bāriḥ* the influence of its setting is called again its *nau'*. A plural is *anwā'* and elsewhere in the *Chronology* [3, p.231] he refers to "all annual consecutive occurrences and also the meteorological and other qualities of the single days that experience has taught them (the Greeks and Syrians) in the long run of time, which are called *anwā'* and *bawāriḥ*". H: also records Thābit b. Qurra's initial opinion that the *anwā'* occurre l "one and the same day" everywhere and hence could not be related to the (heliacal) rising or setting of stars.

12:1. *'an mārīnus.* Sa'īdān notes the Arabic text reads *farbīyūs* but his emendation to *mārīnus* is certain (and Suter's reading, "Hipparchus", is wrong) in the light of Ptolemy's text, which does in fact ascribe the mapping to Marinos.

12-2-5. The transliterated text of Sa'īdān's edition reads (12:2) *min takhṭīṭ khuṭūṭ muwāziyat li-khaṭṭ al-i'tidāl wa iqāmatihā* (3) *maqām dawā'ir al-'arḍ a'nī aflāk anṣāf al-nahār wa takhṭīṭ khuṭūṭ muwāziyat li-khaṭṭ* (4) *nisf al-nahār* (MS has *li-khaṭṭ al-i'tidāl*) *wa iqāmatihā maqām dawā'ir al-ṭūl a'nī al-madārāt al-muwāziya li-mu'addal* (5) *al-nahār.* Suter neatly cut the Gordian knot presented by this tangled passage by translating these lines, "von der Zeichnung der zum Äquator parallelen Kreise und der auf ihnen senkrecht stehenden Langenkreise". This certainly catches the mathematical import of the passage but is hardly an accurate translation, since *iqāmatihā maqām* means "to put them in place (of other things)", i.e. simply to substitute one thing for another, and Suter's attempt to translate it as if it referred to perpendiculars ignores its proper meaning. Even Sa'īdān's emendation is only a partial improvement since it leaves uncorrected the *dawā'ir al-'arḍ a'nī aflāk anṣāf al-nahār* ("circles of latitude, i.e. the meridian circles") in line 3 and the equally contradictory *dawā'ir al-ṭūl a'nī al-madārāt al-muwāziya li-mu'addal al-nahār* in the following part.

If we take the emendation Sa'īdān made and assume the copyist's eye transposed the two explanatory phrases, each beginning with *a'nī*, then the passage makes perfect sense and may be translated as we have in our translation, even though other emendations are possible.

12:6-8. To avoid assuming the text is corrupt in these lines as well we translate *al-ṭūl al-kullī* simply as "the whole length" (of the map, from east to west) and *al-'urūḍ* as "the widths" (i.e. the lines measuring the width of this rectangular map, from north to south).

12:18-19. *fa istakhraja bihi ḥīna'idhin miqdār bu'd samtihi.* Suter incorrectly

written a treatise on (4) the correction (*taṣḥīḥ*) of that and the nature of the methods for knowing everything sought about them, but knowledge that will accomplish (5) that requires a long life, which people usually do not have, and authority that penetrates (6) the regions of the earth and means to distribute among its inhabitants, especially those trained in it (geography), for agreement in (helping in) that (endeavor) despite (7) whatever contemporary events might occur. Seldom does (all) that combine in one person (8) and especially in our present circles, so it is better to concentrate on the work of the ancients (9) and to devote (our) endeavor to the emendation of one thing after another on which suspicion falls, with whatever kinds (10) of corrections are possible.

For he who seeks everything will fail at everything and he who aspires to the extremes is unable (11) to attain them and inflicts on himself the calamity of the loss of his life and the spoiling of the endeavor and the loss of treasure. (12) The mean of everything is praised and is far from the two extremes of overindulgence or neglect. (13) And God the Exalted commends those who listen to (His) teachings and who follow its best (doctrine). May God make us one of those who (14) follow His pleasure and do not take their own desire as their God. May He provide us with the necessities of the two worlds. He is able to do what He wants, and He (15) knows (our) secret thoughts.

(16) The book of the projection of the constellations and making spheres plane has finished. (17) Praise to God, Lord of the worlds. (18) And God's blessings on our master Muḥammad (19) and on his family and all his companions (20) and may He grant (them) salvation.

2. Notes on the Translation

Title. . . *wa tabṭīḥ al-kuwar*. Wiedemann and Frank [33, II, p.527] suggest that we should read "*tabṭīkh*" for "*tabṭīḥ*", evidently seeing here a reference to the melon-form astrolabe (*al-asṭurlāb al-mubaṭṭakh*) which appears in this treatise. There is however no textual evidence for such a reading and we prefer to read the title as Saʿīdān has quite properly read it, *tabṭīḥ*.

10:9. *hay'at al-aflāk*. The spheres (*aflāk*) are the eight concentric celestial spheres containing the seven planets and the fixed stars, with the earth at the center.

10:16-17. *fi'l-mawālid wa-taḥāwīlihā wa-taḥāwīl sinī'l-ʿālam*. Al-Bīrūnī explains these phrases in his *Astrology* [4, Sec.249] where he writes that (1) a year is the return of the sun to the place where it was at its beginning, (2) a world-year (*sanat al-ʿālam*) is the return of the sun to the first of Aries and (3) a nativity-year (*sanat al-mawālīd*) is the return of the sun to its position at the time of birth. He concludes "and it needs the knowledge of that by which the ascendant is deduced, for the ascendant ("of the time determined by the sun's return" – Wright) is the ascendant of the anniversary (*taḥwīl*) of that year".

pass, and from these there is drawn on the assumed plane a triangle. Then (7) a subsequent star is taken on the sphere and it is compared to two of the three stars and a second triangle is made from that (8) and the measurements of its two sides are known and are taken from the ruler by the compass and there is drawn on that (9) base drawn in the first triangle a (another) triangle from those two quantities in their direction. Similarly, we construct (triangles) (10) until we finish all of the stars, so that the constellations are then represented on it (the plane). Moreover, on the sphere (11) each point forms with two other points a triangle so that what we mentioned (the procedure) will not trip up the workman.

(12) Also if he were to paint on the sphere on the places of the stars something that would leave a trace on that which touches it, then if the sphere is put (13) on the assumed plane in which the representation is to be and it is rolled on it with a circular movement (14) and it does not abandon the (original) place (i. e. always returns to it) and one takes care so that the rolling on it is in all (15) directions equally then the places of the stars would trace with what was painted on them their likenesses on the plane. (16) And when care is used in this last (method) there is nothing between what is obtained and the truth except what is between (17) conceding the part which cannot be divided and rejecting it.

(18) And the matter of representing what is on the terrestrial sphere is like what we mentioned about the stars, (19) point-by-point (and) there is no difference. As for the celestial sphere, tables of the fixed stars are needed for it (20) and the position of the Milky Way, from *The Almagest* or the book of Abū'l-Ḥusayn al-Ṣūfī or the *zij* (21) of Muḥammad b. Jābir al-Battānī and such works. (22) As for the terrestrial sphere one needs the information on latitudes and longitudes of localities from the book *Geography* (23) and (the coordinates of) villages, seas, rivers, sands, mountains, mines, (24) the ascents and declivities that occur, and other things so that its contruction in the plane will take (25) them into account.

(26) It has been customary for those authors of the books on routes and kingdoms who represent the earth (27) to color the seas pistachio-green, running waters with amber or sky-blue, (28) sands by saffron-yellow, the mountains with violet mixed with a little red, (29) the towns in square shapes, by cinnabar red, and the roads by a dust color or blackish. So let (30) the imitation by the agreement occurring between them (the real objects and their representations) be similar to what we mentioned.

(22.1) So if we are not able to get these two kinds of books we need to undertake the construction of their contents. (2) As for the observation of the stars it is by the armillary sphere and the instruments made for that (purpose) and as for things on the earth, (3) it is by the determination of the longitudes and latitudes of each (feature) sought on it and I have already

as we did for (8) circles of longitude. I mean that the ratio of DZ to ZH is as the ratio of AZ to ZB, so ZH will be known. (9) And the ratio of HZ to HK is as the ratio of ZA to AE, so HK [becomes] (*yaṣbiru*) known. Then one changes it to sexagesimal units (10) and enters it as an arc in the table of sines and there results the arc HD, (11) And just as we perform these operations for the circles of latitude in the half (circle) $ADGE$, so we will perform them also (12) in the half, $ABGE$. And that is what we aimed at.

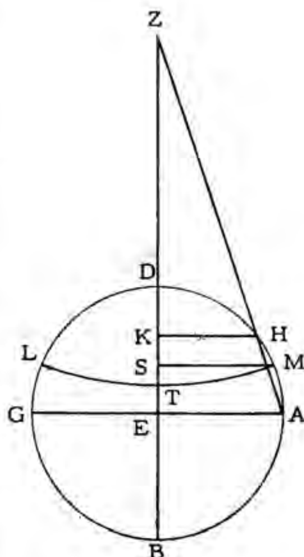


Fig. 4

(13) The centers of the circles of latitude always fall outside the circle, for the reason that where we want any (14) circle of latitude we lay down a section of the line DE (DT in Fig.4), a thing whose ratio to the line DE is as the ratio (15) of what it (the circle of latitude) cuts from the two arcs DA and DG to the quarter of the circle. And that will always be less than each (16) one of the two chords of those two arcs. So, if the center of that circle were the point D its radius would be (17) the chord of one of those two arcs, and so it would not pass through the extremity of the section taken from half (18) of the diameter DE; rather, it goes beyond it towards the direction of the point E. And (so) when it (arc LTM) passes over it (T) the center falls (necessarily) (19) outside the circle. And if the case of the point D (being the center of the circle of latitude) is impossible, how much more with the other (cases), that it is impossible that it be inside (20) the circle. And that is what we wanted to prove, God helping.

(21:1) And for the representation of these constellations there is another method, which is also simple, and it is that a ruler is made (2) divided into one hundred and eighty parts, and on a level surface a straight line is drawn that one divides into these (3) parts. Then on the sphere (to be) represented two of the stars of some constellation are picked out and there is compared to them (4) a third star so that the distances between them become a triangle and the measurements of these distances are set down (5) by putting through each pair of stars of them (the three) the edge of a ring of the great rings of the sphere, and then their measurements are taken (6) from the ruler by the com-

we multiply ZH, which we kept, (9) by ninety, which is BE, and the whole is divided by ZB which is the radius of the (10) circle of longitude, and then there results HK which is the sine of the sought AH.

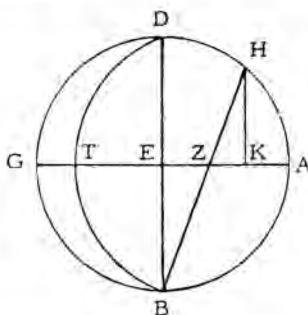


Fig. 3

(11) But these lines and sines and diameters which have been deduced for us are in a unit of which (12) the radius of the circle $ABGD$ is ninety parts and it is necessary this be changed to the sine (13) in which the radius of this circle is sixty parts so that when we enter the arc in a table of sines (14) there will result the arc AH, and that we accomplish by subtracting from it (HK) its third or we multiply it always by forty minutes (15) and it changes to sexagesimal units. (16) And this arc, i. e. AH, which is the arc of the intercept, will be in the direction of B when (17) the point Z is outside the circle (Fig. 2) and it will be in the direction of D when the point Z is inside, (Fig. 3).

The knowledge (18) of the position of the point Z using the relation of the distance between the two centers to the radius of circle $ABGD$: If the two are (19) equal the point Z is on top of A and the arc of intersection disappears; but, if (20) the distance is greater than ninety, i. e. AE, the point Z is outside (21) the circle and if it is less than ninety the point Z is inside the circle. (22) And certainly when we have determined those circles falling in the half (circle) $BGDE$ we know from these the half $BADE$.

(23) And so we now come to the circles of latitude and we repeat the circle $ABGD$ (Fig. 4) in which is the section (MTL) of the circle, (24) one of the circles of latitude, and we want to know about it what we know about the circle of longitude. Let (25) its center be Z, draw $AH[Z]$ (D) and drop a perpendicular MS, [the sine] (ḥaythu) of arc MD, and SE is the sine of its complement, (26) i.e. AM. And these two are known from the table of sines. We increase each one of them by (20:1) its half, or always take its product by ninety minutes, (so) it will change from a sexagesimal scale to (2) a nonagesimal scale. Then SE is known in this scale (of 90) and we take away ET. TS remains (3) (as) known. And the area, TS by the sum of SZ and ZT, is equal to the square of MS. So when we divide the square (4) of MS by TS there results the sum (of) SZ and ZT. And when we add half of TS to half the sum (of) (5) SZ and ZT it totals up to TZ, and it is the radius of the circle of latitude. And if we add ET to TZ it totals up to (6) the distance between the two centers.

(7) If, then, we want to know the arc HD, which is the intercept, we proceed

struction on knowing the measurements of the sizes of the circles, the distances of their centers from the center (9) of the postulated circle, and the intercepts of the lines (radii of these circles) (with) its circumference (i.e. *AH*).

(10) So once again we make a circle *ABGD* (Fig. 2) about the center *E* with two diameters *AEG* and *BED* and in it we put down (11) one of the circles of longitude, *DTB*. Let its center be the point *Z* and we draw *BZ*. It cuts (12) the circumference at the point *H* and we want to know *TZ*, the radius of the circle through (13) *B*, *T*, (and) *D*, and *EZ* which is the distance between the center of that circle and of the circle *ABGD*.

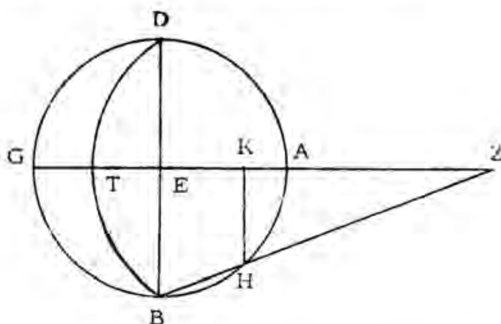


Fig. 2

(14) And so since each of *ET* and *TG* is known, because it is postulated, and the area, *TE* (15) by the sum of *EZ* and *ZT*, is equal to the square of *EB* so that when we divide the square of eight thousand one hundred, (16) i.e. the square of *BE*, by *ET*, there results the sum of *EZ* and *ZT*. So, if we add *ET* to the quotient (17) of the division it adds up to the diameter of the circle of longitude. When we subtract half of *ET* from half (18) of the quotient of the division, *EZ* is obtained, which is the distance between the centers.

(19:1) And as for the knowledge of the intercept, i.e. the (arc) distance between the two points *A* and *H*, we make the perpendicular (2) *HK*. (3) Thus, since the area *AZ* by *ZG* is equal to the area *BZ* by *ZH* the ratio of *AZ* to *ZH* will (4) be as the ratio of *BZ* to *ZG*. So when we multipply *AZ*, the excess of what is between the 90 parts (the radius) and the distance (5) between the two centers, by *ZG*, which is in the first picture (Fig.2) the sum of *A* [*Z*] (*D*) and one hundred (6) eighty parts and in the second picture (Fig.3) one hundred eighty from which *AZ* is lacking, and if we divide (7) the whole by the radius of the circle of longitude there results *ZH* and it is what is kept. (8) The ratio of *ZH* to *HK* is as the ratio of *ZB* to *BE* and so

equal to its distance from the beginning of Aries (one hundred and seventy-nine degrees) (6) dividing from the point A. And so we would end up at Z its degree, and the circle passing through it (7) is its circle of longitude. We count on it in a southerly direction, i.e. the direction of B, an (amount) equal to its latitude to F (8) and we say that it is the place of the assumed star. (9) And thus we do for each star whose degree is between the beginning of Aries and (the end of) Virgo so that (10) the copy of the half is completed. And we draw around each constellation its shape, which goes along with it, according to (11) what the locations of the stars making up its members necessitate.

(12) Then we repeat a circle like this one with which the representing (was done) and we make on it those constructions mentioned (13) and we assume it to be the half that is from the beginning of Libra to the end of Pisces and in it we assume (14) the point A as the beginning of Libra and the point G as the end of Pisces and we take the distances of the degrees of the remainder of the stars from (15) the beginning of Libra and we construct what we constructed (before) so that we obtain all of the constellations in two circles.

(16) And if we do not want the constellations to be chopped off at one of the two equinoctial points, which fall on the (17) edges of both of the two circles mentioned, then we draw, along with these two aforementioned circles, two other circles (19) in one of which we mark the point A, the beginning of the sign of Cancer, and we take the distances of the stars from the first (19) of Cancer, and in the other the point A is the first of Capricorn and we take the distances of the degrees of the stars from the first (20) of Capricorn and so out of these two we complete what is in the first two pictures.

(21) And the brilliancies of the stars are among what is mentioned in the (relevant) books so that will be what is indicated on their positions (22) according of their degrees (of brightness), after determining magnitudes suiting these points, in continuous succession (23) as befits the increase.

(24) And as for their temperaments we prepare pigments similar to the colors of the planets and then blend from these (colors) (25) for each planet according to what was mentioned of their temperaments and paint on the void, the empty spaces that remain between them, with *lapis* (18:1) *lazuli* similar to the bluish color seen in the heavens as far as the eye can see around (2) the celestial sphere. And our representation of the constellations will be over the *lapis lazuli* with white so that it will be (3) clearer to the sight. (4) When we have finished that we obtain what was sought as nearly as it can be from (these) methods. (5) God, the Exalted, permitting and willing.

(6) But some craftsmen incline to calculation and prefer it to constructive methods despite (7) all that we have found about it, (concerning the) methods of the maker of the astrolabe and instruments, and for that reason we will transfer what we mentioned to (8) methods of calculation and will give in-

the place of that star and a point is (made) on it (the place).

(25) And so in the illustration we have assumed a star whose distance from the beginning of Aries is one degree and whose latitude is (26) one degree north. Thus we have counted from the point *A* on the line *AEG* one division of (17:1) its divisions and we ended at the point *H*. And we said that this is its degree (of longitude) and the circle that passes through it (2) is the circle of its longitude. Then we counted on the circle of its longitude in the direction *D*, the north, one (3) of its divisions and we ended up at *O* and we say that *O* is the position of the star mentioned.

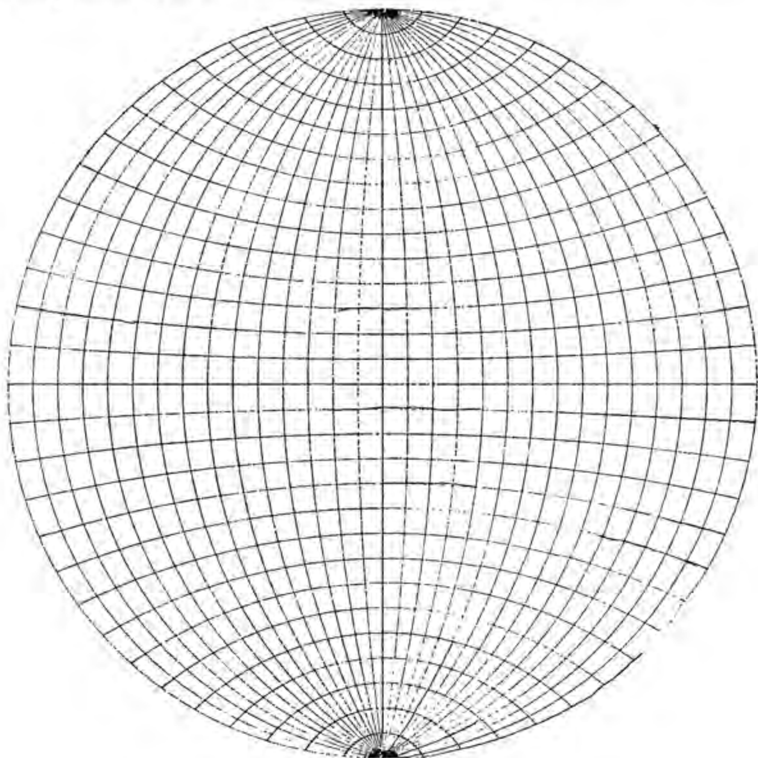


Fig. 6

(4) And similarly, if we had assumed a star at twenty-nine degrees of Virgo and its latitude in (5) the south one degree. We would count an (amount)

seek on each of the two lines *EA* (and) *EG* centers of circles (5) all of which pass through the two points B and D and through every [division of the divisions] (*quṭr min aqṭār*) of the diameter. We also seek on (6) each of the two lines *EB* (and) *ED* centers of circles that pass part-by-part through the divisions of the diameter (7) and through the similarly numbered parts of the circumference of both sides.

(8) Thus in the illustration (Fig.1) we have made *AH* one division of the ninety divisions of *AE* and we seek on the line (9) *EG* the center of a circle that passes through the points *B*, *H*, (and) *D*, and so when we have found it and have opened the compass that by (amount) we describe with it also (10) in the other direction a similar one so that it will be for example the circle *BZD*. These circles are called (11) circles of longitude.

(12) Then each of the two arcs *AM* and *GS* is assumed to be one of the parts (13) of the circumference (*quṭr*). We seek one of the parts of the diameter and we seek on the line *ED* the center of a circle that passes (14) through the points *M*, *N*, (and) *S* and so when we have found it and opened the compass by that (amount) we draw with it also in the southern direction (15) (one) similar to it, such as *LKT* and it will be its [corresponding circle] (*quṭraihā*) in the south. These circles are called (16) circles of latitude.

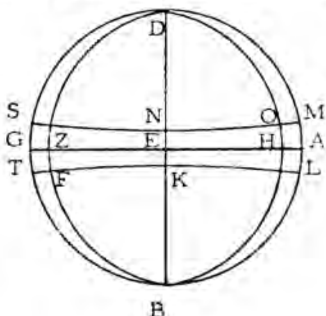


Fig. 1

(17) So when we have done that to each part we have completed each of the circles of longitude and of latitude, one hundred (18) seventy eight circles (for each direction) not counting the two lines *AEG* and *BED* and the two lines of the circle *ABGD*. (See Fig.6, not in treatise, constructed for intervals of 6°.)

(19) Then you set forth every star whose degrees (of longitude) are between the first of Aries and the last of Virgo, (20) so that you count one degree from the beginning of Aries, and their equal is counted from the point *A* on the line *AEG* so that where the end is (21) will be its degree (of longitude). The circle of longitude passing through that degree is the circle of its longitude. Then you take (22) the quantity of its latitude and you count its equal from its scale on the circle of its longitude, from the parts into which the circles of latitude divide it: (23) If to the north then towards *D* and if to the south then towards B. And where (24) the counting comes to an end there will be

or southern, and with it it is possible to project the stars of the celestial sphere in their entirety in the plane of (22) the celestial equator or in the plane of any postulated great circle. (23) However, the northern and southern constellations are assembled all together in it and pile up on top of one another, (24) and the stars near the circumference of the circle of the plane representation are very much cramped together and they vanish, so that (25) perhaps some northern and southern stars are considered to be one in the view of the eye. As for those opposite (26) the center of the circle of the plane of representation, distant from its diameter, their occurrence (in the plane) is nearer the truth.

(15:1) I have heard Abū Sa'īd Aḥmad b. 'Abd al-Jalīl (al-Sijzī) the geometer, say about Abū'l-Ḥusayn (2) al-Ṣūfī that he had placed thin paper on the sphere and wound it on its surface so that it fitted it (3) neatly on its surface. Then he drew the figures on it and indicated the stars in accordance with their appearance (4) on the transparency. And that is a (good) approximation when the figures are small but it is far (from good) if they are large.

(5) And he, i. e. Abū'l-Ḥusayn, claims in passages in his book, and for a number of the figures, that they (6) are seen in the sphere differently from what is seen in the heavens, and that is because of an error in the tables of *The Almagest* from which (7) the sphere was made. So by my life, when this slight error is on the sphere barely perceptible (8) to sight how much less would one recognize it on the flat plane which does not conform with the domed (9) neatly unless some places of it are bent, contorted and doubled over, and when it returns to its evenness the bent becomes planarized and the doubled becomes separated.

(11) And if all the cases mentioned are of such great difference between what is seen in the sphere and (12) in the plane it is incumbent on us to make some device with which to reconcile the two viewings (of the plane and sphere). (13) But if the discovery of a rational ratio between a straight line and a circular line is impossible (14) and similarly it (a rational ratio) is absent between a plane surface and a spherical surface we are prevented from making (15) that as it is in reality.

Thus I say: (16) if I want to represent the celestial constellations on a level plane then we describe around the center E (17) the circle $ABGD$ for the half of the sphere which is from the beginning of the sign of Aries to the end of the sign of (18) Virgo and we quarter it with two diameters AG and BD. Let A be the beginning of Aries and G the end (16:1) of Virgo, B the south and D the north. We divide each of the four quarters of its circumference (2) into ninety equal parts and we also divide (each) of the four halves of the two diameters (3) into ninety equal parts. We produce these two diameters in their directions in a straight line outside (4) of the circle, indefinitely. We

them is not (17) according to the relationship of their distances in sight, unless the plane is tangent to the center of the constellation (18) intended (to be represented) and the vertices of the cones are beyond the tip of the diameter perpendicular to that plane, (19) and then the difference, in sight, is small, but whenever the constellation is closer to the vertex of the cone (20) the difference mentioned is more.

(21) It is possible to copy what is on the sphere onto the plane by another way, which Abū'l-'Abbās al-Farghānī attributed (22) in a number of manuscripts of his book called *The Complete* to Ya'qūb ibn Isḥāq al-Kindī (23) and in a number of them to Khālid b. ʿAbd al-Malik al-Marwarrūdhī. It is called (14:1) [melon-shaped] (mubaṭṭaḥ = flattened) and there is a short book of Ḥasan's on its making and the specialists in this art (2) are of two parties concerning it: either they scoff at it or they try it out. (3) As for those who scoff, they reject it fundamentally, so they refuse to have anything to do with the reply to its author and they are annoyed at him, (4) such as al-Farghānī. As for (the party) trying it, some claim the sphere may be imagined to be flattened at (5) one of the poles (and) cut at the other pole and some claim that between this astrolabe (6) and the projection mentioned there is nothing in common, but there came a flood of instruments for deriving the risings (7) and altitudes, such as the sun dials and others. (8) I am the third of these two parties, claiming about this astrolabe what I firmly believe, that it is a kind (9) of conical projection previously mentioned and I will make concerning its manufacture and demonstrations of (10) its validity a book later on if God, the Exalted, wills.

(11) But (for) now I say: (12) In the projection of the melon-shaped (astrolabe) only the representation of one of the two halves of the zodiac is possible, either (13) the northern or the southern, and the annexation of the other half to it is useless because of the wideness of the distances (14) every time you increase a little bit in the sphere, and overstepping the acceptable limit by its likeness in that. Then one must be content with (15) the representation of each of the two halves of the zodiac in a figure separately, and the greater the figures (16) with respect to advantage and the more of them in need of being seen, i. e. those running across the middle of the zodiac and (17) the celestial equator, it (the projection) cuts and divides into both of the two figures (the two separate representations of the northern and southern halves) and that is far from what is sought.

(18) As for the cylindrical projection, it is what comes to mind from the abundance of drivel that al-Farghānī spewed forth on it (19) at the end of his book on the refutation of the melon-form astrolabe, but I think that (20) I have beat him, and I have called it "the (cylindrical?) projection" for a reason that is out of place here. It is a kind of middle ground, (21) neither northern

the magnitude of the difference between the two latitudes – in a southern direction if the latitude (13) of Mecca is less than the latitude of the locality and in a northerly direction if it is greater than it. From the endpoint he drew (15) the line of latitude parallel to the east-west line. Then he took from the extremity of the north-south line which was in the direction (16) of the line of latitude (just drawn) the magnitude of the difference between the two longitudes (and measured it along the circumference of the horizon circle) in the direction of Mecca from the locality. He drew from (17) the extremity the line of longitude parallel to the north-south line and he claimed that that (point) of the line of latitude (which) the line of longitude intercepts (18) is the place of Mecca in the horizon plane, and so with it he deduced then the magnitude of the distance (19) of its azimuth. (20) And that way of constructing the azimuth of the *qibla* is a gross error which all of the scholars accused him of in (21) their books on the azimuth of the *qibla*, e. g. Abū Saʿīd Aḥmad b. Muḥammad b. ʿAbd al-Jalīl (al-Sijzī), Abū Manṣūr ʿAlī b. ʿIrāq, and Abū Maḥmūd Ḥāmid b. al-Khiḍr al-Khujandī.

(13.1) That prompts me to establish principles with which one may attain the two representations, of the stars and constellations in the celestial sphere (2) and of the countries, mountains, seas, rivers and other features in the terrestrial globe, (3) that he may build on them (the principles)I have set forth by that (treatise) and not (need to) rely on anything else.

Thus I say: (4) It is known to those interested in astronomical instruments and their construction, and inquiring into their true facts,(5) after investigating the science of astronomy and grasping the full portion of geometry, that circles and points (6) on the sphere are not copied onto level surfaces other than by passing through them straight lines and the surfaces (7) of cones, right and inclined, and the surfaces of cylinders, and the surfaces of deficient solids (*al-mujassamāt al-nāqiṣa*). (8) As for straight lines and the surfaces of cones, it is (the projection) by which is set up the construction (9) of the astrolabe. With the variation of the position of the vertex of the cones and of the starting point of those lines in the two directions (10) of the north or south the astrolabe becomes two types, the northern and the southern, but with the variation (11) of their positions (i.e. the positions of the vertices of the cones) on the axis of the sphere either at the two poles of the sphere or outside of it on the extension of the axis (12) the circles copied on it [the plane] are of various kinds: thus in the plane they become straight lines and circles and species of (13) the three (sections): the hyperbola, the ellipse, and parabola. (14) And it is known, necessarily and clearly, that equally spaced circles on the sphere are projected in these (15) planes, either varying in distances but parallel to each other or varying in distances and not parallel, (i.e.) the same distances lessen (16) in some places and widen in others. When it is thus, the copy of

and did not remain in the same state; (8) rather, they deteriorated and became worthless even if the copy was by ruler and compass. Especially (is this so) since (9) the constellations in those books were isolated, set apart one from another (and) were not represented (10) in (their totality, so that one could make use of the nature of their (relative) positions in knowing and comprehending them, as well as of their occurrence in relationship (11) to each other.

And if someone wanted to copy the positions mentioned of these stars in the books (12) and tables composed for them onto given spheres of whatever substance, an imitation of them on the celestial sphere, (13) as I described in the *Book of the Making of the Sphere*, it would not depart from the imitated at all. (14) It would be an impression on the sight in (its) entirety with no isolation (of the separate parts). Now it is evidently impossible with (15) small spheres and possible with big ones, but the big ones are scarcely to be found, of great inconvenience in (16) transport and carrying, as well as in use and in practice. Thus the difficulty of that is in what corresponds to (17) the benefit in it, if it (the difficulty) does not surpass it (the benefit).

(18) As for copying these stars and their constellations onto the surfaces of flat planes, (19) what is difficult for spheres (transportation from place to place) becomes easy for these; but the matter of imitation in them takes the same course as (the other matter – transportation) on spheres. Then I came across the book of Ptolemy on the figure of the earth, (12:1) called *Geography* and what he said in it on the authority of Marinos (*farībūs*) of instruction on representing (2) the figure of the earth on a plane, among the topics being the drawing of lines parallel to the east-west line and substituting them (3) for the circles of latitude, I mean the circles parallel to the equator (the meridian circles), as well as the drawing of lines parallel to the meridian line (the east-west line) and substituting them for the circles of longitude, I mean the meridian circles (the circles parallel to the equator). (5) He claims that (where) the circle of longitude of the place sought cuts the circle of latitude is its place (6) in the representing plane; but, it is not hidden to him who contemplates (the matter) that the total length, which is half a revolution (7) in every day-circle, (if) this place (is) in the vicinity of (either of) the two poles, be equal in magnitude to the terrestrial equator, (8) (and so) it has no similarity (to reality) such as that of the day-circles on the (model) sphere. Also the widths are found on parallel lines (9) while in reality they are found on nonparallel lines, that all meet at two points, and that is a contradiction.

(10) And it was thus that Muḥammad ibn Jābir al-Battānī showed it in his *zīj* when he wanted to deduce the azimuth (11) of the *qibla* and the place of Mecca relative to the horizon plane. He took, from the end of the east-west [line] (plane) nearest (12) Mecca, on the circumference of the (horizon) circle,

so on. (14) As for the art of judgements (i.e. astrology) that informs us concerning the influence of the higher bodies on the lower bodies, (15) among the (things) clearly needed here is determining their magnitudes, their temperaments (*kaifiyat mizājātihā*), and their colors, (16) by direct sighting as well as their positions relative to the constellations which are used in nativities and their anniversaries and (17) world-year anniversaries and the ascendants of conjunctions and oppositions.

(18) It is also of no small advantage and profit in general knowledge, for example in knowing the times (19) of the year in advance of their changes, due to the succession of the seasons, and knowledge of natural conditions occuring almost regularly in the years (20) throughout time, relating to land and sea, to dryness, dampness (21) and in between, and those of them (natural conditions) found in the vapors (of the atmosphere), unvarying except in places and regions, (22) such as storms (*anwā'*) and strong winds (*bawāriḥ*) and the blazing hot days (*waqdāt*), and the cold (*ḥajrāt*), the great heat (*bawāḥīr*), and the coldest (*Ayyām al-ʿajūz*) days, and similar (means of identifying the seasons) (23) that are used by the Byzantines, Indians, and Arabs, also knowledge of the productive times, in which it is necessary to mate (24) animals, plant trees, and sow seed, since it (the result) differs in other (times) than these; as well as knowledge of the times (25) in which the seas become violent and are agitated and they become unnavigable.

Then, too, (there is) knowledge of the position of cities in the earth relative to each other, (26) of mountains, seas, and rivers and their bends, and the course of the shortest routes (27) and how to make them for the travels of armies (and) the sending forth of caravans. Also knowledge of the directions of places (28) from one to another, either for heading toward them or for facing their directions in accordance with the laws instituted in the books of God, (29) Who is Exalted, and the writings of His prophets, on them be peace, commanding (them) to face them (the places) as a duty (written) in the laws.

(11:1) Rarely is someone found who by sight is able to take in the knowledge of (all of) them (the stars) so that he points to each one of them as a sign to satisfy the questioner and guide (2) the student to certainty; rather, the most are those who rely in this matter on what the specialized books mention, (3) such as the book of ʿUṭārid b. Muḥammad on *The Astrologers' Profession*, the book of ʿUmār b. al-Farrukhān al-Ṭabarī *On* (4) *the Representation of the Sphere*, the book of Abū'l-Ḥusayn al-Ṣūfī *On the Fixed Stars*, and the books of authors on the (5) *anwā'* limited to the teachings of the Arabs.

(6) Moreover it is certainly clear that those constellations represented in those books, even if their representation was true (7) and their accounts exact, changed with the succession of manuscripts and the multitude of copies,

Of the above writings we have had access only to the study by Fiorini, the translation by Suter and the text established by Saʿīdān. Since Suter's translation is incomplete, only summarizing the text at certain points, and he devotes but a third of the one page of commentary to a study of the projections, we have written the present paper to give a complete translation of the scientific text as well as a mathematical study of the mappings al-Bīrūnī describes in it. Since these are some of the few new mappings of the sphere to be described since Ptolemy wrote his *Geography* almost 900 years earlier, there seems to be sufficient reason to study this treatise in detail.

1. Translation

Our translation is based on the Arabic text of the treatise as edited by A. Saʿīdān [27]. (On difficult passages we have of course consulted Suter [29] and have followed him probably as often as we have departed from him.) Where we have altered the readings in this text we enclose the alteration in square brackets and supply a transliteration of the actual text in parentheses immediately following. Additionally, any material we have added by way of explanation is enclosed in parentheses. A short commentary on the translation supplies any additional remarks that cannot be conveniently inserted by brackets or parentheses in the translation itself. The notation $(n{:}m)$ denotes the beginning of line m of page n of Saʿīdān's edition of the text while (m) denotes the beginning of line m. We translate "jayb" by "sine", but the reader must remember that the medieval sine function, usually written $\mathrm{Sin}_R\,\Theta$, is related to the modern by the rule $\mathrm{Sin}_R\,\Theta = R \sin \Theta$, where R is the radius of the circle. When only one circle is under consideration we write simply $\mathrm{Sin}\,\Theta$.

Since the Arabic MS of al-Bīrūnī's work lacks three diagrams we have, following Saʿīdān, supplied these, and we have followed the system of Kennedy and Hermelink [12] in transcribing letters in the text referring to points of geometrical diagrams.

The translation follows:

(10:6) Acquaintance with the complete constellations comprising the observed stars, from among those with which the heaven is decorated (7) and which are made signs for those observing carefully the heavens and indications for those who wander on dry land or sea, is (8) of no little advantage or utility in both parts of the science of heavenly bodies. (9) As for the science of the form of the heavens, it concerns the stars, their motions, the practice of observations (in terms of) what is necessary (10) for taking their altitudes and the distances of what follows them, and in knowing the times at night when there is need of (11) determining them, in showing quantities of the movements and of the periods, past (12) and future, and the verification of returns in the eccentric orbits and the comparison of the rest (13) of the stars to them, and

Al-Bīrūnī On Plane Maps of the Sphere

J. L. Berggren*

DURING HIS LONG LIFETIME Abū'l-Rayḥān al-Bīrūnī (974-1048) wrote many works bearing witness to his learning and scientific imagination. One of these, the subject of the present paper, is his treatise on map projections, the *K. Tasṭīḥ al-ṣuwar wa tabṭīḥ al-kuwar*, (*The Book of the Projection of the Constellations and Making Spheres Plane*), which is preserved in Leyden as No. 15 of Cod. Or. 1068. Although this copy of the treatise is anonymous, al-Bīrūnī lists it in his own index of his works under the heading of books "on instruments and their use" (see E. Wiedemann, [33, II, p.493]), and much of its contents may be found in the concluding pages of his *Chronology of Ancient Nations*, [3, pp.357-364]. Sezgin [28, V, p.381] reports a copy at Tehran.

The scientific text of *K. Tasṭīḥ al-ṣuwar* was, apart from a few sections, translated into German by H. Suter in 1922, [29, pp. 79-93] with a brief commentary. More recently an Uzbek translation was published by A. Rasulov in 1973, [22] followed by a Russian translation by A. Ahmedov and B. A. Rozenfeld in 1978, [1]. In addition Sezgin [28, VI, p. 272] reports a Persian summary and study by Dānāsirisht. Also, in 1977 A. Saʿīdān published an edition of the text [27], which was badly needed in view of Suter's report that "The manuscript was very carelessly done, it exhibits various gaps, it contains repetitions of sentences, unclear and incorrectly written words, diacritical points are often lacking or are incorrectly placed, and of the four figures the text contains only the first . . . ," [29, p.79]. Finally we draw the reader's attention to the valuable historical study by M. Fiorini [10] of the use by Western cartographers of the projections al-Bīrūnī discusses at the end of *The Chronology*, projections also mentioned in the *K. tasṭīḥ al-ṣuwar*.

*Department of Mathematics, Simon Fraser University, Burnaby, B. C., Canada V5A 1S6.

It is a pleasure to acknowledge the assistance of several individuals and institutions in the preparation of this paper. First of all, Dr. A. Y. al-Hassan, past director of the Institute for the History of Arabic Science in Aleppo, Syria, provided office space and facilities for research during my stay there in the Fall of 1979. Professor E. S. Kennedy, of the same Institute, suggested the project to me and gave considerable help and encouragement in completing it while Miss Safa Msallati helped in translating several passages. Professor F. Ericksson of Chalmers Technical University in Gothenburg, Sweden, explained the elements of Tissot's theory to me and Professor G. Lannér of the same institution had their computer plotter draw the coordinate lines of the projection, shown in Fig. 6. Finally the National Sciences and Engineering Rescearch Council of Canada provided generous financial help. To all of these, my sincere thanks.

Toledan Tables See *Toomer 1*.

Toomer 1 G. J. Toomer, "A Survey of the Toledan Tables", *Osiris*, 15 (1968), 5-174.

——— *2* ———, "The Solar Theory of az-Zarqāl: A History of Errors", *Centaurus*, 14 (1969), 306-336.

Vernet 1 Juan Vernet Ginés, *Contributión al Estudio de la Labor Astronómica de Ibn al-Bannā'* (Tetuan: Editora Marroqui, 1951).

——— *2* ———, "Los manuscritos astronómicos de Ibn al-Bannā'", *Actes du VIIIe Congrès International d'Histoire des Sciences*, (Florence, 1956), 297-298.

al-Zarqāllu See *Millás* and *Toomer 2*.

——— 4 ———, "Al-Khwārizmī in Samaria", in press.

——— 5 ———, "Ibn Abī 'l-Ridjāl", *Encyclopaedia of* Islam, 2nd edition (Leiden: Brill, 1979), vol. III p. 688.

Price D. J. de Solla Price, "Mechanical Water Clocks of the 14th Century in Fez, Morocco," *Proceedings of the Tenth International Congress for the History of Science*, (Ithaca, 1962), pp. 599-602.

Renaud 1 H. J. P. Renaud, "Additions et Corrections à Suter 'Die Mathematiker und Astronomen der Araber'", *Isis*, 18 (1932), 166-183.

——— 2 ———, "Astronomie et Astrologie Marocaines", *Hespéris*, 29 (1942), 41-63.

——— 3 ———, *Les Manuscrits Arabes de l'Escorial*, Tome II, Fasc. 3: *Sciences Exactes et Sciences Occultes*, (Paris: Paul Geuthner, 1941).

——— 4 ———, "Quelques Constructeurs d'Astrolabes en Occident Musulman", *Isis*, 34 (1942), 20-23.

——— 5 ———, "Ibn al-Bannā' de Marrakesh – Ṣūfī et Mathématicien (XIIIe-XIVe S. J.C.)", *Hespéris*, 25 (1933), 13-42.

——— 6 ———, "L'Enseignement des sciences exactes et l'édition d'ouvrages scientifiques au Maroc avant l'occupation Européenne", *Archeion*, 13 (1931), 325-336, reprinted in *Hespéris*, 14 (1932), 78-89.

——— 7 ———, "Un pretendu catalogue de la Bibliothèque de la Grande Mosquée de Fès", *Hespéris*, 18 (1934), 76-99.

——— 8 ———, *Le Calendrier d'Ibn al-Bannā' de Marrakech* (1256-1321 J.C.), Publications de l'Institut des Hautes-Etudes Marocaines, tôme XXXIV, (Paris: Larose Editeurs, 1948).

Rosenthal F. Rosenthal, trans. and comm., *Ibn Khaldūn: the Muqaddimah*, 3 vols., 2nd. ed., (Princeton: Princeton University Press, 1967).

Samsó J. Samsó Moyá, "A propos de quelques manuscrits astronomiques des bibliothèques de Tunis ...", *Actas del Coloquio-Tunecino de Estudios Históricos*, (Madrid, 1973), pp. 171-190.

Sédillot-fils L. A. Sédillot, "Mémoire sur les Instruments Astronomiques des Arabes", *Mémoires de l'Academie Royale des Inscriptions et Belles-lettres de l'Institut de France*, 1 (1844), 1-229.

Sédillot-père J.-J. Sédillot, *Traité des Instruments Astronomiques des Arabes Composé au Treizième Siècle par Aboul Hhassan Ali de Maroc*, 2 vols., (Paris: Imprimerie Royale, 1834-35).

Sezgin F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, 7 vols. to date, (Leiden: E. J. Brill, 1967 to present).

Suter 1 H. Suter, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900), and "Nachträge und Berichtigungen", *ibid.*, 14 (1902), 157-185.

——— 2 ———, *Die astronomischen Tafeln des Muḥammed ibn Mūsā al-Khwārizmī ...*, *Kg. Danske Vidensk. Skrifter*, 7H. R., ist. og filos. Afd. 3, 1, (Copenhagen, 1914).

Janin L. Janin, "Quelques aspects récents de la gnomonique tunisienne", *Revue de l'Occident Musulman et de la Mediterranée*, 24 (1977), 207-221.

Kennedy 1 E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N. S. 46, Pt. 2, (Philadelphia, 1956).

——— *2* ———, "The Astronomical Tables of Ibn al-Aʿlam", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 13-23.

Kennedy & Janjanian E. S. Kennedy and Martiros Janjanian, "The Crescent Visibility Table in al-Khwārizmī's Zīj". *Centaurus*, 11 (1965), 73-78.

Kennedy & Muruwwa E. S. Kennedy and Ahmad Muruwwa, "Bīrūnī on the Solar Equation", *Journal of Near Eastern Studies*, 17 (1958), 112-121.

al-Khwārizmī See *Suter 2* and *Neugebauer 2*.

King 1 D. A. King, "A Fourteenth-Century Tunisian Sundial for Regulating the Times of Muslim Prayer," in *Hartner Festscrift*, pp. 187-202.

——— *2* ———, "Astronomical Timekeeping in Fourteenth-Century Syria", *Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science*, (Aleppo, 1976), pp. 75-84.

——— *3* ———, "Three Sundials from Islamic Andalusia," *Journal for the History of Arabic Science*, 2 (1978), 358-392.

——— *4* ———, "Early Islamic Astronomy (Review of *Sezgin*, VI)", *Journal for the History of Astronomy*, 12 (1981), pp. 55-59.

al-Marrākushī See *Sédillot-père* and *-fils*.

Mayer L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and Their Works* (Geneva: Ernst Kundig, 1956), and a supplement "Islamic Astrolabists: Some New Material", in R. Ettinghausen, ed., *Aus der Welt der Islamischen Kunst* (Berlin: Verlag Gebr. Mann, 1959), pp. 293-296.

Millás J. Millás Vallicrosa, *Estudios Sobre Azarquiel*, (Madrid, 1950).

Nallino *Al-Battani sive Albatenii Opus Astronomicum*, ed. and transl. by C. A. Nallino, 3 vols., (Milan, 1899-1907).

Neugebauer 1 O. Neugebauer, "The Transmission of Planetary Theories in Ancient and Medieval Astronomy", *Scripta Mathematica*, 22 (1956), 165-192.

——— *2* ———, *The Astronomical Tables of al-Khwārizmī*, Hist. Filos. Skr. Dans. Vid. Selsk. 4, no.2, (Copenhagen, 1962).

——— *3* ———, "Thābit ben Qurra 'On the Solar Year' and 'On the Motion of the Eighth Sphere'", *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106 (1962), 264-299.

Pingree 1 D. Pingree, "Indian Influence on Sasanian and Early Islamic Astronomy and Astrology", *The Journal of Oriental Research*, Madras, 34-35 (1964-66/1973), 118-126.

——— *2* ———, "History of Mathematical Astronomy in India", *DSB*, vol. *XV*, Supplement 1, (1978), pp. 533-633.

——— *3* ———, "The Indian and Pseudo-Indian Passages in Greek and Latin Astronomical and Astrological Texts", *Viator* (*Medieval and Renaissance Studies*), 7 (1976), 141-195.

Bibliography

Azzawi	A. Azzawi, *Ta'rīkh ᶜilm al-falak fī'l-ᶜIrāq ...* (= *History of Astronomy in Iraq and its Relations with Islamic Arab Countries in the Times Following the Abbasid Era ...*, Baghdad: al-Majmaᶜ al-ᶜilmī al-ᶜIrāqī, 1958).
al-Battānī	See *Nallino*.
Brieux & Maddison	A. Brieux and F. Maddison, *Repertoire des Facteurs d'Astrolabes et leurs Oeuvres*, Part I: *Islam*, to appear.
Brockelmann	C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2 vols., 2nd. ed., (Leiden: E.J. Brill, 1943-49, and Supplementbände, 3 vols., Leiden: E. J. Brill, 1937-42).
Burckhardt	J. J. Burckhardt, "Die mittleren Bewegungen der Planeten im Tafelwerk des Khwārizmī", *Vierteljahresschrift d. Naturf. Ges. Zürich*, 106 (1961), 213-231.
Cairo Cat. & Survey	D. A. King, *A Catalogue of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in Arabic), 2 vols., Cairo: General Egyptian Book Organization, 1981-82, and *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in English), to be published by the American Research Center in Egypt with Undena Press.
Colin & Renaud	G. S. Colin and H. P. J. Renaud, "Note sur le 'muwaqqit' marocain Abu Muqriᶜ – ou mieux Abu Miqraᶜ – al-Baṭṭīwī (XIIIᵉ s. J.-C.)", *Hesperis*, 25 (1933), 94-96.
Djebbar	A. Djebbar, *Enseignement et Recherche Mathematiques Dans le Maghreb des XIIIᵉ-XIVᵉ Siècles*, Publications Mathématiques d'Orsay, no. 81-02, (Orsay: Univ. de Paris-Sud, 1980).
DSB	*Dictionary of Scientific Biography*, 14 vols. and 2 supplementary vols. to date, (New York: Charles Scribner's Sons, 1970 to present).
Goldstein 1	B. R. Goldstein, "On the Theory of Trepidation according to Thābit b. Qurra and al-Zarqāllu and its Implications for Homocentric Planetary Theory", *Centaurus*, 10 (1964), 232-247.
——— 2	———, "The Hebrew Astronomical Tradition: New Sources", *Isis*, 72 (1981), 273-291.
——— 3	———, *Ibn al-Muthannā's Commentary on the Astronomical Tables of al-Khwārizmī* (New Haven and London: Yale University Press, 1967).
Gunther	R. T. Gunther, *The Astrolabes of the World*, 2 vols., (Oxford: University Press, 1932, reprinted London: The Holland Press, 1967).
Hartner Festchrift	Y. Maeyama and W. G. Saltzer, eds., *Prismata: Naturwissenschaftsgeschichtliche Studien: Feschrift für Willy Hartner*, (Wiesbaden: Franz Steiner, 1977).
Ibn al-Bannā'	See *Vernet 1* and *2*; the MS of his *Zīj* used in this study is MS Escorial ar. 909,1.
Irani	R. A. K. Irani, "Arabic Numeral Forms", *Centaurus*, 4 (1955), 1-12.
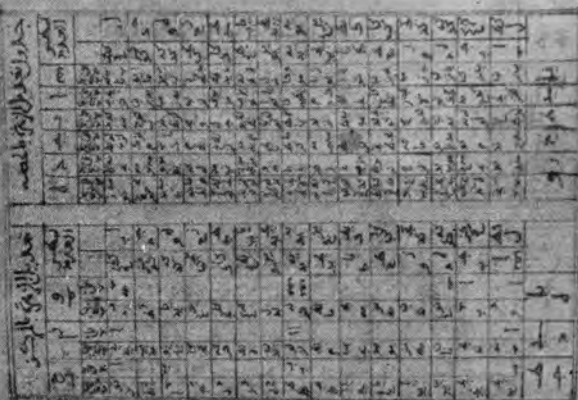
Escorial ar. 909, ff. 63v, 64r.
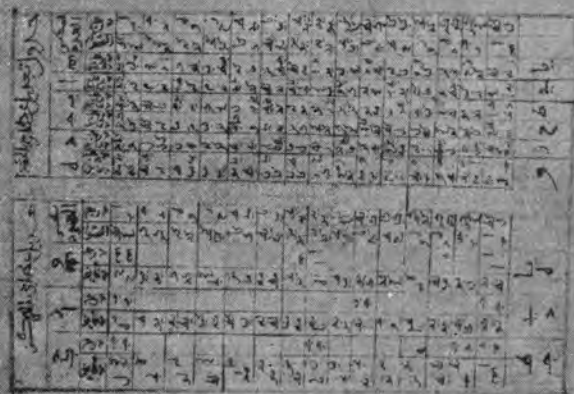
Escorial ar. 909, ff. 62v, 63r.

Escorial ar. 909, ff. 61v, 62r.

Escorial ar. 909, ff. 60v, 61r.

Escorial ar. 909, ff. 59v, 60r.





Escorial ar. 909, ff. 58v, 59r.

Escorial ar. 909, ff. 57v, 58r.

Escorial ar. 909, ff. 56v, 57r.

Escorial ar. 909, ff. 55v, 56r.

Escorial ar. 909, ff. 51v, 55r.

Escorial ar. 909, ff. 53v, 51r.

٢٥٠

Escorial ar. 909, ff. 52v, 53r.

Escorial ar. 909, ff. 51v, 52r.

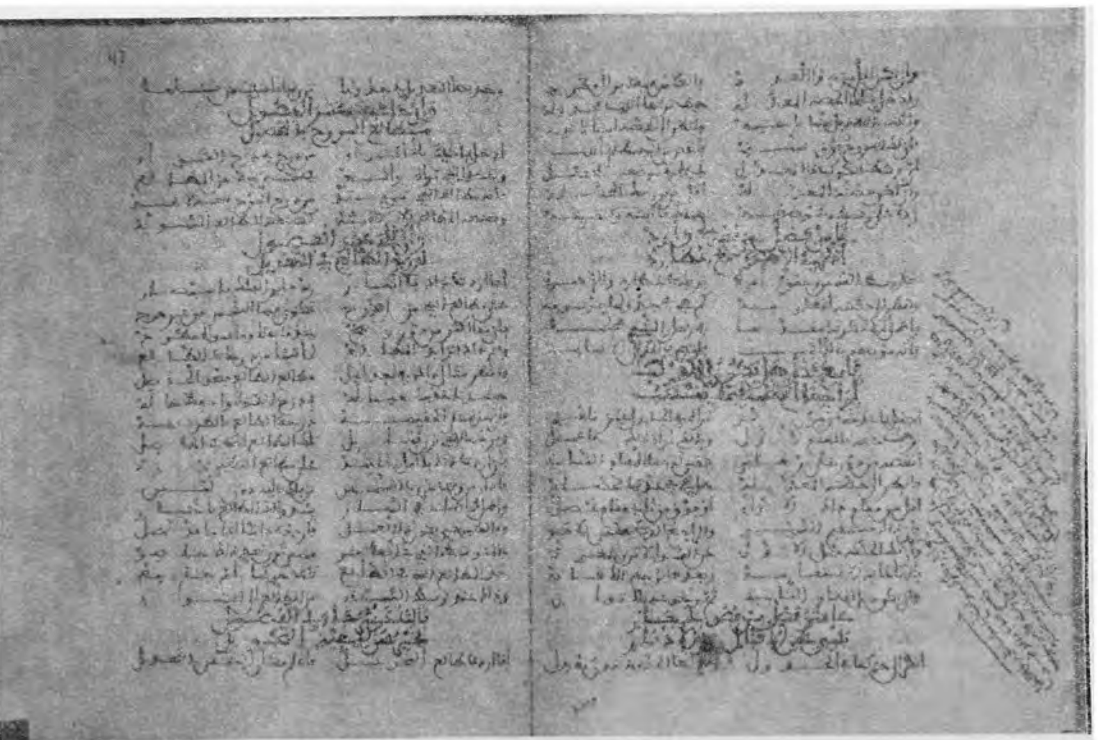
Escorial ar. 909, ff. 50v, 51r.

Escorial ar. 909, ff. 49v, 50r.



Escorial ar. 909, ff. 48v, 49r.

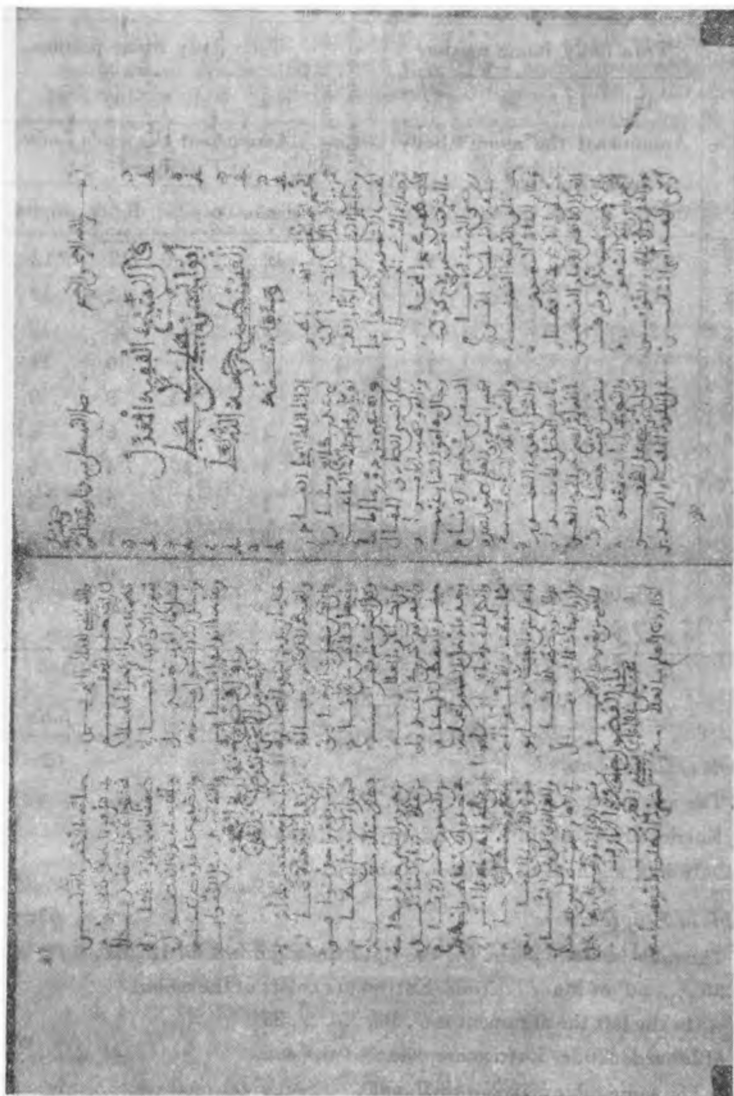
Escorial ar. 909, ff. 47v, 48r.



Escorial ar. 909, ff. 46v, 47r.



Escorial ar. 909, ff. 45v, 46r.



Escorial ar. 909, ff. 44v, 45r.

Dist. betw. moon and node	True daily lunar motion			
	12	13	14	15
	Amount of the moon's body eclipsed			
	digits	digits	digits	digits
1	12	12	12	12
2	12	12	12	12
3	12	12	12	12
4	12	12	12	12
5	12	12	12	12
6	8	10	11	11
7	7	6	9	10
8	4	5	7	8
9	2	3	4	6
10	0	0	2	3
11	0	0	0	2

Dist betw. moon and node	True daily lunar motion			
	12	13	14	15
	Amount of the sun's body eclipsed			
	digits	digits	digits	digits
1	12	12	12	12
2	12	12	12	12
3	12	12	12	12
4	8	8	10	11
5	6	6	8	9
6	4	4	6	6
7	3	3	4	6
8	1	2	3	3
9	0	1	1	2
10	0	0	0	2
11	0	0	0	1

folio

Table of Lunar Latitude 62v

The argument is $\lambda = 1°, 2°, 3°, \ldots, 360°$.

Entries are $4;30° \sin \lambda$, to minutes, the standard Indian method. Cf. *Suter 2*, Tables 21-26.

Table of Eclipse Colors 63r

The table is in two parts. On the right the argument is: 10′, 20′, 30′, ..., 60′ of lunar latitude. Entries are colors of the moon.

On the left the argument is 5′, 10′, 15′, ..., 35′ of lunar latitude. Entries are colors of the sun.

The same table is in *Ibn al-Bannā'*.

Colophon (No date or name is given). 63v

MS Paris B. N. ar. 6913, f. 102r of *al-Zīj al-Rīqānī*, an eleventh-century compilation; MS Escorial ar. 927, f. 6r of the anonymous recension of the ninth-century *Mumtaḥan Zīj*; and MS Cairo ṬFF 11, f. 61r of the eleventh-century Persian astrological handbook entitled *Rawḍat al-munajjimīn*.

Each of these tables is investigated in a forthcoming study by the second author on early Islamic tables for determining lunar crescent visibility.

ZODIACAL SIGNS	CLIMATES 1st	2d	3d	4th	5th	6th	7th
Aries	11;24	11;4	11;19	10;6	11;17	9;9	9;28
Taurus	11;11	11;24	10;33	10;21	10;12	9;18	9;28
Gemini	11;2	11;11	10;10	10;32	9;29	9;24	9;3
Cancer	11;10	11;15	11;38	10;32	12;25	12;46	12;9
Leo	13;14	13;18	13;4	15;0	16;7	16;17	13;15
Virgo	14;27	16;19	17;2	17;10	23;27	23;21	24;50
Libra	15;2	16;7	18;19	19;4	21;28	22;24	24;1
Scorpio	14;12	14;32	16;19	17;17	13;2	19;42	21;2
Sagittarius	12;0	18;39	13;18	14;42	14;31	14;2	14;31
Capricorn	11;10	11;45	11;21	11;26	11;0	11;9	11;45
Aquarius	11;3	11;47	11;2	11;4	9;15	9;7	9;15
Pisces	11;24	11;11	11;9	10;9	9;11	9;0	8;14

Table of Lunar Crescent Visibility, f. 61v

folio

Table of Eclipses 62r

There are in fact two tables, transcribed below, one for lunar, one for solar eclipses. For each there are two arguments:

1, 2, 3, ..., 11, distance between moon and node,

12, 13, 14, 15, deg./day lunar motion.

Entries give the eclipse magnitude in integer digits.
This is a garbled version of a table given by *Ibn al-Bannā'*.

folio

Table of First Stations of the Five Planets (see *Kennedy 1*, p.142) 59v

Entries are to minutes of arc for argument 6°, 12°, 18°, ..., 180°.

Essentially this is the table of al-Battānī (*Nallino*, vol. 2, pp. 138-9), hence originally from Ptolemy's Handy Tables. See also *Suter 2*.

Table, Equation of the Trepidation Motion 60r

Argument range: $\Theta = 1°, 2°, 3°, ..., 360°$.

Entries, to minutes, are close to 10;45 sin Θ, Thābit (in *Vernet 1*, p, 91, note 182 and p. 92, note 187) has a maximum of 10;45°, and al-Marrākushī (in *Sédillot-père*, p. 131) has 9;59°.

Table of Right Ascensions 60v

Entries are to degrees (sic) for each degree of the argument. The Function is in fact the normed right ascension function, $A_{0}(\lambda)-90°$, commencing with Capricorn.

Table of Oblique Ascensions for (the latitute of) *Fez* 61r

Layout and precision as in the preceding table, except that this commences from Aries.

Table of Evening Lunar Crescent Visibility, 61v

transcribed below. The same table appears in Paris MS B.N. Or. 2513, f. 71v, of the thirteenth-century Egyptian *Muṣṭalaḥ Zīj*; f. 58v of an unnumbered Maghribi astronomical manuscript in the Museo Naval de Madrid; MS Cairo Dār al-Kutub MM 23, f. 9r, of a small *zīj* compiled in Cairo *ca.* 1700; MSS Milan Ambrosiana C82, front flyleaf, and Escorial ar. 966, f. 192v of a redaction of the astronomical tables of the late-fifteenth-century Spanish Jew Abraham Zacuto (see note 15 to Section 2) prepared in Istanbul in the early sixteenth century; and in MS Cairo ṬM 119, f. 1r on the title folio of an Egyptian copy of an early Iraqi astrological treatise.

The table from al-Majrīṭī's recension of al-Khwārizmī's *zīj* investigated by *Kennedy & Janjanian* is unrelated to al-Khwārizmī. It is also found in MS Hyderabad Andra Pradesh State Library 298 of the *zīj* of Ibn Isḥāq (see note 9 to Section 2) where it features as table no. 160. Here the table is attributed to an individual called al-Qallās, whose name is new to the literature. This table is computed for a latitude in northern Spain. Al-Khwārizmī's table for Baghdad is contained in

folio

1, 2, 3, ..., 30 days ,
1, 2, 3, ..., 12 Hijra months,
1, 2, 3, ..., 30 Hijra years.

Positions are given for

600, 630, 660, ..., 990 H.

Tables of Lunar Mean Motion, Anomaly, and Nodes 51v–52v
Layout, arguments, and precision as for the sun.

Tables, Mean Motion of Saturn, Jupiter, and Mars 53r–54r
Layout, etc., as for the sun.

Tables, Anomalistic Argument of Venus and Mercury, as for the sun. 54v–55r

Table of Hourly Planetary Mean Motions 55v

Entries are to seconds, for 1, 2, 3, ... 24 hours, for the sun, moon, lunar anomaly, lunar nodes, Saturn, Jupiter, Mars, and the anomalistic arguments of Venus and Mercury.

Table of the Motion of Trepidation 56r

Layout, arguments, and precision as for the mean sun.

Table of the Solar Equation 56v

Entries are to minutes of arc for each degree of the argument. The function is discussed in Section 3 above.

Table of the Lunar Equation 56v

Same layout, arguments, and precision as for the solar equation. See Section 3 above.

Table, The Anomalistic Equation of Saturn 57r

Entries are to minutes of arc for each degree of the argument .The function is discussed in Section 3 above.

Table Equation of the Center, for Saturn 57r

Domain of the argument and precision of entries is as for the other equation of Saturn. See Section 3 above.

Tables, Equations of the Anomaly and Center, for Jupiter and Mars 57v-58r

Layout, arguments, and precision are as for Saturn.

Tables , Equations of the Anomaly and Center, for Venus and Mercury, as for Saturn. 58v–59r

folio

Table for Extracting the Rūmī Date (i. e. Seleucid epoch, Julian years) *from the Arab* (i. e. Hijra) 49v

For 480, 510, 540, ..., 900 H the equivalent Rūmī date is given in years, months, days, and minutes (i. e. sixtieths) of days.

For 1, 2, 3, ... 30 Hijra years,

1, 2, 3, ... 12 Hijra months,

1, 2, 3, ,,, 12 Latin months (beginning with October),

the elapsed time is given in Rūmī years, months, days, and minutes of days. The same table is in *Suter 2*, Table 3, *Sedillot-père*, p. 97, and Ibn al-Bannā'.

A Table of Signa (initial weekdays) *of the Arab* (i.e. Hijra) *Years and their Months, and the Apogees* 50r

The entries are changes in the signa for:

30, 60, 90, ..., 210 years,

1, 2, 3, ..., 30 years (not in order).

1, 2, 3, ..., 12 Hijra months.

There is a table of planetary apogees, to minutes of arc, transcribed and discussed in Section 2 above. The list is repeated at the top of f.53r. The same table is in *Suter 2*, Table 2, and Ibn al-Bannā'.

A Table of Signa of the Foreign (ʿajamiya) *Months in the Calendar of the Two-Horned* (Alexander, i.e. Rūmī) 50v

This is a rectangular, double argument table, in which the entries are signa, and the arguments are:

1, 2, 3, ... , 27 (Julian) years (since 28 = 7 days/week × 4, the leap cycle)

and Oct., Nov., Dec., ..., Sept.

The leap years are also indicated. This table is also in *Suter 2*, Table 3a, and Ibn al-Bannā'.

Table of the Solar Mean Motion in Hijra Years, for Noon at the City of Fez 51r

All entries are to seconds. Motions are given for:

	folio
Section 2, On Determining the Day of the Week on Which a Given Arab (Hijra) *Year Begins*	45r
Section 3, On Determining the Initial Day of the Week of Months of Foreign (Calendars)	45v
Section 4, The Solar Equation	45v
Section 5, On (true) *Positions of the Moon and Its Equation*	46r
Section 6, On the Lunar Node	46r
Section 7, *On the* (longitudes) *of the Superior Planets*	46r
Section 8, On (the longitudes of) *Venus and Mercury*	46v
Section 9, Is the Planet Retrograde or in Forward Motion?	46v
Section 10, In Explanation of Trepidation	46v
Section 11, On Obtaining the Ascensions of the Signs	47r
Section 12, On the Degrees of Rising with the Equation	47r
Section 13, On How (to determine) *the Transfer* (ascendant)	47r
Section 14, On the Equalization of the Houses	47v
Section 15, On (first) *Visibility of the* (lunar) *Crescent*	47v
Section 16, On Determining the Lunar Latitude	48r
Section 17, On al-Faḍl al-Muqawwam	48r
(This seems to be a measure of the amount by which the planet has passed the last cardine, perhaps for finding its house.)	
Section 18, On Determining (the astrological doctrine of) *the* Tasyīr.	48r
Section 19, On the Determination of Eclipses	48v
Table of the Solar Apsidal Motion	49r

All entries are to seconds of arc. Apsidal *motions* are given for:

1,2,3, ... , 30 days,
1,2,3, ... , 12 (Hijra) months,
1,2,3, ... , 30 (Hijra) years.

This table is practically identical with one in the zīj of Ibn al-Bannā' (*Vernet 1*) found on f. 15r in the same MS. It was published in *Millás*, p. 352, see also Section 3 above.

For the Hijra epoch *Millás* (*ibid.*) gives $2^s\ 16;44,17^\circ$. In the Escorial manuscript of Ibn al-Bannā''s *zīj* (fol. 15r) there is a marginal note that the apogee in 990 Hijra (=1582) is $2^s\ 20;10,51^\circ$, which is consistent with the Hijra epoch position and the motion of $3;26,33^\circ$ for 990 lunar years given in the table. A marginal note, in the same hand, to al-Qusunṭīnī's table (fol. 49r) gives the apogee in 990 Hijra as $2^s\ 20;12,27^\circ$, for reasons best known to the writer of the note.

and obtain the epicyclic equation ($\sigma(\alpha')$) at its place. Look at the argument a second time, (4) and if you have zodiacal signs exceeding six, subtract (the epicyclic equation from the modified mean). Then note (5) any modified planetary mean (here λ is intended) as you find it, in its resulting place. (6) But if the modified argument is less than your signs (i.e., if $\alpha' < 6^s$) (7) add it (the epicyclic equation) to the mean, and its place (i. e. true longitude) will be there, and note, it, and do not lose it.

Several conclusions are immediate and unequivocal. The equation functions are of Indian (or Iranian), provenance with no trace of Ptolemaic influence. On the other hand, the characteristic "halving of the equation" is conspicuously absent .The calculation of α' is described completely and correctly. The only objection to the adoption of expression (5) arises from the author's prescription of $\bar{\lambda}'$ as being $\bar{\lambda}' + \mu(\varkappa)$ instead of $\bar{\lambda}' - \mu(\varkappa)$ as it should be. We must bear in mind, however, that since negative numbers were generally unknown to medieval scientists, they were often constrained to split a rule into special cases if a function were sometimes positive and sometimes negative. The complete rule would then demand addition in one case and subtraction in the other, or vice versa. It is possible that a complete couplet has been dropped from al-Qusunṭīnī's poesy by a careless scribe. If the passage beginning with line 25 could be restored as

> Then enter with it according to what you see for the center, (obtaining) its equation ($\mu(\varkappa)$) there, for distinguishing it. [If the center is less than six signs, subtract the equation from the center, then from the mean. But if it is more than six signs] add it to the center, then to the mean...

the rule would be (5) without flaw. Or perhaps, in hammering out his doggerel, the poet inadvertently left out our restoration. At any rate we prefer not to accuse al-Qusunṭīnī of having been an originator. We suspect he obtained the algorism from a sequence of predecessors, including perhaps Maghribi, early Islamic, Indian, and pre-Ptolemaic Greek elements. The discovery of additional texts may settle the issue. Meanwhile we favor expression (5).

It is also possible that in its original form the procedure contained some sort of "halving the equation" routine, as in (5), which was dropped some where along the chain of transmission.

6. *Table of Contents of the Zīj*

$$(3) \qquad \lambda = \bar{\lambda} - \mu(\varkappa) + \sigma(\alpha') + I(\varkappa') \cdot \Delta\sigma(\alpha'),$$

where $\alpha' = \alpha + \mu(\varkappa)$, $\varkappa' = \varkappa - \mu(\varkappa)$, I is an interpolation function varying between ± 1, and $\Delta\sigma$ is the difference between σ calculated at minimum and maximum epicycle distances.

For the simple eccentric configuration illustrated in our figure a practical and accurate mode of determining true longitude (nowhere intimated in an extant text, so far as we know) would be to put

$$(4) \qquad \lambda = \bar{\lambda} - \mu(\varkappa) + \sigma(\alpha') + I(\varkappa) \cdot \Delta\sigma(\alpha'),$$

where α', I, and $\Delta\sigma$ are as indicated above.

We will seek to show that the model intended by al-Qusunṭīnī's zīj is

$$(5) \qquad \lambda = \bar{\lambda} - \mu(\varkappa) + \sigma(\alpha') = \bar{\lambda}' + \sigma(\alpha'),$$

where we call $\bar{\lambda}'$ the *modified mean*. This is expression (4) with the last term missing. That is to say, it takes cognizance of the nodding of the epicyclic apogee about its mean position, but it ignores the effect on σ of the varying epicyclic distance from the earth.

Aside from the tables themselves, all the information upon which these conclusions are based is found in Section 7 of the verse introduction (beginning on folio 45r) which describes the calculation of λ for the superior planets. The next section does the same for Venus and Mercury, but adds nothing significant.

Section 7 of Qusunṭīnī's zīj is translated below. Parentheses are used to denote beginnings of lines in the text, and to interpolate explanatory material. The redundant verbiage in the text consists of words or phrases introduced to pad out the meter and the rhyme.

(f.46r:20) The first of those are Saturn and Jupiter, and after those two, Mars, indubitably. (21) Extract the mean ($\bar{\lambda}$) for that situation, for any one of them you choose (?), along the succession (of the zodiacal signs). (22) Then, without fail, subtract it from the solar mean properly; (23) there will remain for you the argument ($\alpha = \bar{\lambda}_s - \lambda$) in this operation. Retain it without fail. (24) Then subtract its apogee from the mean. There will remain for you the center ($\varkappa = \bar{\lambda} - \lambda_a$) in this style. (25) Then enter with it according to what you see for the center, (obtaining) its equation ($\mu(\varkappa)$) there, for distinguishing (it). (26) Add it to the center, then to the mean (i.e., form $\varkappa + \mu(\varkappa)$ and $\bar{\lambda} + \mu(\varkappa) = \bar{\lambda}$, sic), for any planet you suppose as a condition. (27) But subtract it ($\mu(\varkappa)$) from its (the planet's) argument if its center is greater than six signs – obtain it, (f.46v:1) but if it is less than that number ($\varkappa < 6^s$), (do) the opposite with it, do not add continuously (i.e. form $\alpha' = \alpha + \mu(\varkappa)$ algebraically). (2) Enter with this modified argument (α') where you see it registered in the table, (3)

and the planet on the epicycle are given by two linear functions of time: $\bar{\lambda}$, the *mean longitude*, and α, the *argument* of the epicycle anomaly. Then the true longitude is

$$(1) \qquad \lambda = \bar{\lambda} + \sigma(\alpha),$$

where σ is the *epicyclic equation*. Note from the picture that σ causes periodic variations in λ's rate of change; alternately λ leads $\bar{\lambda}$, then lags behind it.

At some time it was realized that (1) is too simple to yield precise predictions of position for planets. The deferent was made eccentric, its center being displaced from the earth. This caused a second periodic irregularity in the planet's motion, $\mu(\varkappa)$, the *equation of the center*, where $\varkappa = \bar{\lambda} - \lambda_a$ is the *center*. $\bar{\lambda}_s$ is the solar mean longitude.

The addition of the second equation greatly complicated the calculation of true longitudes. The two equations cannot simply be added algebraically to $\bar{\lambda}$ because they interact with each other in a complicated manner. For one thing, the initial point from which the argument is measured, the *epicyclic apogee*, oscillates back and forth with respect to its fixed position in the simple model. And secondly, the distance from earth to epicycle also varies. When the epicycle retires from the earth, its effect is diminished, and conversely.

Tables of the σ and μ functions were prepared, the arguments α and $\varkappa$ being determined from the mean motion tables. Neither equation is in principle symmetrical with respect to an α or $\varkappa$ of 90°. Nevertheless it was customary in Indian and Sasanian Iranian astronomy to use for μ a sine wave of amplitude μ_{max} for each planet. In addition to the equation tables, some computational device was necessary, to give numerical effect to the interaction described above between the equations.

Indian astronomers used an ingenious if complicated technique to attain this end. Its main lines are indicated by the expression

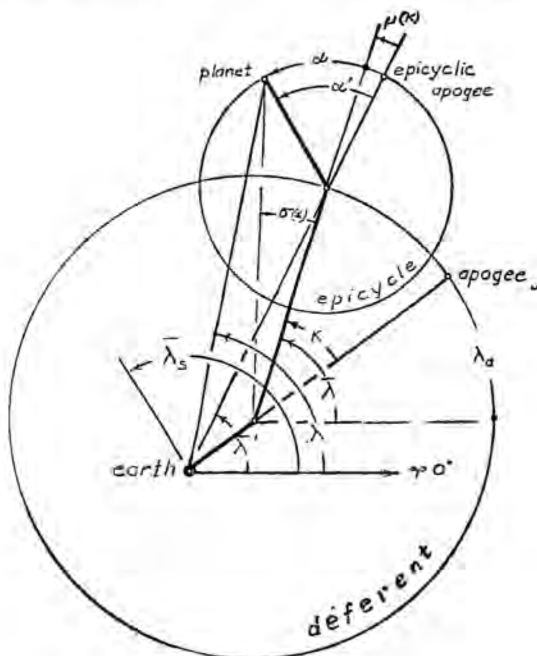
$$(2) \qquad \lambda = \bar{\lambda} - \mu_2 + \sigma_2,$$

from $\sigma_1 = \sigma(\alpha)$, $\lambda_1 = \bar{\lambda} + \frac{1}{2}\sigma_1$, $\varkappa_1 = \varkappa + \frac{1}{2}\sigma_1$, $\mu_1 = \mu(\varkappa_1)$, $\varkappa_2 = \varkappa_1 - \frac{1}{2}\mu_1 + \frac{1}{2}\sigma_1$, etc. The general idea was to merge the effects of the two equations by successively introducing half of the one into the determination of the other. There were variants of the basic approach, some rules halving only one equation, and some neither. Details will be found in *Neugebauer 1*, and *2*, pp. 23-30.

A basic improvement was effected by Ptolemy's introduction (ca. 150 A.D.) of the *equant*, a device to introduce a periodic variation in the speed of the epicycle center along the deferent. After suitable modification of the μ functions, Ptolemaic longitudes are calculated by the expression

5. *Calculation of True Longitudes*

Since the evidence upon which our further inferences are based is somewhat ambiguous, it will be useful to preface its presentation with a sketch of several ancient planetary models, to which al-Qusunṭīnī's is related. For all these models the orbits of the planet and the earth about the sun can be thought of as represented by two circles, the *deferent* and the *epicycle* shown in the figure below. Which circle stands for which orbit depends upon whether an inner or outer planet is being considered. Without essential loss of generality, the figure and the discussion below are taken to be for an outer planet.



An eccentric (non-equant) model for planetary motion.

The simplest (and earliest) of the models described has the earth at the center of the deferent. The planet advances along the periphery of the epicycle at constant speed whilst the epicycle center traverses the deferent with a different constant speed. At any instant the locations of the epicycle center

ṭīnī's whole set of apogees is a rounded off version of Ibn al-Bannā's, which is given to seconds (*Vernet 1*).

It is worth remarking that 2^s 16;44,17°, the position given for the solar apogee at the Hijra epoch (on f. 49r, cf. *Azarquiel*, p.352) is very close to the 2^s 16;45,21° used by Ibn al-Kammād, a student of al-Zarqāllu (*Toomer 2*, p. 321). It is possible that the discrepancy is due to a difference in the calculation of precession.

4. *Planetary Equation Tables*

By and large, these tables are, for al-Qusunṭīnī, the same as the analogous ones in the Khwārizmī *zīj* (*Suter 2*, pp.132-167), except that, whereas in the latter the entries for sun and moon have been carried to seconds, in the former they have been truncated (not rounded) to minutes. Thus the solar and lunar tables have been calculated by the "method of declinations":

$$e = e_{\max} \cdot \delta(\varkappa)/\varepsilon \ ,$$

where e is the equation, δ the solar declination function, $\varkappa$ the center (see Section 5 below and the accompanying figure), and ε is the obliquity of the ecliptic. The planetary equations of the center are:

$$e = e_{\max} \sin \varkappa,$$

hence were computed by the "method of sines". The epicyclic equations are based on the standard eccentric model.

	center	epicyclic
sun	2;1[4]°	
moon	4;56	
Saturn	8;3[6]	5;44°
Jupiter	5;[6]	10;52
Mars	11;13	40;31
Venus	2;14	47;11
Mercury	4;1	21;30

where square brackets around a digit indicate restorations of scribal errors. Of these there are a good many. For instance, by plotting each of the ninety entries in the solar equation table it can be shown that about a dozen of them are erroneous.

The numbers cited above are standard parameters of Indian astronomy. The method of declinations may be from Sasanian Iran or early Islamic; it is not Ptolemaic (see *Neugebauer 2*, pp. 95-101).

sun	0;59,8,11,30,5,56, close to the value in the *Toledan Tables* (see *Toomer*, *1*, p. 44) which is that of Ibn al-Bannā' (see *Vernet*, *1*.).
solar apsidal motion	0;0,0,2,7,11, found with Ibn al-Bannā' due to al-Zarqāllu, see *Toomer*, 2, p.316.
moon	13;10,34,52,48, the same as al-Khwārizmī, ibn al-Bannā', and the *Toledan Tables*.
moon (anomaly)	13;3,53,56,19 essentially the value of Ptolemy and many others, including the *Toledan Tables*.
lunar nodes	– 0;3,10,46,57,52, close to Ibn al-Bannā' and the *Toeldan Tables*.
Saturn	0;2,0,27,50,55, close to Ibn al-Bannā'.
Jupiter	0;4,59,7,37,54, close to Ibn al-Bannā' and the *Toledan Tables*.
Mars	0;31,26,30,0,51.
Venus (anomaly)	0;36,59,28,13,46,16, close to the value of the Ilkhānī Zīj (cf. *Kennedy*, Zīj No.6).
Mercury (anomaly)	3;6,24,7,55
trepidation	0;0,0,53,20,31

These numbers exhibit a relation to Andalusian and Maghribi astronomy, which is not surprising. It will be seen in the next section that al-Qusunṭīnī's planetary equation tables are simplified versions of those of al-Khwārizmī, the extant version of whose zīj was transmitted via Muslim Spain. Nevertheless the mean motions above are independent of al-Khwārizmī's ultimately Indian parameters (cf. *Neugebauer 2*, p.93, and *Burckhardt.*).

On f. 50r (and again on 53r) the following list of apogee longitudes is given, with no date (a superscript *s* denotes a zodiacal sign, i.e. 30°):

Saturn	7^s 29;43°
Jupiter	5 9;43
Mars	4 2;13
sun	2 17;19
Venus	2 17;19
Mercury	6 18;24

A marginal note, apparently in the same hand as the text, says that the distance from the apogee of Mercury to that of the sun is 4^s 1;8°. In fact, since 2^s 17;19° + 4^s 1;8° = 6^s 18;27°, the statement is almost correct. Since in the Arabic alphabetical numeral system the symbols for 4 (د) and 7 (ز) are easily confused, restoration of Mercury's apogee to 6^s 18;27° would make the note correct.

For the three superior planets the distances between their apogees is exactly the same as those in al-Battānī's zīj (*Nallino*, vol. 1, p.241). But al-Qusun-

times of the five, or occasionally in the Maghrib six, daily prayers.[1]

As elsewhere in the medieval Islamic world there existed in the Maghrib alongside this scientific activity in astronomy a tradition of primitive folk astronomy. The pronouncements of one Abū Miqraʿ, who lived in the thirteenth century, were accorded far more respect than was warranted by their scientific content.[2]

About the year 1300 the astronomer Ibn al-Bannā' compiled an almanac of the same kind as the earlier and better-known *Calendar of Cordova.*[3] At the end of the fourteenth century a certain al-Jādarī wrote a poem on timekeeping which was much commented upon in later centuries.[4] This kind of material is worth studying for its own sake but also has special rewards for the historian of science: in an anonymous commentary on al-Jādarī's poem compiled in Tlemcen in the sixteenth century there are accounts of considerable historical interest concerning earlier Maghribi activity in measurements of the obliquity of the ecliptic (see above), trepidation, and twilight determinations.[5]

Astronomical activity in the Maghrib continued until the colonial period, but by then the great *zīj*es of Ibn Isḥāq and Ibn al-Bannā' and most of the underlying theory had been long forgotten. Rather, a plethora of poems on folk astronomy and on the use of the almucantar and sine quadrants for timekeeping were the favorite reading of those who passed as astronomers.[6] As we have shown, the earlier Maghribi tradition was relatively rich and is of considerable importance to the history of Islamic astronomy. Furthermore as we have noted, most of the relevant sources have yet to be studied properly. The historical and biographical sources must also be exploited before we can gain a clearer picture of astronomy in the medieval Maghrib.

3. *Mean Motion Parameters and Apsidal Positions*

From the mean motion tables the underlying base parameters were "suqeezed" by a process of successive divisions of total mean travel by the respective time spans involved. The results, in degrees per day, are tabulated below, accompanied by comments where appropriate.

1. See, for example, *Mayer*, p. 67. Nevertheless, the term seems to relate originally to an astronomer capable of reckoning the equations (*taʿdīl*) of the sun, moon, and planets.
2. On Abū Miqraʿ see *Colin & Renaud*. See also *Cairo Survey*, no. F17 and F49.
3. Translated in *Renaud 8*.
4. On al-Jādarī see *Suter 1*, no. 424a; *Renaud 1*, no. 424a; and *Cairo Survey*, no. F26.
5. This commentary is extant in MSS Cairo K 4311 (defective) and also London B.L. 411, 2.
6. On some late Maghribi astronomical works see *Renaud 2* and *7*.

50 3472

fourteenth century, astrolabes of excellent construction were being produced.[1] In the late thirteenth and early fourteenth centuries there were constructed in Fez two astronomical clocks, of a kind known otherwise only from mid-fourteenth century Damascus. The first clock was set up in the Qarawiyyīn Mosque[2] and the second in the Buᶜināniyya madrasa:[3] both were water-clocks fitted with an astrolabic rete. The first clock, in its later form, is still *in situ* although the gear mechanisms have gone, and most of the second clock has disappeared: the remains of both clocks have been investigated by Prof. Derek J. de Solla Price. Several later Maghribi astrolabes and quadrants survive in museums around the world,[4] attesting to a continuing interest in instrumentation in the Maghrib until the nineteenth century.

In the fourteenth century extensive sets of tables for time-keeping by the sun and stars and for regulating the astronomically-defined times of prayer were compiled in Tunis after the model of the tables currently in use in Damascus.[5] Another smaller set of tables for regulating the times of prayer was prepared for different localities in Morocco.[6] A sundial from fourteenth century Tunis reflects the interest of the Maghribis in times of day with special religious significance that had no counterpart in contemporary practice in Mamluk Egypt and Syria.[7] The times are not displayed on a later Tunisian sundial in the Mosque of Sīdī ᶜUqba in Qayrawān,[8] but yet other times are tabulated in some Ottoman prayer-tables for Algiers.[9] The position of the *muᶜaddil* appears to have been the Maghribi equivalent to of the *muwaqqit* of the Mamluk world, that is, the astronomers associated with mosques and madrasas who were responsible for regulating the astronomically-defined

1. See, for example, *Mayer*, p. 32 on the works of Abū Bakr b. Yūsuf of Marrakesh and Supplement, p. 294 on ᶜAlī b. Ibrāhīm of Taza. (Another incomplete astrolabe made by him is preserved in the Musée d'Histoire des Sciences in Geneva.)

2. See Mayer, p. 67 *sub* Muḥammad al-Ḥabbāk, p. 77 *sub* Muḥammad aṣ-Ṣinhājī, p. 73 *sub* Muḥammad b. Muḥammad b. al-ᶜArabī, and *Azzawi*, p. 216 *sub* Ibn al-Lajā'ī, for references to the historical sources on this clock, and more recently *Price* for a thorough investigation. On the clock in Damascus see the brief remarks in the article on Ibn al-Shāṭir in *DSB* by D. A. King.

3. See *Mayer*, p. 40 *sub* ᶜAlī b. Aḥmad, and also *Price*.

4. See, for example, *Mayer*, pp. 60-61 *sub* Muḥammad b. Aḥmad, and also *Janin* on a Tunisian quadrant.

5. On these Tunisian tables see the brief remarks in *King 1*, pp. 192-193 and on the Syrian tables see *King 2*. More information is contained in the forthcoming *Studies in Astronomical Timekeeping in Medieval Islam* by the second author. The various Tunisian tables are preserved in MSS Berlin Ahlwardt 5724 and Cairo DM 689.

6. These tables are extant in MS Cairo TR 338,2 - see *Cairo Cat.* and *Survey*, no. F35 for details.

7. See *King 1* for a detailed description of this sundial. (On p. 189 the dimensions of the sundial should be 24 cms. × 24 cms. and not 24 × 34 as stated.) See also *King 3*, pp. 367-370 on some later Maghribi and Andalusian texts on sundial theory.

8. *Cf.* *Janin*, pp. 208-211 and *King 3*, pp. 369-370 on this instrument.

9. These tables are preserved in MS Cairo ṬFT 9, 1: see *Cairo Cat.* and *Survey*, no. F68 for details.

The Moroccan scholar Ibn al-Bannā' commpiled a *zīj* in Marrakesh about the year 1300.[1] This survives in several copies but the tables have yet to be studied properly. The astronomer Ibn al-Raqqām compiled in Tunis in the early fourteenth century two *zīj*es, both of which are extant in unique manuscripts and have yet to be studied.[2] One of Ibn al-Raqqām's *zīj*es is said by the author to be based on another by Abū'l-Ḥasan ibn ᶜAbd al-Ḥaqq called Ibn al-Hā'm, a person otherwise unknown to us. The *zīj* of al-Qusunṭīnī was not the only baby *zīj* compiled in the Maghrib. Ibn al-Qunfudh in the late fourteenth century compiled a small *zīj* for Tlemcen based on the *zīj* of Ibn al-Bannā'.[3] No other *zīj*es specifically for Fez or Tlemcen are known to us.

A recension for Algiers of the *zīj* of Ibn al-Shāṭir, the celebrated astronomer of fourteenth-century Damascus, is known from a single manuscript.[4] Considerably more influential was the *zīj* of Ulugh Beg, compiled in fifteenth-century Samarqand: Tunisian recensions were prepared by Abū ᶜAbd Allāh Muḥammad al-Tūnisī known as Sanjaq Dār and by Ḥusayn Quṣᶜa, and both survive in several copies.[5] The late fifteenth century Jewish astronomer Zacuto compiled his perpetual almanac in Salamanca.[6] These tables in a modified form were apparently used in the Maghrib (as well as in Ottoman Turkey), and the introduction to them was translated into Arabic by Andalusian astronomers.

In Marrakesh in the early thirteenth century and in Taza in the early

1. On Ibn al-Bannā' see the article in the *DSB* by J. Vernet; *Suter 1*, no. 399; *Renaud 1*, no. 399; *Renaud 5*; and *Cairo Survey*, no. F23. The introduction to his *zīj* is translated in *Vernet 1*.

2. On Ibn al-Raqqām see *Suter 1*, nos. 388 and 417 (?); *Brockelmann*, SII, p. 378; and *Cairo Survey*, no. F 22. His *Shāmil Zīj* is in MS Istanbul Kandilli 249 and his *Qawīm Zīj* is in the Museo Naval de Madrid – see *Vernet 2*, pp. 297-298.

Prof. F. Sezgin has recently drawn attention to a manuscript which he lists as a Maghribi recension of the *zīj* of the eighth-century astronomer al-Fazārī (on whom see the article in *DSB* by D. Pingree), this manuscript being supposedly preserved in Rabat. See further *Sezgin*, VI, p. 123, no. 1. The *zīj*, entitled *al-Zīj al-Qawīm*, has, however, nothing to do with al-Fazārī – see already the discussion in *King 4*, p. 57. Prof. George Saliba of Columbia University informs us that the manuscript is actually in Fez, not Rabat, and that it was listed in a catalog of rare manuscripts exhibited at the Qarawiyyin in Fez in 1960. In this catalog, published in Rabat, the author is identified as Muḥammad b. Ibrāhīm, that is, Ibn al-Raqqām, not al-Fazārī. Thus this manuscript is probably another copy of the *Qawīm Zīj* of Ibn al-Raqqām.

3. On Ibn al-Qunfudh see *Suter 1*, no. 422; *Renaud 1*, no. 422; *Cairo Survey*, no. F25; and also note 4 on p. 4 above.

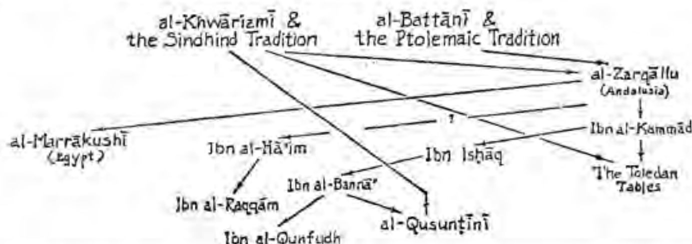
4. On the *zīj* of Ibn al-Shāṭir see *Kennedy 1*, no. 11. The Algerian recension is extant in MS Cairo DM 533.

5. On the *zīj* of Ulugh Beg see *Kennedy 1*, no. 12. On the copies of the Tunisian recensions preserved in Cairo see *Cairo Survey*, nos. F47 and F53-55.

6. On Zacuto see the article in the *DSB* by J. Vernet. On the manuscripts of his almanac see *Goldstein 2*, especially pp. 239-248. MS Cairo DM 1081 contains a Maghribi version of the almanac and several Arabic treatises relating to it – *cf. Cairo Survey*, no. F 31.

appear to have had more influence in Europe than they had in later Islamic astronomy.[1] The Andalusian astronomer Ibn al-Kammād seems to have based his *zījes* on the work of al-Zarqāllu, and at least one of his *zījes* was in use in the Maghrib in the thirteenth century.[2] A Maghribi astronomer who is known to have relied on a *zīj* of Ibn al-Kammād and also on the observations of a Sicilian Jew, was Ibn Isḥāq, a Tunisian who worked in Morrocco in the early thirteenth century.[3] He compiled a *zīj* which Ibn Khaldūn tells us was widely used in the Maghrib in the fourteenth century; a copy of this work was recently discovered by the second author in Hyderabad, and awaits detailed study. Ibn Isḥāq quotes several earlier scholars whose works are no longer available in their original form: for example, in his chapter on lunar crescent visibility he cites the opinions of the earlier Andalusian astronomers Ibn Muᶜādh and Abū'l-Ḥajjāj al-Sabtī, the latter a student of Maimonides,[4] as well as others whose names are new to the modern literature (see Section 6 below).

In passing we should mention that the late thirteenth-century scholar Abū ᶜAlī al-Marrākushī,[5] author of an enormous compendium on spherical astronomy and instruments entitled *Jāmiᶜ al-mabādi' wa'l-ghāyāt*, hailed from the Maghrib but wrote his treatise in Cairo. Indeed, al-Marrākushī's work, which was highly influential in Egypt, Syria, and Turkey, appears to have been unknown in the Maghrib. al-Marrākushī quotes such sources as al-Zarqāllu and Ibn al-Kammād, but a thorough investigation of his sources for his writings on instruments has yet to be undertaken. Transmission and influences are indicated in the chart below.



1. On al-Zarqāllu see the article in the *DSB* by J. Vernet. See also *Toomer 1* on the *Toledan Tables* and *2* on al-Zarqāllu's solar theory.

2. On Ibn al-Kammād see *Suter 1*, no. 487; *Kennedy 1*, nos. 5, 66 and 72; and *Toomer 2*, pp. 330-331.

3. On Ibn Isḥāq see *Suter 1*, no. 356. See also *Rosenthal*, III, pp. 136-137 for the remarks of Ibn Khaldūn. The manuscript of his *zīj* is MS Hyderabad Andra Pradesh State Library no. 298 (*ca.* 200 folios, copied *ca.* 1400).

4. On Ibn Muᶜādh see the article "al-Jayyānī" in the *DSB* by Y. Dold-Samplonius and H. Hermelink. On al-Sabtī see *Suter 1*, no. 342.

5. On al-Marrākushī see *Suter 1*, no. 363 and *Cairo Survey*, no. C17. The first half of his treatise, which deals with spherical astronomy and sundials is translated in *Sédillot-père*. The second half, which deals with other instruments, was summarized in a rather haphazard fashion in *Sédillot-fils*.

it, but that he inherited the method from some much earlier source, probably through unknown intermediaries.

Section 6 is a detailed table of contents of the entire *zīj*. Readers who need information concerning the contents of a normal *zīj*, or conventions involving symbols, may consult *Kennedy 1*. The entries in the tables are expressed in the standard medieval Arabic alphanumerical notation.[1] Standard topics omitted by al-Qusunṭīnī are: trigonometric functions, planetary latitudes, fixed stars, geographical coordinates, and astrological functions. Of special interest is a lunar ripeness table.

2. *Brief Survey of Astronomy in the Maghrib*

The following account is the first attempt in the modern literature to outline the history of astronomy in the Maghrib.[2] The evidence indicates that such cities as Marrakesh, Tunis, Taza, and Tlemcen, were the scene of an active tradition of astronomy for several centuries. Until the available sources are investigated more thoroughly it will be difficult to establish the connections between the Andalusian and Maghribi traditions in astronomy.[3] Prof. G. Toomer, in his penetrating study of the solar theory of the eleventh-century Andalusian astronomer al-Zarqāllu, has already demonstrated the importance of Maghribi material based on earlier Andalusian sources that are no longer extant in their original form.[4]

From the first five centuries of Islam only one author is known to us from the Maghrib, namely, the astrologer Ibn Abī'l-Rijāl, who worked at the Zirid court in Tunis *ca.* 1045.[5] Thereafter we have reports of isolated measurements of the obliquity of the ecliptic conducted by an unnamed astronomer in Meknes, by Ibn Hilāl in Sebta, by al-Mirrīkh in Marrakesh, and by Ibn al-Turjumān in an unspecified location, all dating apparently from the twelfth and thirteenth centuries.[6]

The activities of al-Zarqāllu in Cordova and Toledo in the eleventh century

1. *Cf. Irani* on this notation.

2. The standard bio-bibliographical sources in which Maghribi astronomers and their works are listed are the following: *Suter 1*; *Renaud 1*; *Brockelmann*, II, pp. 331-332 and 615-616, and SII, pp. 364-365 and 707-709; *Azzawi*, pp. 209-221; and *Cairo Survey*, Section F. See also *Renaud 2* on astronomy in Morocco and *King 1*, pp. 192-193 on astronomy in Tunis. On Maghribi astrolabists and their works see *Gunther*, I, pp. 248-301; *Renaud 4*; *Mayer*, *passim*; and *Brieux & Maddison*. Maghribi contributions to mathematics are surveyed in *Djebbar*.

For catalogs of Maghribi manuscript collections see *Sezgin*, VI, pp. 329-332, 402-407, and 454-456, and on two particularly rich collections of scientific manuscripts see *Renaud 7* and *Samsó*.

3. On the Andalusian tradition see the numerous publications of J. Millás Vallicrosa, J. Vernet Ginés, and J. Samsó Moyá.

4. *Cf. Toomer 2*.

5. On Ibn Abī'l-Rijāl see note 4 to Section 1 above.

6. These individuals are mentioned in the anonymous commentary on al-Jādarī's poem, on which see note 5 on p. 9.

extant in Arabic in which the planetary theory is essentially Indian rather than Ptolemaic. This Indian planetary theory, popular amongst certain early Muslim astronomers,[1] and not without influence in Andalusia and the Maghrib throughout the medieval period, is known to be based on pre-Ptolemaic Greek astronomical models.[2] The *zīj* of al-Khwārizmī was also based on Indian planetary theory, but it has survived only in the Latin translation of an extensive reworking of the original by al-Majrīṭī.[3]

The unique manuscript source of al-Qusunṭīnī's *zīj* is ff. 44v-63v of MS Escorial ar. 909.[4] The first part of the same manuscript contains a copy of the *zīj* of the thirteenth-century Moroccan astronomer Ibn al-Bannā', upon which, as will be seen below, al-Qusunṭīnī leans heavily. Al-Qusunṭīnī's *zīj* is reproduced in facsimile on pp. 22-41 below with kind permission of the authorities of the Biblioteca de El Escorial. The introduction is written in *rajaz* meter.

In Section 2 we attempt to put al-Qusunṭīnī in the context of astronomy in the medieval Maghrib. No clear picture of this general topic can be presented at this time. The known sources present a multiplicity of historical problems, and some of the most important sources have only recently been rediscovered and have not been studied yet.

In the next section, 3, al-Qusunṭīnī's mean motion parameters are displayed and discussed. They are seen to be from Western Arabic sources, independent of al-Khwārizmī's mean motions. The same is true of his planetary apogees, also presented.

In Section 4, however, it is shown that al-Qusunṭīnī's planetary "equation" tables are essentially the same as those of al-Khwārizmī, except that seconds of arc have been suppressed.

Section 5 is an attempt to infer from al-Qusunṭīnī's rules his method of calculating planetary true longitudes. We suggest that the solution is an algorism which, like the equation tables, is firmly in the Indian (and Sasanian Iranian, and early Islamic) tradition, but which is considerably more primitive than any related rule hitherto noted. We do not think our author originated

1. On the influence of Indian astronomy in early Islamic astronomy see *Pingree 1*. (Prof. Pingree informs us that there are several Sanskrit manuscripts in existence of a work entitled *Yantra Jarkali*, suggesting that al-Zarqāllu's works had some modest influence in later Indian astronomy.)

2. See *Pingree 2* for an overview of Indian astronomy.

3. On al-Khwārizmī see the article by G. Toomer in the *DSB*. A medieval Latin translation of al-Majrīṭī's recension of his *zīj* is published in *Suter 2*. A translation and commentary is in *Neugebauer 2*. Further insight into the original work is provided in *Goldstein 2*. On the Byzantine and medieval Latin traditions based on the *Zīj al-Sindhind*, see *Pingree 3*, pp. 151-169, and *Pingree 4*.

4. On the manuscript see *Renaud 2*, pp. 7-10. The manuscript is of Maghribi provenance, but is not dated. It contains (1) the *zīj* of Ibn al-Bannā'; (2) the *zīj* of al-Qusunṭīnī; and (3) a commentary by Ibn al-Qunfudh (*Suter 1*, no. 422) on the astrological poem of Ibn Abī'l-Rijāl (see note 4, p. 3). Renaud gives the name as al-Quṣṭanṭīnī but the text has clearly al-Qusunṭīnī.

Indian Astronomy in Fourteenth Century Fez: The Versified Zīj of al-Qusunṭīnī

E. S. KENNEDY* & DAVID A. KING**

Acknowledgements: This study is based on work done by both authors at the American Research Center in Egypt, sponsored by the Smithsonian Institution, the National Science Foundation, Washington, D.C. and the Ford Foundation. This support is gratefully acknowledged.

It is a pleasure to thank the Biblioteca de El Escorial for permission to reproduce photographs of a manuscript in its collection.

A preliminary draft of this paper was kindly read by Dr. David Pingree of Brown University, and his various suggestions have been incorporated. The authors alone, however, are responsible for any errors and misinterpretations that remain.

1. *Introduction*

A certain Abū'l-Ḥasan ʿAlī b. Abī ʿAlī al-Qusunṭīnī[1] compiled in fourteenth-century Fez a sort of miniature *zīj*, or astronomical handbook comprising tables and explanatory text,[2] which he dedicated to the Merinid Sultan Ibrāhīm al-Mustaʿīn. This *zīj* is distinguished by the fact that the explanatory text is in verse.[3] Many mathematical and astronomical poems, some of considerable sophistication, were composed during the Islamic Middle Ages; most of these were Maghribi compilations and most are as yet unstudied in modern times.[4] The fact that al-Qusunṭīnī's *zīj* is in verse, however, is not the reason for our studying the work. Rather, it is because the zīj is the only known document

* The American University of Beirut, Beirut, Lebanon.

** Department of Near Eastern Languages and Literatures, New York University, 50 Washington Square South, New York, New York 10003, USA.

1. Al-Qusunṭīnī and his *zīj* are mentioned in *Suter*, no. 371; *Renaud 1*, no. 371; and *Brockelmann*, S II, pp. 364-365. (References in italics are to the bibliography at the end of the paper). The epithet al-Qusunṭīnī indicates that our author or his family was originally from Qusunṭīniya (= Constantine) on the Algerian littoral. He is not known to have compiled any other works, but we have not consulted any medieval Maghribi biographical works. He is referred to as *al-faqīh*, which indicates his interest in law, and as *al-muʿaddil*, which indicates that he was a professional time-keeper associated with a mosque and responsible for the regulation of the times of prayer.

2. A survey of Islamic *zījes* is *Kennedy 1*.

3. The only other *zīj* known to us which may have been written in verse is called *al-Zīj al-manẓūm*, and its arrangement in verse is implied by the title, *al-Sirr al-maktūm fi-l-ʿamal bi'l-zīj al-manẓūm* of a work attributed to the fourteenth-century Syrian scholar Abū'l-Fidā' (*Suter 1*, no.392), and extant in a unique manuscript in Oxford. See further *Kennedy 2*, pp. 18 and 22.

4. Some examples of the most popular scientific works in verse are the astrological poem of Ibn Abī 'l-Rijāl (on whom see *Pingree 5* and *Sezgin*, VII, pp. 186-188; the poem on algebra by Ibn al-Yasmīn (*Suter 1*, no. 320); the poem on timekeeping by al-Jādarī (*Suter 1*, no. 424a); and the poem on all aspects of science by ʿAbd al-Raḥmān al-Fāsī entitled *al-Uqnūm* (*Renaud 1*, no. 541). Each of these authors worked in the Maghrib.

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد ٧
العددان
١ ، ٢
١٩٨٣



جامعة حلب ـ سورية

معهد التراث العلمي العربي

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد السابع — العددان الأول والثاني — ١٩٨٣

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

مراجعات الكتب والمجلات

القسم العربي من الابحاث الاجنبية

مجلة تاريخ العلوم العربية

مجلة تاريخ العلوم العربية

تصدر عن معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

يرجى ارسال المقالات والبحوث على نسختين وتوجه المراسلات كافة الى العنوان التالي :

معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب .

توسل مبالغ الاشتراكات من خارج القطر بالدولارات الاميركية بموجب شيكات باسم :
الجمعية السورية لتاريخ العلوم

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول أو الثاني (١٩٧٧ أو ١٩٧٨) ٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أميركية
المجلد الثالث ، الرابع ، الخامس أو السادس(١٩٧٩ ، ١٩٨٠ ، ١٩٨١ أو ١٩٨٢) ٤٢ ليرة سورية أو ١٠ دولارات أميركية
المجلد السابع أو الثامن ١٩٨٣ ، ١٩٨٤ ٤٥ ل.س أو ١٥ دولارا امريكيا
١٥ دولارا أميركيا

الاسعار المبينة أعلاه لا تشمل أجور البريد

مطبعة جامعة حلب

مقـــدمـــة
كتاب الجماهر في معرفـــة الجواهر للبـــيروني*

سامي خلف حمارنه**

من أكثر العلماء المسلمين أصالة وإنتاجاً في زمنه بلغة القرآن في العلوم والمعارف كان أبو الريحان البيروني (٣٦٢ – ٤٤٣هـ / ٩٧٣ – ١٠٥١م)(١) . وهو معاصر الشيخ الرئيس ابن سينا بإيران والحسن بن الهيثم في العراق ومصر وعلي بن حزم في الأندلس . ومن بـــين كتب البيروني في التاريخ الطبيعي اثنـــان في غاية الأهمية : أولهما **الصيدنة في الطب**(٢) والثاني **كتاب الجماهر في معرفة الجواهر** ألفهما في السنين الأخيرة في حياته

---

* محاضرة أعدت بمناسبة الندوة العالمية الثانية لتاريخ العلوم عند العرب (نيسان ١٩٧٩ ، جامعة حلب ، حلب ، سورية) ، تمت مراجعتها مع إضافات للنشر .

** كلية العلوم الطبية ، إدارة الصحة العامة ، جامعة اليرموك ، اربد ، الأردن .

١ – هو أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني الخوارزمي (ت ١٠٥١/٤٤٣) من أعظم علماء المسلمين وأكثرهم أصالة ، كتب في علوم الفلك والتنجيم والرياضيات والعلوم الطبيعية والجغرافيا والتاريخ والأنساب والفلسفة الاجتماعية وقد ولد في ٣ ذي الحجة ٣٦٢هـ/٤ – ١٠ – ٩٧٣م في (Khiva or Kath) مدينة خوارزم أو ضواحيها على الأرجح (كان في دلتا آموداريا السوفياتية اليوم على الشاطئ الجنوبي لبحر خزر أو قزوين = آرال) ، ثم تتلمذ على أبي نصر الجيلاني وكانت له علاقة صداقة ومراسلات مع معاصريه ابن سينا وعيسى المسيحي وخدم السلطان منصور بن نوح الساماني (٣٨٧ – ٣٨٩هـ / ٩٩٧ – ٩٩٩م) ثم أبي الحسن قابوس شمس المعالي في جرجان ، والسلطان أبي الحسن علي بن مأمون وأخيه الخوارزمشاه أبي العباس مأمون قبل أن ينخرط في خدمة الغزنويين ومعهم زار الهند وسكن غزنة (في الأفغانستان اليوم) حيث بقي يؤلف ويكتب حتى وفاته وعمره حوالي ٧٨ سنة مليئة بالإنتاج القيم والخدمة للعلم وتقدم الإنسانية الفكرية : انظر **فهرس الظاهرية ، الطب والصيدلة** ، دمشق، ١٩٦٩ ، ص ١٠٤ – ١٢٧ ، وفهرس المخطوطات في الطب والصيدلة في المكتبة البريطانية ، القاهرة ، ١٩٧٥ ، ص ٩٣ – ١١٠ .

See D. J. Boilot, « L'œuvre d'al-Berūnī essai bibliographique», *Mélange*, Cairo, vol. 2 (1955), pp. 161-241, and vol. 3 (1956), pp. 391-396.

٢ – إن كتاب البيروني ، **الصيدنة في الطب** قد تم تحقيقه ونشره مع تقديم وتقييم مختصر في كراتشي – الباكستان تحت إشراف مؤسسة همدرد الوطنية ورئيسها الحكيم محمد سعيد ، في جزئين سنة ١٩٧٣م ، وقد ترجم إلى الروسية مع شرح وتعليقات بقلم عبيد الله كريموف ، طشقند ، ١٩٧٤م . هذا آخر كتاب للبيروني وقد توفي قبل أن تتاح له فرصة تبييض المسودة التي أعدها للمقارنة بين صيدنة البيروني ومفردات الطب للغافقي ، انظر : – « الصيدلة والمواد الطبية عند البيروني والغافقي » ، **عاديات حلب** ، الكتابان الرابع والخامس ، ١٩٧٨ – ٧٩ م ، ص ٢٥٠ – ٢٥٥ .

فاحتويا على الكثير من غنى خبرته في العلوم الحياتية والبَحْتة والتقنية والاجتماعية .[١]
وفي هذه المقالة يهمنا كتابه هذا في **الجواهر** وبالذات **مقدمته للكتاب** الذي يعتبر من أهم تصانيفه وأكثرها أصالة[٢] ويتبين من هذه المقدمة أن البيروني قد نسق مقالاته وأتمها زمن السلطان مودود بن مسعود بن محمود الغزنوي (٤٣٢ — ٤٤١هـ / ١٠٤٠ — ١٠٤٨م) وربما في مطلع ملكه (حوالي سنة ١٠٤٤م) وعمر المؤلف آنذاك سبعون عاماً ونيف ، ويقول فيها: « نريد الآن نخوض في تعديد الجواهر والأعلاق النفيسة المذخورة في الخزائن ونفرد لها مقالة تتلوها ثانية في أثمان المثمنات وما يجانسها من الفلزات فكلاهما رضيعا لبان في بطن الأم وفرسا رهان في الزينة والنفع[٣] ويكون مجموعها تذكرة لي في خزانة الملك الأجل المعظم شهاب الدولة أبو الفتح مودود بن مسعود بن محمود قرن الله بشبابه اغتباطا وزاد يده بالنصر تطاولاً وانبساطاً فإنه لما فوض لله تعالى أمره تولى إعزازه ونصره وحين نَصَبَ حب الله بين عينيه عفا عن من استغاث باسمه وأمن من استأمن بذكره وأخفى صدقاته بعد صلاته البادية ليفوز بما هو خير له في السر والعلانية»

---

١ — مقدمتا كتابي البيروني **في الصيدنة وفي الجواهر** يمكن اعتبارهما من أروع ما كتب بالعربية في العصر الوسيط في موضوعهما فهما حافلتان بالأفكار الجديدة النيّرة عن حياة المؤلف الشخصية وآرائه الأصيلة في العلوم والاجتماع والاقتصاد حتى أن ادورد سخاو يعتبره أعظم عقلية عرفها التاريخ وقد مدحه ياقوت الحموي (ت ٦٢٦هـ) في **معجم الأدباء** ، القاهرة ،دار المأمون ، ١٩٣٦ ،ص ١٨٠ — ١٩٠ ، في أول ترجمة مسهبة لحياة هذا العالم العبقري .

٢ — **كتاب الجماهر في معرفة الجواهر** للبيروني تم طبعه وتحقيقه في حيدر آباد ، دائرة المعارف العثمانية ، ١٣٥٥هـ / ١٩٣٦م بواسطة المستشرق فرتيز كرنكو وقد اعتمد في عمله على ثلاث نسخ: الآستانة بمكتبة طوب كابابي والآن مكتبة أحمد الثالث تحت رقم طب ٢٠٤٧ في ١٩٣ ق ثم نقلها سنة ٦٢٦ هـ وهي أصح النسخ بخط أحمد بن صديق بن محمد الطبيب ونسخة راشد بالقيصرية ونسخة الاسكوريال رقم ٩٠٥ عربي (الطبعة جيدة ماخلا أخطاء قليلة) . أما كاتب هذه المقالة فقد اعتمد بالإضافة لهذا على نسخة جامعة هارفارد والتي ربما هي نسخة عن مخطوط الآستانة السابق ذكره كما وقد فحص نسخة في مكتبة البودليان بجامعة أكسفورد بانكلترا (ناقصة)ذكرها أيضاً E. B. Pusey في فهرست مخطوطات بودليان العربية الشرقية طبع أكسفورد ، ١٨٣٥ ،ص ١٢٦ ، وتوجد نسخة بالقاهرة ، المكتبة التيمورية ، رقم ١٥٣ طبيعيات .

٣ — الجوهر في العربية هو كل حجر يستخرج منه شيء ينتفع به وهنا أطلق على الأعلاق النفيسة من الجواهر (المجوهرات) ، والجوهري هو صانع وبائع الجواهر . والفلز بكسر الفاء واللام وشد الزاي هو أصلاً نوع من النحاس الأبيض تجعل منه القدور المفرغة أو خبث الحديد أو الحجارة أو جواهر الأرض كلها أو ماينفيه الكير من كل مايذاب منها وهنا يشتمل على الذهب والفضة والحديد والنحاس والرصاص وإن نفعها بالتداول وليس بالخزن في باطن الأرض إذ لم تكن آنذاك متاحف عامة بعد لعرضها على الجماهير . انظر **القاموس المحيط** لمجد الدين محمد بن يعقوب الفيروز آبادي ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، البابي الحلبي ، ١٣٧١هـ / ١٩٥٢م ، ج ١ : ٤١٠ ومجلد ٢ : ١٩٣ .

ثم إن النصوص والمقدمة نفسها تفيدنا بأن تأليف الكتاب قد تم أيضاً في مدينة غزنة حاضرة السلطنة (في جمهورية الأفغانستان اليوم)(١) .

يستهل المؤلف كتابه **الجماهر في معرفة الجواهر** في مقدمة مستفيضة تحتوي على فصلين قصيرين وافتتاحية ثم خمس عشرة ترويحة كأنها مراحل توقف للتفكير والتأمل الروحي والاستجمام الفكري والإيحاء(٢) . وفي هذه المقدمة يستودع البيروني خلاصة تفكيره في أمور فلسفية وعلمية واقتصادية ودينية واجتماعية في غاية الأهمية والأصالة والروعة . وماهذه المقالة إلا محاولة متواضعة وجدية لتقييم ماأراده البيروني أو ماكان يجول بخاطره لنقله إلى القارئ من أفكار وآراء وتوجيهات من خلال مقدمة الكتاب والتي تثير في النفس تساؤلات عديدة نبينها ونشرحها باختصار بالطريقة التالية :

١ — هل كانت المناقشات والأفكار والمبادئ التي خطتها يد الشيخ العالم أبي الريحان البيروني وهو يدب بخطى وئيدة إلى نهاية مسيرة هذه الحياة الدنيا أفكاراً عابرة متفرقة وخواطر ثائرة أو شاردة لاترتبط بينها أوصال ولا تنتظم منها رؤية واضحة أو توجيه جاد معين ؟ .

٢ — أو كانت تعابير روح ثائرة على مجتمع مادي يعتوره الفساد والظلم والتكالب والأنانية وانتقاداً ساخراً لأنظمة بالية فيزيح بقلمه الغطاء عن عوراتها ويكشف أستار محتوياتها ومكنوناتها سافرة أمام نور الحقيقة وجمال الفضيلة ومكارم الأخلاق ومجد الخلود ؟(٣) .

---

١ — البيروني ، في **الجواهر** ، طبعة ١٩٣٦ م السابق ذكرها ص ٣١ ، ٤٩ . بلغت مدينة غزنة زمن المؤلف أعلى درجات الأهمية والعظمة والنفوذ وامتدت سلطة ملوكها من أواسط الهند إلى إيران وفي ذلك الباكستان والأفغانستان والبلاد المجاورة لها ويعتبر الأمير محمود الغزنوي مؤسسها الحقيقي انظر محمد ناظم ، حياة **السلطان محمود الغزنوي وزمنه** ، كبردج إنكلترا ، ١٩٣١ م .

٢ — كلمة الترويحة استعملت في شهر رمضان المبارك لاستراحة العابدين بعد كل أربع ركعات فسميت صلاة التراويح لأنهم كانوا يستريحون بين كل تسليمتين (مفردها ترويحة) ثم أطلقت على الجلسة مطلقاً للترويح عن النفس . انظر **لسان العرب** لجمال الدين محمد بن مكرم الأنصاري ابن منظور ، طبعة القاهرة ، بولاق ، ج ٣ : ٢٨٧ — ٢٨٩ .

٣ — **المقدمة** لكتاب البيروني في **الجواهر** تتضمن مبادئ وخواطر واتجاهات لابد أنها كانت تحوم في فكر هذا العالم القدير والباحث المدقق والاجتماعي الخبير العارف بأحوال الطبيعة البشرية والآن قد حانت له الفرصة المشاركة بل والمساهمة بها والكشف عنها كأفكار متواترة في كتاب علمي لاينتظر أن تثير أية ضجة أو معارضة

←

٣ ــ أو أنه يقدّم فيها نظاماً اجتماعياً شاملاً وصالحاً يتماشى مع روح عصر سداته الايمان والمروءة ولحمته الدين الصحيح الحنيف كاشفاً فيه عن أهداف وآراء اقتصادية وأخلاقية بنّاءة شافية لأسقامه الكثيرة ؟ .

٤ ــ أو هل هي تصدير مبدئي وتقديم مقصود وتمهيد متسلسل ليرينا علاقة هذه الأحجار الكريمة والفلزات النفيسة والأعلاق المفضلة التي هي موضوع الكتاب نفسه بما لها من صلات وتأثيرات وملابسات في مجتمع مشعب الأهداف متباين في مآربه ومشاربه معقد في أطماعه وأحلامه ومعاملاته ، كثيرة تيّاراته الفكرية والمادية ؟ أو هل هذه هي الأسئلة الأربعة مجتمعة مترابطة؟ وأن هناك خيطاً غير منظور يجمع هذه الدرر المتناثرة في قلادة أو عقد متصل الحلقات جميل الرونق نادر الثمن ؟ .

في مقدمة الجماهر هنا لأول وهلة نجد أمامنا أفكاراً جديدة نقادة في الفقه والتشريع والعلوم العامة والتاريخ الطبيعي والأدب والاجتماع والتجارة والعمران متبعثرة حينا وحينا في اتساق وتخطيط مرسوم ربما يراد الوصول به إلى غاية الكتاب نفسه ومادته أو إنها طفرة مقصودة تعبّر عن تبرم المؤلف من المجتمع البشري كلية أو تأسفه على أحلام وأمان رفيعة لم تتحقق فانطلقت هنا معبرة عن إرادتها بحرية رفيقة وبساطة جريئة[1] .

للإجابة بوضوح ودقة لابد من تقييم هذه الفصول وتعيين اتجاهاتها واحداً واحداً

من أعدائه وأولئك الذين يحاربون كل اكتشاف ويناوئون كل فكر جديد محدث انظر مقدمة أ.م . بلنسكي ، **في علم المعدنيات** ،موسكو ، ١٩٦٣ م ، والجمعية الإيرانية ، **كتاب تذكاري للبيروني (٣٦٢ — ١٣٦٢هـ)** كلكتا الهند ، ١٩٥١ م ، بول كراوس ، « البيروني عالم القرون الوسطى الإيراني » ، **مجلة الإسلام الألمانية** ، ٢٦ (١٩٤٠م) ص ١٥ ، وماكتبه أيلهارد فيديمان في أعمال البيروني في العلوم الطبيعية، ارلانجن ، ألمانيا ، وبنوع خاص أطروحة صديقنا المرحوم الدكتور محمد يحيى الهاشمي في **كتاب البيروني في الجواهر** ، بون ، ألمانيا ، ١٩٣٥ م (بالألمانية) .

١ – عبقرية البيروني تبدو أيضاً في سعة اطلاعه وقوة ملاحظته فهو يتكلم في العلوم الطبيعية والاقتصادية والدين والاجتماع والسياسة بهدوء وثقة العارف بموضوع بحثه وبأصالة الباحث فيما يعرفه عن اختبار شخصي بدون تكلف أو مراوغة لذا يطلع علينا بنظريات مقبولة وآراء هامة وتعقيبات تلقي ضوءاً كاشفاً لنا الكثير عن تلك الحقبة التي عاش بها في تاريخ الأمة الإسلامية لذلك نجد جورج سارتون في **مقدمته لتاريخ العلوم**، المجلد الأول ص ٦٩٣ — ٧٣٧ يطلق على النصف الأول من القرن الحادي عشر ؛ م ، عصر البيروني ولكنه أخطأ بظنه أنه شيعي معاد للعربية والعروبة فقد كان بعكس ذلك .

For detail see E.S. Kennedy, «Al-Bīrūnī.» *Dictionary of Scientific Biography*, vol. 2. New York, C. Schribner's Sons, 1970, pp. 147-158.

مع تحليل مقتضب لمحتوياتها ومقاصدها وأسبابها القريبة والبعيدة ولابد لنا من القول قبل البدء في التعليق والشرح بأن هذه المقدمة بجملتها تقدم لنا حقاً قطعة أدبية رائعة ودرساً اجتماعياً قيماً ونبذة علمية نادرة وشرحاً موضوعياً بديعاً لأحوال الدين والدنيا للمجتمع الإسلامي في العصر الوسيط وكل ذلك في نظر ثاقب رصين مؤمن بالحياة ويهزأ بالإخفاق والانهزامية والإذعان .

الافتتاحيـــة :

يهمل البيروني في افتتاحية كتاب الجماهر هذا ذكر اسم الكتاب وعنوانه من ناحية أو مقصده وأهدافه وأغراضه من ناحية أخرى كمـــا نجد في كثير غيره من تآليف هذا العصر الهامة في شتى العلوم[1] ، فلعل المؤلف اكتفى بذكر تصدير مقتضب معـــبر بكلتا الحالتين عن فاتحة قصيرة فيها يحمد رب العالمين « الذي لما توحد بالأزل والأبد وتفرد بالدوام والسرمد جعل البقاء في الدنيا علة الفناء والسلامة والصحة داعية الآفات والأدواء » ، كل هذا – في لهجة فلسفية – يوضح بأن خوف الإنسان من الفناء يدفعه للتمسك أكثر بالحياة الدنيا وتلهفه على طلب السلامة مهما كلف الأمر مع تأييد بعزم وثبات أمر محاربة الأسقام والآلام والطريق لاستعادة العافية ولكن هذا لايكون إلا بذاك وأما نوال السعادة فهو رهين القبول والرضى بحقيقة هذا التضاد في الحالتين .

ويشير البيروني إلى أهمية قبول قضاء الله وقدره الذي « قسم الأرزاق ووفق الآجال وصير سببها الإشاحة في الأعمال » ، مؤكداً ضرورة الجد والاجتهاد لنيل المراد . ثم يتحول المؤلف للإشارة إلى ظاهرة طبيعية هامة من عمل الخالق الذي « سخر الشمس والقمر دائبين على رفع الماء إلى السحاب حتى إذا أقلت الثقال ساقتها الرياح إلى ميت التراب وأنزلت إلى الأرض مـــاء مباركاً فأخرجت به خيراً متداركاً متاعاً للأنام والأنعام إلى أن يعود بجريته إلى البحار والاستقرار » موضحاً بذلك ما للقمر والشمس من تأثير

---

١ – كان أبو زيد حنين بن إسحق العبادي (٨٠٩ – ٨٧٣هـ) ، وعلي بن العباس المجوسي (ت ٩٩٤هـ) وغيرهما بعدهما قد ذكرا حول ثمانية رؤوس ينبغي أن تعلم قبل قراءة كل كتاب كغرضه ومنفعته وسمته وجهة تعليمه ومرتبته واسم الواضع وصحة وقسمة الكتاب . وقد تبع نصحهم كثير من مؤلفي هذه الحقبة انظر **كامل الصناعة الطبية** للمجوسي ، طبع بولاق ج ١ : ٩ – ١٢ ، و**الخطط المقريزية**، بولاق ج ١ : ٣ ؛ و**المسائل في الطب للمتعلمين** لحنين بن إسحق العبادي ، تحقيق محمد أبو ريان ومرسي عرب وجلال موسى ، دار الجامعة المصرية ، ١٩٧٨ .

في تبخر المياه وتكون السحب وتراكمها في الجو ثم نزول الأمطار واستقبالها مما يؤول إلى ارتواء الأرض المتلهفة العطشى وإعطائها الخصب والحياة فتزهر البرية وتبتهج وتسقى الأرض وتكتسي المراعي فيفرح قلب الإنسان بجود النبات والحيوان فيعود النمو والازدهار للبرية بأسرها ثم تعود زيادة المـاء مرة أخرى إلى البحار والأنهار من حيث جاءت أولاً وهلم دواليك . « ويعلم (الله) مايلج في الأرض وما يخرج منها وما ينزل من السماء وما يعرج فيها » وفي ذلك إشارة إلى مافي باطن الأرض من خير وكنوز من أحجار كريمة ومعادن تخرج بالكشف والحرث والتعدين والزرع وما تهبه السماء من ريح وشمس ومطر ومن جاذبية وإشعاع ودفء لازدهار المسكونة وظهورها في حالة جديدة قشيبة فنرى أنه حتى في هذه الافتتاحية المقتضبة حقاً إشارة واضحة إلى الجواهر والفلزات المخزونة والمدخرة في باطن الأرض رهينة الكشف لنفع الإنسان(1) .

ويستغرب القارئ أن يرى مصادر هذا الكتاب قليلة جداً ومحصورة لأن المؤلف يذكر اسم كاتبين فقط نقل عنهما إذ يقول : « ولم يقع إلي من هذا الفن غير كتاب أبي يوسف يعقوب بن إسحق الكندي في **الجواهر والأشباه** وقد افترع فيها عذرته وأظهر ذروته كاختراع البدائع في كل ماوصلت يده من سائر الفنون فهو إمام المجتهدين وأسوة الباقين(2) . ثم مقالة لنصر بن يعقوب الدينوري الكاتب عملها بالفارسية لمن لم يهتد

---

1 – **كتاب الجماهر** ، انظر طبعة ١٩٣٦م ، ص٢ ، وأيضاً ايلهارد فيدمان ، حول حركات الشمس والقمر ، **مجلة الإسلام** ، ج٤ (١٩١٣) ص٥ – ١٣ ، وفاضل الطائي ، «مع البيروني في كتابه **الجماهر في معرفة الجواهر** ، **مجلة المجمع العلمي العراقي** ، ج ٢٤ – ٢٥ (١٩٧٤م) ص ٥٢ – ٥٨ ، ومحمد جمال قندي وإمام إبراهيم أحمد ، **البيروني** ، دار الكاتب العربي ، ١٩٦٨

2 – لقد استفاد البيروني مما كتبه فيلسوف العرب يعقوب بن إسحق بن الصباح الكندي (ت حوالي سنة ٨٧١م في العاصمة العباسية) حول خواص الجواهر ونعوت الأحجار ووصفها ولكنني شخصياً لم أجد أية نسخ مخطوطة بعد التأكد والتعريف بالكندي وأعماله في هذا الباب ، انظر **الكندي فيلسوف العرب الأول** لمحمد كاظم الطريحي ، بغداد ، مكتبة المعارف ، ١٩٦٢م ، وفؤاد سيد ، **فهرس المخطوطات المصورة** ، القاهرة ، معهد المخطوطات العربية ، ١٩٦٣ م ، ص ٢ – ٣ ، والأب ج . مكارثي ، **التصانيف المنسوبة إلى فيلسوف العرب** ، بغداد ، ١٩٦٣ ،

See also S. Hamarneh, «Al-Kindī, a ninth-century philosopher, physician and scholar,» *Medical History*, 9 (1965), pp. 328–342; Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, vol. 3, Leiden, Brill, 1970, pp. 244–47; and J. Jolivet, and R. Rashed, «Al-Kindī,» *D. S. B. Supplement*, vol. 15 (1978), pp. 261–67.

ويذكر ابن النديم في **الفهرست** (طبعة القاهرة ، ١٩٢٩م) ص ٣٧١ – ٧٩ رسالتين للكندي في أنواع الجواهر الثمينة وفي أنواع الحجارة المعدنية (الفلزات) .

لغيرها وهو تابع للكندي في أكثرها وسأجتهد في أن لايشذ عني شيء ممـــا في مقالتيهما مع مسموع لي من غيرهما » . فالبيروني إذاً يشير إلى أنه استفاد كثيراً من كتاب الكندي المذكور أعلاه أولاً ، وقليلاً من مقالة الدينوري بالإضافة إلى ماكان قد سمعه وخبره البيروني نفسه من متعاطي مهنة العمل والاحتراف والتجارة في الجواهر وأشباهها مع أنه يشك في ثقتهم وينتقد ساخراً من نزاهتهم وصدق نيتهم فيما يعملون ويقولون ، « وإن كانت طبقة الجوهريين في أخبارهم المتداولة بينهم غير بعيدة عن طبقة القناص والبأزياريين (صيادي الجوارح وأنواع الطير) في أكاذيبهم وكبائرهم التي لو انفطرت السموات والأرض لشيء غير أمر الله لكانته . ولنا ببطليموس أسوة في تألمه من تخريصات التجار الذين لم يكن يجد بدأ من الاستماع منهم لتصحيح أطوال البلاد وعروضها من أخبارهم بالمسافات والعلامات » .

لذلك لابد أن البيروني قد اعتمد في الكثير من المعلومات التي قدمها في كتابه حول الجواهر على مشاهداته الشخصية وتجاربه واختباراته وتقييم الأمور التي سمعها ونقلها حسب مارآه فتكون أكثر قبولاً وواقعية ونقدر أن نتحقق صدق هذا من الأفكار الأصلية الهامة النيرة والصبر والنظريات التي احتواها كتابه هذا[1] .

فصل ١ : يقدم لنا هنا البيروني بحثاً ذا أهمية قصوى في تاريخ طريقة نمو النبات والحيوان وتطور هذه الطريقة وما تتميز به كل من هاتين المملكتين الطبيعيتين وكيف بذلك أزاح لنا الله الغطاء لمعرفة « علل جميع المخلوقات بكنه حاجاتها وبقدر ، لا إسراف فيه ولا تقتير ، وجعل النمو الذي هو زيادة في جميع أقطار القابل له طارئة عليه ومستحيلة إليه سبباً هو الاغتذاء وصير النبات مكتفياً بالقليل من الغذاء ماسكاً له ، لاينهضم بسرعة ، فاقتنع وثبت مكانه يأتيه رزقه من كل مكان فيجذبه بعروق دقاق في دقة الماء سارياً إلى جرثومته » . فالغذاء يأتي إلى النبات وهو في مكانه ثابت فتجتذبه الجذور الممتدة في عمق الأرض وتهضمه ثم كيفية تغذي النبات بمرور النسغ ببطء من الجذور صاعداً إلى فوق

١ – البيروني ، **في الجواهر** ، طبعة ١٩٣٦م ص ٣١ – ٣٢ ، ٤٠٩ ونسخة هارفارد ص ٤٤ – ٤٦ ، وإننا نجد في الواقع اقتباسات وإشارات إلى كتب ومؤلفين أخر كارسطوطاليس وجالينوس وجابر بن حيان والرازي وأحمد بن علي وابن الحسن الترنجي **والمسالك** للجيهاني **والممالك والمسالك** المسعودي **ومنافع الأحجار** لعطارد بن محمد **والموازنة** لأبي القاسم الآمدي **والنبات** لأبي حنيفة الدينوري وأسفار مختلفة من التوراة تبحث في هذا المجال .

من خلال الجذع والأغصان فإلى أجزائه العالية مقدّما نظرية طريفة هامة إذ فيها يبين بوضوح فيقول : « وترفع سخونة الجو بالشمس من أغصانه رطوباته » الأمر الذي من أجله يحدث فراغ والذي لابد من ملئه « فينجذب ماحصل (من الجذور) في الأسافل إلى أعالي أفنانه وينمو به » . وغاية هذا التطور والنمو ليبلغ ذروته لاستمرار الجنس « ثم يجري إلى ماخلق له بالإيراق والإزهار والإثمار » .(١)

وبعد ذلك يشير البيروني إلى الفارق الواقع بين طريقة نمو النباتات وبين كيفية تغذي الحيوان وسرعة الانهضام وأهميته ، وضرورة تنقل الحيوان بآلات الحركة لطلبه واحتياجه « إلى القضم والخضم » وللتقوت من هنا وهناك . من أجل ذلك أُعطي الحيوان بالطبيعة موهبة الحواس الخمسة ليميز بها بين مايضر وما ينفع وبين الممكن وغير الممكن معبراً عنها في النقاط التالية :

١ — « من بصر يدرك به المرغوب فيه من بعيد فيسرع إلى اقتنائه والمرهوب حتى يهرب منه ويستعد لاجتنابه واتقائه » .

٢ — « ومن سمع يدرك به الأصوات من حيث لايدركها البصر فيتأهب لها » .

٣ — « ومن شمّ يدل عليها من خواص فيها » فيقتفيها أو يتقيها .

٤ — ومن ذوق يظهر له به الموافق من الغذاء وغير الموافق منه فينجو بذلك مما هو سام ويبتعد عما هو تافه أو غير مستحب .

٥ — وأخيراً من لمس يميز به بين الحار والبارد والرطب واليابس والصلب واللدن والخشن واللين « فينتظم بها في الدنيا معاشه ويدوم انتعاشه ، » وهي ميزة للحيوان فوق

---

١٤ — البيروني قدم آراء أصيلة في العلوم الطبيعية ونظارات صائبة في مظاهر وطبائع الممالك الطبيعية الثلاثة كما نجد هنا في نظريته في تغذي النبات وصعود النسغ من جذوره إلى بقية أجزائه العالية . يان ولكزنسكي في استنتاجاته حول نظريات البيروني في انتخاب الأنواع وفكرة التطور :

Jan Z. Wilczynski,« On the presumed Darwinism of Alberuni, eight hundred years before Darwinism» *Isis*, 50 (1959), pp. 459-466.

يعتبر البيروني بأنها أفكار عابرة غير مقصودة ، مع أن هذا المفكر المسلم العبقري حاول أن يضع أعظم آرائه أصالة وجدية بهذا الأسلوب ، كما نجد في مقدمته لكتاب **الجواهر** وذلك حتى لايثير ضجة حوله ممن لايقيمون وزناً للتفكير الحر والذين يحاربون التجديد والأصالة في البحث العلمي والملاحظات الشخصية المتحررة . وهنا مثلاً نجد تعليقاً هاماً بالنسبة لتاريخ علم النبات يثبت مقدرة البيروني في العلوم الطبيعية . انظر في **تحقيق معالم الهند** ، حيدر آباد ، العثمانية ، المجلدان ١٩٥٧ — ١٩٥٨م وتحقيق ادورد ساخو ، لندن ، ١٨٨٥م (وطبع ١٩١٠م) ، ج١ : ص ٤٠٠ بالإنكليزية (ص ٢٠٠ النص العربي) .

النبات ، أحسن المؤلف توضيحها وتبيانها بدقة وحذاقة وصدق[1] .

ترويحة ١ : يتابع البيروني في الترويحة الأولى حديثه عن الحواس التي تنفعل بمحسوساتها أعضاء البدن الحيواني وأفعاله وقواه فيعطينا أفكاراً أخرى هامة وأصيلة بالاستمرار في تعريف الحواس وكيفية أدائها أفعالها بالنسبة لعلمي التشريح ووظائف الأعضاء فيضيف قائـلاً :

« فالبصر محسوسه النور الحامل في الهواء ألوان الأجسام خاصة وإن حمل أيضاً غيرها من الأشكال والهيئات حتى يعرف بها كمية المعدودات (والمرئيات إلى الشبكية فالعصب البصري فإلى الدماغ للحصول على الرؤية الكاملة) .

وأما السمع فمحسوسه الأصوات ، والهواء حاملها إليه ، والشم محسوسه الروائح ، والهواء يوصل حواملها إلى الخياشيم إذا انفصلت من المشموم كانفصال البخار من الماء باختلاط أجزائه المتبددة في الهواء .

والذوق محسوسه الطعوم والرطوبة تحملها وتوصلها إلى الذائق وتولجها في خلله . فإن آلاته من اللسان والحنك واللهوات متى كانت يابسة لم تحس بشيء من الطعوم وهذه الحواس الأربع متفرقة في البدن مختصة بأماكن لها لاتعدوها » .[2] ونستطيع في عصرنا الحاضر أن نشير لتلك الأماكن المعينة التي هي المراكز الأساسية لهذه الحواس في الدماغ وخلافـــه .

---

١ – يعطينا البيروني تحليلا علمياً لأحوال الحواس الخمس ووظائفها ونفعها للجسم ككل وقد تكلم في ذلك علماء الإغريق مثل ثيوفراستس وكتب عنه الكثيرون في العصر العربي الإسلامي كالمجوسي الآنف الذكر وغيره ، انظر عبد اللطيف موفق الدين البغدادي ، **مقالتان في الحواس ومسائل طبيعية** دراسة وتحقيق بقلم بول غليونجي وسعيد عبده ، الكويت ، وزارة الإعلام ، ١٩٧٢م في ٢٠٥ ص .

٢ – يوضح البيروني كعاصره ابن الهيثم أن البصر يحدث بضوء ترسله الأجسام في الهواء إلى العين فترى الأشكال والهيئات وكيف أن الهواء أيضاً يحمل الأصوات إلى الآذان وأن الهواء يحمل كذلك حوامل الروائح ويوصلها إلى الأنف حيث تنفصل مثل انفصال البخار عن الماء الغالي . وما أصدق قوله إن الرطوبة من لعاب الفم هي التي توصل طعم ما نأكل أو نشرب لحاسة الذوق من مسام في فجوات الفم واللسان واللهاة وإنه بدون هذه الرطوبة لاتحس الطعوم . وجدير بالذكر أن المؤلف يشير إلى مراكز لهذه الحواس وإن تفرقت مواضعها في البدن ويستنتج أنه كان يشير إلى مراكز في الدماغ لبعض الحواس كالبصر والسمع . انظر عبد اللطيف البغدادي ، **مقالتان في الحواس** ، تحقيق غليونجي ، ١٩٧٢م ، ص ٧٧ – ٨٨ .

والبيروني من ثم يتطرق إلى الحاسة الخامسة والأخيرة والتي تتميز عن الأربع السابقة فيقول : « وأما خامسها ألا وهي حاسة اللمس فإنها بعكس الأربع الأخرى عمت جميع البدن في أعضائه وفي آلات سائر حواسه ولم تنفرد بها دونها . وأول مانلاقي من ذلك محسوساته بواسطة الكيفيات التي هي في ظاهر البدن ولهذا كان الجلد بحس اللمس أولى وإليه أسبق ثم ماوراءه أولاً فأولا وطبقة طبقة بحسب اللـين واللطف إلى أن يبلغ الأغلظ الأكثف من دعائم البدن فيزول به حس اللمس عند العظام» . فواضح برأي المؤلف إذاً أن حاسة اللمس أقوى ماتكون في سطح الجلد ثم بعد ذلك تضعف تدريجياً اتجاهاً إلى العمق حتى وصول العظام حيث حاسة اللمس تكاد تكون معدومة[1] .

ترويحة ٢ : ينتقل البيروني هنا للحديث حول تفوق العنصر البشري على سائر المخلوقات لأن الله منحه شيئاً آخر بالإضافة إلى الحواس الحيوانية الخمس وهي « بمـا شرف به من قوة العقل » الذي تسلط به على المخلوقات وقدر على سياسة الأرض وتعميرها وتفهم أسرار الكون وتدبيره (أو لم يروا أنا خلقنا لهم مما عملت أيدينا أنعاماً فهم لها مالكون وذللناها لهم فمنها ركوبهم ومنها يأكلون ولهم فيها منافع ومشارب أفلا يشكرون) سورة يس ٧٠ — ٧٢ .

ولولا هذا الإحسان الإلهي لمـا استطاع الإنسان مقاومة الحيوانات وهو بالنسبة لها في القوة الجسمانية أضعف من الكثير منها ولايملك ماتملكه «من آلات الدفاع والنزاع» . والبيروني هنا أيضاً يقتبس ماجاء في سورة الزخرف : ١٢ (سبحان الذي سخر لنا هذا وما كنا له مقرنين) . فنعمة العقل والتمييز للتسلط على سائر المخلوقات ماهي إلا إكرام سماوي والتي يأمل المرء من خلالها خير الجزاء بعد المنية . ويضيف المؤلف قوله : « إذ الرغائب بالمتاعب ونيل البر بالإنفاق من الحبائب » إذ لابد من « احتمال قرص النحل حتى يجتنى العسل » وليكن العطاء مما يختزنه الإنسان لعمل الخير والإحسان للآخرين أجراً واحتسابا .

ويضيف المؤلف وهنا أيضاً حول أهمية ذكر حاستي السمع والبصر حيث « جعلتا لهما مراقي من المحسوسات إلى المعقولات . أما البصر فللاعتبار بما يشاهد آثار الحكمة

١ — في الجواهر طبعة ١٩٣٦م ص ٤ ، يؤكد البيروني بأن العظام (وليس الطعام كما في النص خطأ) لاحس لها في حين يوجد حس في الأسنان بسبب وجود عروق دموية فيها وأن الجلد أكثر الأعضاء حساً وتعرضاً للإحساس . أبو بكر الرازي، الحاوي، مطبعة العثمانية ، حيدر آباد — الهند ، (١٩٥٥م) ص ٣ — ٤ .

في المخلوقات والاستدلال على (عظمة) الصانع من المصنوعات » ويستشهد بسورة فصلت : ٥٢ (سنريهم آياتنا في الآفاق وفي أنفسهم حتى يتبين لهم أنه الحق)[١] . هذا مايختص في أمر البصر « وأما السمع فليسمع به كلام الله بأوامره ونواهيه ويعتصم فيها بحبله فيصل إلى جواره » ويستشهد بقول أعشى بني أبي ربيعة إذ يقول :

كأنَّ فؤادي بين جنبي عالم بما أبصرت عيني وما سمعت أذني[٢]

فالبيروني إذاً يؤكد بأن هناك مصدراً أكيداً للحصول على العلم ألا وهو هاتان الحاستان ، البصر والسمع ويضيف إليهما الفؤاد (وليس الدماغ) مشيراً إلى آية من سورة الإسراء : ١٠٤ (إن السمع والبصر والفؤاد كل أولئك كان عنه مسؤولا) . موضحاً بأنه من فضلة القلب يتكلم اللسان مقتبساً قول أبي تمام :

ومما قالت الحكماء طرا لسان المرء من خدم الفؤاد[٣]

لأن السمع والبصر حسب رأي البيروني وبأسلوبه البليغ الرفيع يعتبرهما « آلتا الرقيب » بهما يكتشف المرء نفسه وبيئته ويرى ماهو خفي عنه غير ظاهر له ولايعرف أبداً حق قدرهما إلا عند فقدهما لكل مايخصهما في الحياة من متعة وسلوى وجمال وأنس .

أما الحواس الأخرى فإنها برأي المؤلف أليق بالبدن منها بالنفس من مذاق وتحسس واستنشاق ماحولها . وهي أقرب إلى الحيوانية الجسدية منها إلى الإنسانية الفضلى بالرغم

١ – يقتبس المؤلف أيات من القرآن الكريم حول إدراك عظمة الخالق من مصنوعاته، وهذا يتفق مع **سفر المزامير** في الآية ١٩ : ١ « السموات تحدث بمجد الله والفلك يخبر بعمل يديه» وكذا رسالة رومية ١ : ٢ « لان امور الله غير المنظورة ترى منذ خلق العالم مدركة بالمصنوعات قدرته السرمدية ولاهوته » انظر كال اليازجي **معالم الفكر العربي في العصر الوسيط** ، طبعة رابعة منقحة ، بيروت، ١٩٦٦ ص ، ٣٢٢ – ٣٣٠ .

٢ – أعشى بني أبي ربيعة بن خارجة أبو المغيرة وينتمي إلى قبيلة بني شيبان كان معاصراً لأعشى تغلب وتوفي في عام ١٠٠ هـ / ٧١٨ م ، انظر لويس شيخو **شعراء النصرانية** ، طبعة ثانية ، ج ٢ ، بيروت ، دار المشرق ، ١٩٦٧ م ، ص ١٢٩ – ١٣٥ ، وفؤاد سزكين ، **تاريخ المخطوطات العربية** ، ج٢ ، ١٩٧٥م، ص ٣٣٠ (بالألمانية) .

٣ – أبو تمام هو حبيب بن أوس بن الحرث بن قيس الطائي (١٧٠ – ٢٢٨ هـ / ٧٨٨ – ٨٤٥ م) شاعر عباسي سوري الأصل عاش بدمشق وحمص وبغداد والقاهرة وفارس وكان قوي الحافظة بديع الأسلوب طبع ديوانه في بيروت والقاهرة أكثر من مرة مثلا ، المطبعة الأدبية ، بيروت (١٨٨٩) وكذلك ديوان الحماسة له . انظر سزكين ، ٢ : ٥٥١ – ٥٥٨ ، وشيخو ، ٢ : ٢٥٦ – ٢٦٠ ، ويوسف إليان سركيس ، **معجم المطبوعات العربية والمعربة** ، القاهرة ، ج ١ : ٢٩٦ – ٧ .

من أنها مبدئياً تتطور وترقى وتتهذب من منطلق أوضاع الإنسان الفكرية وأحلامه وتفاعله واستنباطاته حتى تبلغ بهذه المشاعر والأحاسيس إلى أقصى غايتها البشرية النافعة[1] .

تروبحة ٣ : هنا يتكلم البيروني عن الاستئناس كنتيجة إلى التجانس مقتبساً المثل القائل « إن الشكل إلى الشكل ينزع والطير مع ألافها تقع » أو كالقول الشائع في يومنا هذا « إن الطيور على أشكالها تقع » . والمؤلف مثلاً يشبه كيف أن الأخرس ينجذب ويستأنس بالأخرس نظيره يخاطبه بالإشارات التي يفهمها كل منهما أو بالإيماء بالأعضاء مقتبساً سورة الروم : ٢٠ (ومن آياته أن خلق لكم من أنفسكم أزواجاً لتسكنوا إليها وجعل بينكم مودة ورحمة) ومن هنا يستدل على إمكانية ودواعي التقارب بين الناس للتعارف والتآخي من جهة واحدة والسعي في طلب الأمان من الشر والخطر والتفرق والدمار من جهة أخرى حتى يتضاعف الأنس ويزول النفار بين الشعوب ويعتبر المؤلف أن فضيلة الاستئناس هذا إن هي إلا أسباب تدفع بالناس إلى التعاون والتقارب الواحد من الآخر والاجتماع لتأسيس القرى ونشوء المدن والدساكر وتطورها[2] .

تروبحة ٤ : ومع كون الإنسان اجتماعياً بطبعه إلا أن المؤلف هنا يعالج أمور الناس بالنسبة لبنية أبدانهم وجبلتهم الجسمانية وماتركب منه من أمشاج وأخلاط متضادة وشهوات متعارضة وأمزجة مختلفة فتتباين نتيجة لذلك أخلاقهم وطبائعهم وأهوائهم حتى أن يقهر أحدهم الآخر ويظلمه ويغمط حقه فينتج عن ذلك أن الشخص المظلوم يصبح دائم النزوح لإزالة القهر عنه فينشأ عنده حب الافتراق والابتعاد طالباً للهجرة إلى أوطان أخرى وحتى مع هذا نجده في غربته عرضة للأخطار الخارجية ومداهمة البلايا والمحن أضف إلى ذلك ضعفه وعجزه مما يجعل المرء دوماً في حالة القلق وفي حاجة للعون والإسعاف والأمان ومن هنا جاءت رغبته الملحة والأكيدة ينشد حياة الوئام والتمدن والسعي للتجمع في القرى والمدن العامرة ليقرب من أخيه الإنسان ويستقر .

١ – تدل هذه المناقشات على إنسانية البيروني وسمو نفسه ، فحواس الشم والذوق واللمس برأيه تخدم نمو الجسد ولذاته ورغائبه لذا بالإمكان السمو بها إلى درجات عالية ومثالية بواسطة ضبط النفس وقمع رغبات الجسد وبالتفكير بالأمور الجليلة الطاهرة والعيشة النقية ، وكان أبو بكر الرازي في كتابه **الطب الروحاني** ينزع هذه النزعة ذاتها ،حقق الكتاب وله ترجمة بالإنكليزية أيضاً عام ١٩٥٠ م .

٢ – يرى البيروني ميل الإنسان لإنشاء مجتمع كأمر طبيعي تمليه الغريزة والحاجة للأمن وتوفير أسباب العيش المختلفة،ومن قبل تكلم ابن خلدون في مقدمته عن العمران والنظم الاجتماعية والاقتصاد .

وفي تجمع الناس ضمن المدن نجد أنهم لو تساووا بالاختبار والهمم ، حسب رأي المؤلف ، لضاعت عليهم منافع كثيرة وأدى تساويهم في نهاية الأمر إلى هلاكهم جميعاً . فلا بد إذاً من اختلاف المقاصد والإرادات والمواهب والكفاءات وبذلك تتعدد أنواع الحرف والصناعات وتزداد المآرب وتتعقد الخدمات ويصير الإنسان في حاجة لأخيه الإنسان على المستويات والكفاءات أو أن ذلك يؤول به لطلب واستخدام لمقايضة أو مقابل سلعة أو أجرة يتفق عليها ويتقاضاها الواحد من الآخر إما لحاجته الضرورية أو لاستغنائه عنه كأن تقدم سكة معينة أو أثمان عامة وعملة تقدر بدل خدمات معينة، « فاختاروا لها ماراق منظره ورواؤه وعز وجوده وطال بقاؤه ، » من أنواع العملات والمسكوكات والمعادن وحتى الجواهر الثمينة التي كثر انتشارها وازداد وتأيد تداولها بين الناس في المبايعات ولأن استخدامها يصبح سبباً لبقائها وندرتها وعظم قيمتها . ومن أجل ذلك نرى أن المؤلف يبحث في فلسفة قيام العملات والسكة بأنواعها وتاريخها وما آل إليه الأمر من انقياد الناس لتعظيمها وتقييمها « بالتوحيد والتصغير بالتجزئة والتبديد والتختم بالتنقيش والتصوير متردداً بين صنوف الهيئات والصور مع ثبات هيولاه ومادته » من نفيس الجواهر والعملات وما إليها[1] .

إن هذه الجواهر المتداولة بين الناس والمخزونة في باطن الأرض وما هو مستور منها عن الأعين إن هي إلا ودائع صالحة أعدها الله تعالى مزودة بالآلات التي بها أزاح علل الخلق ومجريات الكون وتقييم آثارها وقد هدى الإنسان بالعقل المنبه إلى الآيات الكريمة بواسطة الرسل والأنبياء المرشدين إلى صلاح العقبى وقد وكل الأمر في الورى للملوك خلفائهم ليعملوا على نشر العدل وإعلاء الحق لما هو في صالح الناس جميعاً ورأفة

---

١ – لقد عالج البيروني تاريخ استعمال النقود والمسكوكات وصناعة الاختام وأسباب انتشارها وأوزانها وأشكالها وندرة الأحجار الكريمة والمقايضة بها وأثمانها معادن الذهب والسكة في الإسلام والمعاملات التجارية . ثم إن الدكتور محمد يحيى الهاشمي في « نظريات الاقتصاد عند البيروني » في **مجلة المجمع العلمي العربي** ، دمشق ، مطبعة ابن زيدون ، ١٩٣٧ م ، ج ١٥ ، ص ٤٥٦ – ٤٦٥ ، وفي مجلد **العالم أبو ريحان البيروني** ، أسبوع العلم الرابع عشر ، دمشق ، مطبعة الجامعة ، ١٩٧٤ م ، ص ١٨١ – ١٨٩ ، يعتبر البيروني رائداً في علم الاقتصاد وإن «الأزمات مهما تراءت لنا بمظهر مادي هي في الحقيقة أزمة روحية » انظر **السكة في الإسلام** لعبد الرحمن محمد ، القاهرة ، مطبعة المكتبة المصرية ، ١٩٥٧ م ، وأيضاً **صبح الأعشى** ، لأبي العباس أحمد القلقشندي ، القاهرة، ٣ : ٤٣٦ – ٤١ ، ٤٦١ – ٦٣ وقد اكتشف هذه النظرية الاقتصادية في مقدمة البيروني في شرحها .

M. J. Haschmi, *Die Quellen des Steinbuches des Beruni*, an inaugural dissertation (Ph. D.), Bonn University, 1935, pp. 42–59.

بهم وإحسانا إليهم ومنفعة لهم قد سبق مخبأ لهم قبل خلقه إياهم جميعاً الموزونات في أرحام الأرضين تحت الرواسي الشامخات للانتفاع بها في الاجتلاب والدفاع الصيانة والاعتدال كما جاء في سورة الحجر : ١٨ (والأرض مددناها وألقينا فيها رواسي وأنبتنا فيها من كل شيء موزون)(١) .

ويعتقد البيروني أن الترتيب الإلهي قدّر بأن تكون مصالح الناس ومعاملاتهم التجارية الاقتصادية والخدمات التي يقوم بها أحدهم تجاه الآخر يجب أن تكون على حساب التقييد والمعاملة بالفضة والذهب وتقدير قيمها نقدياً ومعنوياً وعلى مقتضاه إذ هو أيضاً هدى الإنسان لاستخراجها من معادنها التي اختزنت في أعماق الأرض ألوف السنين وقد منح هؤلاء الملوك الخلفاء السلطة والرياسة ووكل لهم السياسة والأمر والنهي لاستخراج هذه المعادن الثمينة وليصنعوا منها العملة والنقود ويحفظوها من تمويه الخونة الخادعين وتزييفهم أولئك الذين يروجون أشباه الفضة والذهب المغايرة لهما في الجودة والنقاء والدقة ويهذبونهما عن الأدناس والغش وذلك بالسّبك الأصيل والطبع في السكة المضمونة لإحقاق الحق وإزهاق الباطل وتأمين مصالح العباد وللحيلولة دون ترويج ماهو مغشوش مزيف من معدنهما ، « وهذا وأمثاله هو المحوج لولي الرياسة إلى مراعاة شروط السياسة ليستحقوا اسم الخلافة في الخلق وسمة الظل في الأرض عند التقبل بأفعاله سبحانه في التعديل بين الرفيع والوضيع والتسوية بين الشريف والضعيف من خلائقه ووفق الله للخير كل مستوثق به » .(٢)

ترويحة ٥ : يتابع البيروني في حديثه هنا حول أهمية الذهب والفضة في اقتصاد

---

١ – اعتبر البيروني التطور ونظرية النمو ضمن إطار إيمانه بالله كخالق العالمين ورأى أن كل ماخلقه الله كان حسناً وكاملاً ومع تمجيده لقوة العقل والمنطق إلا أنه كمؤمن رأى أن أهمية العقل أولا هي في فهم كلمة الحق والإصغاء لقول الأنبياء والمرسلين ، وبقي أميناً في اعتقاده بشرعية الحكم للخلفاء العباسين مدافعاً عن كيانهم ضد المقاومين والفاتنين عليهم معترفاً بولائه لهم حتى الرمق الأخير من حياته ، فهم الأصل ولهم الاختيار والشرع ليجروا عدلا كأمراء المؤمنين وقد منحهم الله حتى الكنوز في باطن الأرض وتحت الجبال الثوابت ومن كل بمقدار وبكل حكمة وفطنة . انظر جرجي زيدان ، **تاريخ التمدن الإسلامي** ، القاهرة ، ج١ : ص ١٤٠ – ١٤٦ .

٢ – كما كانت الأدوية والعطور والأطايب تغش بما هو دون من مفردات الطب كذلك كانت الجواهر تغش بالنحاس وغيره . انظر أحمد القلقشندي ، **صبح الأعشى** ، ج٢ ٩٧ – ١١٨ : وحول المعاملات بالسكة انظر مقالة صالح الحمارنة ، « العملة العربية الإسلامية في بلاد شمال وشرقي أوربا ودلالتها في العلاقات التجارية » ، **دراسات** (عمان ، الجامعة الأردنية) ، ج٢ (أيار ١٩٧٥م) ص ٣٩ – ٥٧ .

الشعوب واتجاهاتها السياسية وحياتها الاجتماعية وما يتبع ذلك من أمر الجشع البشري وتكالب الناس على المادية لتعلقهم بهدبها فيقول ، « لما سهل الله على الناس تكاليف الحياة وتصاريف المعاش بالصفراء والبيضاء (يعني الذهب والفضة) انطوت الأفئدة على حبهما ومالت القلوب إليهما كميلهما في الأيدي من يد واحدة إلى أخرى واشتداد الحرص والشح على ادخارهما والطمع والاستكثار منهما وجل محلهما من الشرف والأبّهة وضعاً لاطبعاً واصطلاحاً فيما بين الناس لاشرعاً بل اتفاقاً لأنهما ماهما إلا حجران لايشبعان بذاتهما من جوع ولايرويان من صدى ولايدفعان بأساً ولايقيان من أذى » ، وما أصدق هذا منذ زمن المؤلف وحتى وقتنا الحاضر أو أكثر .

ويتابع البيروني المنطق ذاته فيقول : « وكل مالم ينتفع به من غذاء يقيم الشخص ويبقي النوع ، ومن ملبوس يدفع بأس البائس ويقي أذى الحر والبرد ومن كن (مسكن) يعين على ذلك ويقبض يد الشر فليس بمحمود طبعا » . فالبيروني يؤكد الناحية العملية في المجتمع البشري فيرى أن الذهب والفضة بحد ذاتهما ليس فيهما غنى في قضاء حاجة من مأكل أو ملبس أو مأوى وإنما هما ممدوحان بالعرض وضعاً إذ بهما يمكن الحصول على سد حاجات الناس وتأمين أعوازهم لذلك هم سموا المال خيراً وكذا من يجود بالدراهم فإنه جائد بجميع الخير لأنه وإن لم يكن ذلك في طبعه فإنما يكون في ضمنه لاحتوائه على المناهج والقدرة في نيل المآرب والوصول إلى ميناء السلامة وغبطة العيش[1] .

ولإعطاء مثل من الأمثال حول هذا الموضوع مايرويه المؤلف في قالب قصصي كالآتي :

« إن قوما أرست بهم السفينة في جزيرة منعزلة عن الطرق التجارية البحرية الهامة ، فخطر على بال أحدهم إذ أراد شراء حاجة عرضت له (فانقل إنها من مأكل أو ملبس) وبمقابل ذلك فإنه دفع ديناراً (على سبيل المثال) كثمن جيد لرجل من أهل تلك الجزيرة

---

١ - يوضح البيروني أن الذهب والفضة والأعلاق النفيسة الأخرى هي هبات إلهية أعطيت لسد أعواز الناس المتاجرة ولكن الإنسان مفطور على الطمع ومحبة المال التي هي أصل لكل الشرور فزاغ من غباوته عن الإيمان وطعن نفسه بأوجاع كثيرة ، مع ذلك يعظم الناس ويبجلون مالكها حتى تعاطيها باليد له جاذبية خاصة فكنزها الكثيرون المتعة وطلباً في تأمين عيش رغيد . أما قيمة المال الحقيقية فهي وضع لاطبع ، لم تمدح بالشرع بل اصطلح عليها في المعاملات التجارية فهي لاتروي من ظمأ ولا تدفع أذى إنما «دعي المال خيراً» لأن من يجود به يؤمن حاجات الناس الضرورية مع أن هذا ليس من طبعه ، في الجواهر ، طبعة ١٩٣٦م ص ٧ — ٩ ، ويحيى الهاشمي « نظريات الاقتصاد » ص ١٨٦ — ١٨٩ .

وما كان من أمر هذا الرجل (من سكان تلك الجزيرة) أن أخذ هذا الدينار يقلبه ويشمه ويذوقه فلما لم يؤثر منه شيئاً في هذه الحواس أثر نفع أو لذة ردّه إليه إذ لم يستجز دفع ماينتفع به بما لانفع فيه » في عرفه وعادته . هكذا فإن العبرة في هذه المثال أو تلك القصة أن المقايضة الصحيحة هي التي ينتفع منها لكلا الطرفين وأن المعاملة الطبيعية المباشرة بين النظراء هي التي تتم من حيث المبدأ في إبرام الصفقات التجارية المتبادلة والتي تصبح حقيقة وأسساً ومنبعاً لنظام المعيشة ولمداولاته بين الناس في الحضارات الإنسانية وبين الشعوب الراقية المتحضّرة والتي يمكن الاستفادة منها في النظم والخدمات الإدارية العصرية(١) .

أما المعاملة الوضعية المحلية فقد جاءت على الأعم حسبما ورد ذكره من الشعوب المتمدنة الماضية والأمم المعاصرة ، في أمر ماتسمى بالفلزات (وهي كلمة تطلق على جواهر الأرض كلها من معدن وحجارة كريمة) وتعريفها وأهميتها واصطلاحاتها واستعمالاتها . وبسبب انتشارها وشيوعها فقد كانت ومازالت تزدان وتزدهي في أعين البشر حتى شَغُفَتْ بها الأفئدة وصارت متعارفة بين غني أو فقير متداولة بين ذوي الجاه والمتواضعي السمعة ليس من أجل قيمة حقيقية بها ذاتها وإنما بمـــا هو متعارف به مصطلح عليه حتى صارت مرغوبا فيها لدى الجميع ويحلو لهم امتلاكها . وقد أبان القرآن الكريم كيف أنه قد زين للناس صلاح المعيشة بالنساء وقرة العين بالأولاد وقوة القلب وبهجته وميوله باحتكار الأموال وكنز قناطير الذهب والفضة غريزة عزيزة لديهم(٢) .

إنه حقا من سخرية القدر ليس في عصر البيروني فحسب بل وحتى في زماننا الحاضر الواقعي أن نرى وجود طبقتين من الناس هما الصعالكة ورجال السلطنة شغلهما الشاغل كمأرب رئيسي في الحياة إنما هو تكديس الأموال بأي شكل ثم إن ظروفهما الخاصة كما يبدو تقودهما إلى مثل هذا التصرف الشاذ وكل من هاتين الطبقتين قد أساء استعمال مالديه

١ – لويس معلوف ، المنجد في اللغة ، طبعة ١٥ بيروت ، المطبعة الكاثوليكية ، ١٩٥٦م ص ٦٢٥، وانظر علي أحمد الشحات ، أبو الريحان البيروني ، القاهرة ، دار المعارف ، ١٩٦٨م ص ١٣٥ – ١٤٥ .

٢ – لقد اقتبس المؤلف الآيات التالية : سورة الحديد : ١٩ (اعلموا إنما الحياة الدنيا لعب ولهو وزينة وتفاخر بينكم وتكاثر في الأموال والأولاد كمثل غيث أعجب الكفار نباته ثم يهيج فتراه مصفراً ثم يكون حطاماً وفي الآخرة عذاب شديد ومغفرة من الله ورضوان وما الحياة الدنيا إلا متاع الغرور) ، ومن سورة آل عمران : ١٣ (زين للناس حب الشهوات من النساء والبنين والقناطير المقنطرة من الذهب والفضة والخيل المسومة والأنعام والحرث ذلك متاع الحياة الدنيا والله عنده حسن المآب) وللتفسير اعتمدنا كتاب الشيخ حسين محمد مخلوف ، كلمات القرآن تفسير وبيان ، القاهرة ، البابي الحلبي ، ١٣٩٠ هـ / ١٩٧٠ م .

من الثراء من ذهب وفضة وذلك بكنزهما بدلا من إنفاقهما ليتسنى تداولهما في أيدي الناس ويتحقق من أجل النفع الأعم والأفضل . ويخيل إلي بان كنز الأموال وحبسها هكذا مسألة تدعو للاستهجان وأمر مخالف لقصد الله تعالى الذي من فضل نعمته وحسن مشيئته سمح باكتشافها واستعمالها وابدال أثمانها لمصالح عباده وخيرهم وقضاء حاجاتهم في المعاملات التجارية المشروعة(١) .

وبطريقة فلسفية مفحمة يوضح البيروني كيف أن الله خالق الجواهر والمعادن النفيسة وبحكمته قد خزنها في باطن الأرض أجيالاً طويلة وأتاح للناس اكتشافها واستخراجها وإعدادها تسهيلاً للمعاملة والمداولة بين جميع الناس وفي كل مرافق الحياة . فأمر اكتنازها إذاً إنما هو مخالف لإرادة الله ومشيئته في مقدرات الناس وغمط لمنته وإحسانه بردها إلى باطن الأرض إلى مثل حالتها الأولى التي كانت فيها قبلا وهذا أمر يتنافى مع غاياته الفضلى وحسن تدبيره في الكون في هذه النظرية الاقتصادية المبدئية والاجتماعية البناءة والتي هي في غاية الأهمية حتى في عصرنا هذا ، حتى أن البيروني يشبه كون خزن الذهب والفضة وحجزها عن التداول مثلا بمفهوم رد الأجنة إلى الأرحام التي فيها تكونت ومنها خرجتْ ماهي إلا رجعة عقيمة وعود يائس لانفع منه ولا بركة فيه ولاسداد .

لذلك يضيف المؤلف مفسراً بقوله إن الذهب والفضة إذا أخرجا من معادنهما الأصلية في جوف الأعماق تصبح آنذاك كالزروع المحصورة في الفلاحة والأنعام المذبوحة لمربي المواشي لايسوغ غير جنيها وأكلها وإنفاقها والاستعاضة منها حيث يهيأ المعدن بأمر ذي سلطان كما تصنع نقود العملة في السكة بعد سبكها وطبعها دراهم وسواها « عينا وورقا (لأجل) ترديده في الأيدي على حسبة تجارة أو إيتاء في حقوقه »(٢) .

---

١ – في **سورة التوبة** : ٣٣ نجد أيضاً كشفاً لحالة روحية كئيبة حول أحبار اليهود ورهبان النصارى الذين كانوا يتكالبون على جمع الاموال وكنز الدراهم طامعين في عطايا الفقراء والمساكين مع أنه كان يجدر بهم الإنفاق وتقديم يد العون لهؤلاء الناس (ياأيها الذين آمنوا إن كثيراً من الأحبار والرهبان ليأكلون أموال الناس بالباطل ويصدون عن سبيل الله والذين يكنزون الذهب والفضة ولاينفقونها في سبيل الله فبشرهم بعذاب أليم) فصاروا بذلك عثرة بدل أن يكونوا بركة انظر سفر ارميا ، فصل ٢٣ : ١ – ٤ **وإنجيل متى** ، فصل ٦ : ٢٤ – ٣٥ .

٢ – العين هو الذهب المضروب للمعاملة التجارية وهو النقد المتداول بين الناس والعتيد من المال والعينة هي خيار المال في حين أن الورق (ج أوراق) هي الدراهم المضروبة انظر معلوف، **المنجد في اللغة** . وحول الصعاليك انظر **العصر الجاهلي** لشوقي ضيف ، القاهرة ، دار المعارف ، ط ٥ ، ١٩٧١ م ص ، ٣٧٥ – ٣٨٥ .

ترويحة ٦ : ينتقل المؤلف هنا للحديث في موضوع طريف ذي شقين ألا وهو التعريف بالمروءة والفتوة ومعناهما الحقيقي ضمن النظام والعرف الاجتماعيين . وهنا نقول إن المروءة تقتصر فقط في مفهومها على الرجل في نفسه وذويه وحاله فالمرء مبدئياً لايملك غير نفسه وقنيته وأملاكه لاينازعه فيها أحد فهي لذلك تدفع به لأن يظهر السعة لدى الآخرين ويخفي الضيق على نفسه ما أمكن فيصدق في ذلك القول : « المروءة الظاهرة في الثياب الطاهرة » وهي مايمكن تأويله « بأن لايعمل المرء سراً ما يستحي منه في العلن » ، وأن يكون في ذلك شعاره هو أن نفس الإنسان أقرب قريب منه وأولى ماتقدم في طلبه إنما هو للخير لها أولاً ثم ما هو دان منها وهكذا . أما الفتوة فتتعدى الحدود المرسومة في المروءة وتتخطاها إذ بها يحتمل المرء مغارم الآخرين وسائر المشاق لتأمين إراحة وإسعاد الغير فلا يضن بما أحل الله له وحرمه على سواه ليجود به طبعا ، فهو الفتى الذي اشتهر بعدم تمسكه بالمادة وعرف بالحلم والعفو والرزانة والاحتمال صابراً نائلا تعظيم الناس في تواضعه فرقي بذلك إلى أعلى المراتب رغم اعترافه بعدم استحقاقه نائلاً نتيجة لذلك خير الثواب . فهي إذاً « بشْرٌ مقبول ونائل مبذول وعفاف معروف وأذى مكفوف » . فالمروءة كل هذا من حسن الوفاء وكرم المحتد .

ويروي المؤلف قصة رجل كان يلبس كل يوم أحسن الثياب ويركب أفره الدواب ويسعى في تلبية حاجات الناس وشيكاً فقيل له لتعليل السبب في ذلك فأجاب بأنه قبلاً كان قد انغمس في جميع شهوات الحياة وملاذها من سكر وبطر ومنكر ولكن هذه كلها لم تشبع نفسه بل تركته تعيساً ، وأما الآن فليس أدعى لنفسه من مسرة ولا أكثر متعة وبهجة من رؤية إنسان أنعم إليه وأسعفه فشكره ممتناً عند الإخوان . من أجل هذا فهو في نشوة روحية دائمة وغبطة لاتوصف حتى أن المؤلف يسترسل في توجيه أطيب الثناء في مدح النفس العصامية التي لاتنهمك بمتاع الدنيا وملذاتها وشهواتها فتخسر الآخرة بل ينصرف نحو المنطلق الأفضل بالقناعة وكرم الأخلاق لسعادة الروح في الدنيا والآخرة[١] .

ومن وجهة أخرى يوصي المؤلف بأن يكون فضل الإنسان مرهوناً بأعماله الشخصية وليس بالافتخار بالأجداد وجاه الآباء والأقرباء السالفين وإلا « فهو الميت وهم الأحياء كما قال الشاعر :

---

١ – انظر مقالة تشنر حول الفتوة والمروءة عند البيروني، **مجلة الإسلام** ، ج ٢٤ (١٩٣٨) ص ٦٩ – ٧١ ، وفي الجواهر ، طبعة ١٩٣٦ م ص ٨ – ١٢ .

إذا المــرء لم ينهض بنفس إلى العــلا   فليس العظــام الباليــات بمفخــرِ

وربما أفرط الفتى فتجاوز » لذا ينبه المؤلف من مغبة الإفراط في إيثار الغير على النفس ببذلها « أنفة من تحمل العار أو دفعاً للظلم وحفظا لحق الجوار » ، أو في سبيل إكرام الضيف والحفاظ على الأمانة كمــا يروي عن سيرة الشاعر الجاهلي حاتم الطائي الذي اشتهر بشجاعته وسخائه حتى قيل عنه « أجود من حاتم » (توفي سنة ٦٠٥م) وكعب بن مامة الإيادي الذي يضرب المثل في جوده لأنه في ساعة العطش الشديد سقى صاحبه مما لديه من الماء ومات عطشان فأعطيا كل ماتملك اليد من دون مقابل (فالجود بالنفس أقصى غايــة الجود)[1] .

إذاً لايتمكن المرء من تحقيق الفتوة إلا متى نال هانئ العيش ورغيده واتساع النعمة ليقوى بذلك على مساعدة الآخرين بالكد والاجتهاد ولا ملامة على من لم تساعده الأقدار على الوفاء بالغرض ، مادام قد كرس نفسه لإيذاء العدو ونفع الصديق وإشراك غيره في رزقه مستشهداً بشعر علي بن الجهم السامي (الذي هجا المتوكل فحبسه وتوفي عام ٢٤٩هـ/٨٦٣م) : —

ولاعار إن زالت عــن الحــر نعمة   ولكــن عــاراً أن يــزول التجمــل

ثم أنه لايرائي لغرض تافه مذموم بل يقوم بواجبه احتساباً[2] .

<u>ترويحة ٧</u> : هنا يقارن البيروني بين العاقل الحكيم الذي يجد لذته في الأمور النفسانية الروحانية والمثل العليا التي يلاحظها بعين البصيرة والاعتبار وبين الجاهل الغبي المنغمس في اللذات الحسية والمنجذب إلى صنوف الزينة (بما فيها المجوهرات) وزخارف الحياة التي تستهوي الغريزة الحيوانية فترقص أضلاعه لهــا طرباً ولكن ماهذه برأي المؤلف ،

---

١ — حاتم الطائي (ت حوالي سنة ٦٠٥م) أحد شعراء العرب قبيل الإسلام اشتهر بشجاعته وسخاء جوده حتى ضرب فيه المثل في الكرم وله ديوان شعر طبع أكثر من مرة ، أما كعب بن مامة الإيادي فهو الجواد الذي آثر الموت عطشا ليعطي صاحبه مالديه من ماء .

٢ — علي بن الجهم (ت ٨٦٣م) كان شاعراً عباسياً تعشق حرية الرأي والإباء . وأما الحسبة فهي الاحتساب عند الله وقبول الأجر لعمل صالح ، سورة البقرة : ٢٦٢ — ٦٣ (قول معروف ومغفرة خير من صدقة يتبعها أذى . يأيها الذين آمنوا لاتبطلوا صدقاتكم بالمن والأذى) ولأجل التفسير انظر عبد الجليل عيسى ، المصحف الميسر ، القاهرة ، دار الفكر ، ١٣٨١هـ / ١٩٦١م مرتب حسب السور مع الشرح .

إلا لذائذ سريعاً ماتزول وتعقب بعدها الحسرة والندم وتبدل نضارة الشباب وجماله إلى حطام الانحلال وفناء القدرة وذبول القوام . « لكن هذه التذاكير لمـا كانت أعراضاً محمولة في أشخاص محدودة الأعمار بالية على تعاود الليل والنهار لم تخلد فهي من عالم الفساد والعناء فأقيم لهم بدلها من الجواهر المخزونة تحت الثرى في الأحجار المنعدة وفي المكنونة المصونة في أعماق البحار المسحورة ماكان أبقى على قرون تمضي وأحقاب تمر وتنقضي وكانت مِنّة عليهم » . من خالق الكون الذي هو عالم بما لا نعلمه وقد أودع وجعل هذه الكنوز جاهزة في حينها من صنوف الأحجار الكريمة مثل اللؤلؤ والمرجان والياقوت والزبرجد والماس وما إليها[1] .

ولولا أهمية الزينة في عداد المجوهرات والأعلاق النفيسة لمـا انفصلت مبدئياً عن الذهب والفضة فإن سبيلها كلها في عدم الفناء وعند الضرورات سبيلهما إذ برأي المؤلف لامنفعة مباشرة تجنى منها في قضاء الحاجات الضرورية المنشودة لذا وإن كانت مختلفة عن نفيس المعادن في تثمين الحوائج ومستلزمات العيش ، « فإنها كذلك مثمنة بهما وربما كانت على وجه التعويض مزيحة العلل وهي جواهر جسمانية (يعمم بهذا على الياقوت والمرجان واللؤلؤ والزبرجد وغيرها من الأحجار الكريمة) ونفاستها بما يحس الحس منها (فحاسة البصر ترى ألوانها الرائعة وجمالها البديع وتنسيقها وانعكاس الضوء عليها) فيمدح بحسب ذلك ما دامت مستبدة به (لأنه ما دامت أهواء الناظر مغرمة ومنجذبة نحو المظاهر الجسدية الخلابة والمغرية) فإذا قورنت بالجواهر النفسانية انكشفت (حقيقتها) وَذُمَّ منها ماكان يُحْمد على مثال وصف أبي بكر الخوارزمي : إن رجلاً (قيل فيه) إنه درة من درر الشرف لامن درر الصدف وياقوته من يواقيت الأحرار لا من يواقيت الأحجار »[2] .

---

١ – سورة الرحمن : ٢٠ : ٢١ (يخرج منهما اللؤلؤ والمرجان فبأي آلاء ربكما تكذبان) وسورة النحل : ١٣ وفاطر : ١١ (وترى الفلك مواخر فيه ليبتغوا من فضله وتستخرجون منه حلية تلبسونها) سورة الرحمن : ٥٦ – ٥٧ أيضاً (كأنهن الياقوت والمرجان) انظر حمارنه، فهرس الظاهرية الطب والصيدلة ، دمشق ، مجمع اللغة العربية ، ١٩٦٩م ص ١١٠ – ١١٤ .

٢ – هو أبو بكر الخوارزمي (٣٢٥ – ٣٨٣هـ / ٩٣٥ – ٩٩٣م) كاتب وشاعر عاش في سورية وعاصر الحمدانيين لاسيما سيف الدولة ومات في نيسابور وقد طبعت رسائله أكثر من مرة في القسطنطينية، مطبعة الجوائب ، ١٢٩٧ هـ ، ونشر مكتبة الحياة ، بيروت ١٩٧٠ وكذلك كتابه مفيد العلوم ومبيد الهموم (دمشق ، ١٣٢٣ هـ ، منسوب إليه) . انظر وفيات الأعيان لابن خلكان تحقيق إحسان عباس ، بيروت دار صادر ، ج٤ (١٩٧١) ص ٤٠٠ – ٣ ويبدو أن البيروني لم ينجذب كثيراً لزينة الجواهر ورونقها ولم يحسبها صالحة للسكة والمقايضات إذ كان يرى جمالا أحرى في جواهر الأخلاق ودرر الحكمة التي انجذبت نفسه إليها .

ترويحة ٨ : هنا يقابل البيروني بين لذة الروح السامية ولذة الجسد الأرضية مقرراً أن اللذة بالحقيقة إنما هي مسألة مرهونة بلزوم ماازداد الحرص عليه إذا دام اقتناؤه له . وهذه هي حالة النفس الإنسانية التي تستمتع بحيازتها للمعرفة النافعة والتعمق والغوص في المجهول وكشف أسراره وغوامضه « إلى أن يغلبها عند طلب الراحة من تعب المساعي ويلهيها عما كانت فيه بسبب العجز عن الاستمتاع » ، بما يشتهيه من رغبات أو فيما تطلبه من الحكمة والفهم .

وأما اللذات البدنية فإنها على النقيض إذ هي معقبة للآلام وجالبة للأسقام والأحزان تنبذ وتمل إذا دامت وتودي إذا أسيء أو أفرط في استعمالها الامر الذي يؤدي بها إلى العبودية والشقاء والانحطاط عقلياً وروحياً وجسدياً مثلها كمثل الطعام الذي يحلو للجائع ثم تقل لذته بمقدار ما يؤخذ منه حتى إذا أكثر المرء منه وأتخم « أدى إلى الغثيان والتهوع والقذف » . فأطايب الدنيا كلها خبائث ومحاسنها قبائح فهي لاتشبع قلب الإنسان من جوع إنما تغريه فينقاد إليها فتأسره ليعود إلى طلبها مجبوراً فاقد الإرادة . والأمر الطريف حقاً ، وهو من الأهمية بمكان في تاريخ الطب والمعالجات ، أن المؤلف يشبه الشخص المسترسل والمستهتر في شهواته الجسدية « كمثل المخمور في العقارات » المسببة للهلوسة والاعتياد والتي بعد فقدان تأثيراتها يعود مرة أخرى راجعاً إليها وبإلحاح يطلبها . وفي هذا نجد أيضاً دليلاً آخراً على تمكن استعمال مثل هذه الأدوية المخدرة وانتشارها وعلائم ومجريات الاعتياد عليها في عصره والذي كان شاهد عيان لأثرها وما تورث متعاطيها من سلب الإرادة للمقاومة والانصياع[1] .

ولايغفل المؤلف عن الجزم بأن في وجود اللذة الجسدية ونشاطها وطلبها يكون دوام النوع وإبقاء للشخصية البشرية ومميزاتها في تعمير الكون حتى أن بني الإنسان ينمون ويكثرون ويملؤون الأرض ولتكن خشيتهم ورهبتهم على كل حيوانات الأرض وكل طيور السماء[2].

---

١ – كان البيروني قد لاحظ سوء استعمال العقاقير المخدرة والتي تسبب اعتياداً يصعب التخلص منه إذ أن الكثيرين من الصوفية ومن عامة الشعب أخذوا بتعاطي الأفيون والحشيش ليس لأجل المداواة والشفاء فحسب بل كمخدرات ، **See Franz Rosenthal, *The Herb. Hashish versus Medieval Muslim Society*, Leiden, Brill, 1971, pp. 101–110; Sami Hamarneh, "Phramacy in medieval Islam and the history of drug addiction," *Medical History*, 14 (1972), pp. 226–237.**

٢ – هي الحكمة القديمة في قوله تعالى « أثمروا وأكثروا واملؤوا الأرض وأخضعوها وتسلطوا على سمك البحر وعلى طير السماء وعلى كل حيوان يدب على الأرض » **سفر التكوين** ١ : ٢٨ وأيضاً ٩ : ٢ ولكن البيروني فجأة ينتقل للحديث عن أهمية نظافة الفم والبدن اجتماعياً وصحياً ويشرح كيف أن التعرق يزدحم قليلا قليلاً ليسد مسام الجلد لذا وجبت النظافة والاستحمام مشبهاً ريح النفس الطيب بالمسك والعنبر .

ترويحة ٩ : يشرح البيروني هنا كيف أن للناس أحوالاً مختلفة في دنياهم يتقلبون فيها ويتعايشون معها فبعض منها يمرح وبعضها الآخر يذم ويرذل لاسيما ماهو مخالف للخاق القويم والنظافة وكرم النفس فالمحامد المشكورة فقطبها المروءة ، وإن مدار النظافة روحاً وجسداً هو على الطهارة والنقاء وإنه مغبوط وسعيد حقاً ذلك الشخص الذي له صديق مخلص ينفر مما لايرضاه لصديقه ويحب له مايريده لنفسه . ثم إن البيروني بالرغم من تقديره للصداقة وحسن العشرة إلا أنه يحذر من كثرة الأصدقاء وبلا حدود والذين يكثرون مع اتساع الحال والغنى وما أقلهم حين تشح ذات اليد مع أن في تكاثرهم الرقي إلى مراتب الرياسة والملك فيمن تعلو بهم الهمم ومن يطلبون الخير للجميع لاسيما لمن حولهم « تمنياً عند العجز وفعلا لدى القدرة » يوم تؤول إليهم الرياسة ، وطبيعي أن الجمال في الصورة وحسن االخَلْق محبوبان مرغوب فيهما « ولكن الصور عطايا في الأرحام لاسبيل إلى تغييرها لأحد من الأنام » إنما نزاهة النفس والدماثة هي في الأخلاق وحسن السيرة ومالك هواه هو القادر على نقاها من المذام والعار إلى المحامد وأعلى الرتب وما هذا إلا بمقدار مايعمل المرء على تهذيب نفسه بالحسنى وصالح الأفعال ومعالجة أسقامها بالطب الروحاني للتحلي بالفضائل والتقى والابتعاد عن الغضب والهموم[1] . في هـــذا المجال أيضاً يذكر البيروني بعض الأمور العملية التي بها المرء يستطيع أن يحسن خلقه وإن عجز عن تبديل صورة وجهه مع الإشارة لما هو معروف وبديهي أن الاهتمام إنما هو في المرتبة الأولى بالبشرة والتي هي أول مايلاقي من جسم الإنسان فينبغي إذاً تنظيفها بالماء الطهور وليس ذلك أدبياً وحسب العرف والعادة فحسب ولكن دينياً أيضاً ، [2] حتى أن السنانير الأهلية هي أحسن مثال في عالم الطيور في طلبها وسعيها في مراعاة نظافة جسمها والبيئة التي فيها تعيش على خير منهج .

ثم إن المؤلف يعدد بعض ما أوصى به رجال العرب ونساؤهم بناتهم من وجوب المحافظة على نظافة أجسادهن وبيوتهن طلباً في الإبقـــاء على السعادة الزوجية واعتبارهم

١ — كتب الكثيرون من علماء الإسلام وأطبائهم كالرازي وغيره في المعالجة التدريجية والطرق الواجب اتخاذها للرقي بالأخلاق وتهذيب النفس بالعادات الكريمة النزيهة فكما تلزم معالجة أمراض الأجساد كذلك وجبت معالجة أسقام النفوس . انظر فهرس الظاهرية ، دمشق ١٩٦٩ م ص ، ٨٧ - ٩١ ، وقد ترجم كتاب الرازي في الطب الروحاني إلى الإنكليزية في لندن ، ١٩٥٠ م كما حقق بالعربيه .

٢ — يقتبس المؤلف سورة المائدة : ٥ (ياأيها الذين آمنوا إذا قمتم إلى الصلاة فاغسلوا وجوهكم وأيديكم إلى المرافق وامسحوا رؤوسكم وأرجلكم إلى الكعبين) وفي الحديث الشريف : « النظافة من الإيمان » .

بأن الماء وحده هو أصل الطيب ورأسه(١) .

لذلك بعد الاغتسال بالماء الطهور يوصي المؤلف أولاً التزين بالأصبغة والألوان والتي بمعونة الضياء سرعان ماتلفت إليها الأنظار بواسطة حاسة البصر . فمثلاً فإن تبييض البشرة وتوريدها بالغمر ثم تسويك الأسنان وتنظيفها وتنقية الأشفار وتكحيل العين وصبغ الشعر وتمشيطه وقص ،مايحتاج إلى القص ونتف بعضها وتقليم الأظفار وتسويتها كل ذلك لأجل تحسين مظهر الإنسان وتجميل منظره مع النظافة والذوق السليم . يتبع ذلك ذكر الثياب الملاصقة والمحيطة بالبدن لاسيما الماسة للجلد والتي يجب تنظيفها ليبدو لونها الأبيض المحمود زاهياً مصقولاً ولامعاً للتخلص من الغبار والدخان وما يعلق بها من الشوائب أو مايعكر صفو لونها . ومن البداهة أن من ينظف ثيابه لابد أن يبدأ أولاً بتنظيف بدنه لئلا يدنس وسخ البدن ودرنه هذه الثياب البيضاء النقية التي يتدثر بها ، ومن بعد ذلك لابد له أن يهتم بنظافة البيت الذي يسكنه والمجلس الذي يأوي إليه ليحافظ على نظافة ثيابه وهندامه من الداخل والخارج فيتم بذلك المراد . وطالما عبر الناس في الماضي عن طهارة النفس والقلب معاً وشبهوها بنقاء الثوب وبياض الإزار والجبيب وغير هذه الأمثلة والعبر التي تدلنا على الاهتمام بنقاوة الإنسان وبيئته وحفظه جسدياً وروحياً ورفع مستواه أخلاقياً واجتماعياً(٢) .

ثم إن الجواهر تتلو الثياب رتبة من جهة الاهتمام حسب العادة في أكثر البلدان فيتحلى الذكور بالخواتم والتيجان « وما رصع من الوشم (الوشح) والمناطق والقلانس والقفازات والقضبان والأعمدة لهم ولمن مَثُل بين أيديهم وللإناث مالهن من المداري والأكاليل والأسورة والخلاخيل والجبيرات والمعاضد والعقود والقلائد » . وهناك من هم

١ — يقتبس المؤلف هنا عدة روايات ننقل بعضاً منها لطرافتها وأهميتها في علمي الاجتماع والنفس كقول أم توصي ابنتها عند زواجها : « إياك والغيرة فإنها مفتاح الطلاق وأنهاك من إكثار العتاب فإنه يورث البغضاء وعليك بالزينة وأزينها الكحل وبالطيب وأطيبه الماء » . وقول أخرى « كوني لزوجك أمة يكن لك عبداً وعليك باللطف فإنه أبلغ من السحر والماء فإنه رأس الطيب » . وأخرى أيضاً « كوني لزوجك فراشاً يكن معاشاً وكوني له وطاء يكن لك غطاء وإياك والاكتئاب إذا كان فرحاً والفرح إذا كان مكتئباً ولايطلعن منك على قبيح ولا يشمن منك إلا أطيب الريح ولاتفشين له سراً لئلا تسقطين من عينيه وعليك بالماء والدهن والكحل فإنه أطيب الطيب » . ومع أننا لانعرف شيئاً يذكر عن حياة البيروني الخاصة إلا أننا من هذا نميل للظن بأنه كان متزوجاً فما ألهته علومه وأبحاثه عن التأمل بما يجعل الحياة الزوجية طيبة هنيئة .

٢ — من المواضيع الهامة في عصرنا هذا بالنسبة للصحة العامة هي تأمين بيئة صالحة صحياً مع نظافة الجسم والثياب للمحافظة على الصحة البدنية والنفسية .

في طبقة المسرفين المبذرين والمترفين حتى إنهم يتعدون استعمال الحلي والمجوهرات بالامتداد والتطاول إلى تزيين ماهو خارج عن البدن نفسه إلى تزيين الحيطان وسقوف الدور وأبوابها ورواشنها قصد إظهار التفاخر والعظمة الإنسانية مع أن هذا الاقتدار يكون غالباً « بالتمويه لا بالتحقيق » مع العلم أنه بلا شك يستحب للإنسان أن يعنى على الدوام بأمر النظافة والكياسة خارجاً وداخلاً .

ترويحة ١٠ : يتابع المؤلف حديثه مشيداً هنا بأهمية الرياحين في التجمل والصحة العامة وروعة البيئة ولربما ترينا فكرة هذا الانسجام والشغف بجمال الطبيعة بعض تعلق البيروني بها كما قد تبين أيضاً في كتابه **الصيدنة في الطب** ، ومع أنه ليس لدينا أي برهان أو حتى حدس قطعي ولكن ربما كان هنا مجال للتكهن بأن تسمية المؤلف بأبي الريحان كانت وليدة هذا الاهتمام الذي لاحظه معاصروه فيه وشجعوه عليه فأعطوه هذا اللقب المميز لذلك نسمعه هنا يقول : « إن من أظهر الأدلة على كمال المروءة (وقد مرّ التعريف بها والحديث عنها) تكميل النظافة بالأرايح الأرجة التي تتعدى إلى الغير فتلذه وترغبه في الاقتراب إليه والمناسمة (معه) وتخفي ماقي الإنسان من العوار والوصمة» . وأنّ المروءة اجتناب المحرمات والكف عن أذى الناس ومن ثم فهي الاعتصام بأصول الدين الحنيف الذي يوجب العدل والمساواة وقمع الظلم وإعانة المظلوم والبائس ومن ثم على خلاف من قيل فيه « إنه يَمْنَع رفده ويأكل وحده ويضرب عبده وأن من حسّن خَلْقَه بتحسين خُلُقِه وهيأ مطعمه بالطيب من الحلال وأشرك فيه غيره بالتسوية » فهو العاقل والجواد وصاحب الفضل كما أنه يكون قد حافظ على النظافة والكياسة وقد زاد على ذلك باستعمال الطيب الممدوح العطر « فقد سر أكيله وآنس جليسه وأكرم نديمه وكف أذاه » وبذلك فعل لغيره ماأراد أن يفعله له غيره[1] .

كان البيروني يعتقد اعتقاداً جازماً بحق العباسيين بالخلافة بعد سقوط دولة بني أمية وبقائها في قريش ، ولعله كان سنّياً . والمهم هنا أنه بصراحة دافع عن هذا الحق وحارب التعصب وأبى الحط من قيمة أمراء المؤمنين ودافع عن اللغة العربية كلغة الدين والعلم

١ – وبرأي البيروني فإن نظافة الهندام تعني أيضاً حسن الطوية الداعية للطاعة وعز القناعة والأخذ بالأصوب خير الإنسان في الحياتين العاجلة والآجلة ونرى في ذلك اهتمام علماء المسلمين بالطيوب وأدوية الزينة .
See for example S. Hamarneh, "The first independent treatise on cosmetology in Spain." *Bulletin of the History of Medicine*, 39 (1965), pp. 309–325.

معاً[١] . والمؤلف هنا يروي قصة مُعِزّ الدولة أحمد بن بويه (ت ٣٥٥هـ/٩٦٧م) الشيعي الشديد التعصب لعنصريته الفارسية ورغبته في الثورة ضد الخلافة العباسية زمن المطيع ، وكيف أنه أضمر بأخذ الخلافة لبني بويه اغتصاباً فنهاه عن ذلك برفق رجل تقي احتكم إليه فنصحه بالعدول لما في ذلك من مغامرة طائشة ومروق غير محمود واقتداء بقول الشاعر :

إذا كنت في نعمـــة فـارعهـا فـإن المعـاصـي تزيـل النـعم

فاستمعَ للنصح ، ولعل المؤلف ذكر هذه القصة ليشير إلى أهمية زينة النفس للملوك والعقلاء والنبلاء وضرورة التحلي بجواهر الأحجار الطبيعية ولكن التجمل بالأخلاق الحميدة وروح الولاء والإخلاص وحب العدل والنصح هي جميعها « اللؤلؤة الكثيرة الثمن » .[٢]

ترويحة ١١ : هنا يصل البيروني الذروة في تقدير القيم الإنسانية الرفيعة وطلب الخير والمساواة للجميع ودفاعه عن الخلافة الإسلامية كما أنه يقترب رويداً رويداً ، كما نظن إلى صلب الموضوع ، في بحثه عن الجواهر معنىً ومبنىً في نطاق تاريخي وعلمي ومنطقي فيقول ، « الناس كلهم بنو أبٍ (واحد) وأشباه في الصورة (لاسيما من ناحية علمي التشريح ووظائف الأعضاء) ولايخلون فيما بينهم عن التنافس والتحاسد الذي في غرائزهم بتضاد أمشاجهم وأمزجتهم وطبائعهم (بالإضافة إلى) الاشتمال على ماتعين منذ عهد ابنَيْ آدم (هابيل وقابيل) المقدّمين قربانين مقبولاً من أحدهما مردوداً على الآخر » . لأنه عصى صوت الله وثار ضد أخيه ومع ذلك صرخ فاجراً ناكراً للجميل وعديم الود : « أحارس أنا لأخي » ولما لا حتى صار هذا البلاء المؤنس منذ فجر تاريخ البشرية وعم هذا الويل المرير[٣] . وإن مما يُحِدّ من طمع الإنسان وشره هو . « خوف آجل من

---

١ – البيروني **كتاب الصيدنة في الطب**: تحقيق حكيم محمد سعيد، كراتشي – الباكستان، مؤسسة همدرد الوطنية ، ١٩٧٣ م ، ج ١ ١٢ ، ج ٢ : ٢٦ – ٢٩ إذ يقول فيه « ديننا والدولة عربيان وتوأمان : ترفرف على أحدهما القوة الإلهية وعلى الآخر اليد السماوية ..... وإلى لسان العرب نقلت العلوم من أقطار العالم فازدانت وحلت في الأفئدة وسرت محاسن اللغة منها في الشرايين والأوردة » .

٢ – كان الخليفة العباسي المطيع (حكم بين ٩٤٦ – ٩٧٤ م) ضعيفاً فتمردت عليه مصر وفارس وزادت الفتنة في زمنه حتى تنازل عن الملك وفي ذلك الحين أضمر معز الدولة البويهي (٣٣٤ – ٣٦٣هـ / ٩٤٥ – ٩٦٧م) الثورة عليه وعصيان أمره . وفي سنة ٩٧٤ م تولى الخلافة الطائع الذي بلغت في أيامه سلطة بني بويه أوجها وقد خلفه سنة ٩٩١م الملك بهاء الدولة .

٣ – هذه اشارة واضحة إلى قصة هابيل وقابيل المدونة في سفر التكوين ٤ : ١ ١٦ وفي سورة المائدة: ٢٦ – ٣١ .

الله أو عاجل من السلطان ومالم يكن السلطان قوياً نافذ الأمر صادق الوعد والوعيد لم تتم له سياسة من تحت يده . فكل واحد منهم يرى أنه مثله وأنه أحق بماله ومكانه ولهذا قصر الملك على قبيلة لتنقبض أيدي سائر القبائل عنها ثم على شخص أفضل أشخاصها ثم على نسل له (يكون) ولي عهده فصار الحكم ملكاً لهم »[1] .

نرى هنا تحليلاً فلسفياً علمياً لنزعات النفس البشرية إلى السلطة والحكم ، كما يراها المؤلف . بدافع أنانية قهارة مخيفة لذا يجب التحكم بها وضبطها ثم تسييرها في أقنية خاصة مع وجوب الحزم والارتباط العائلي والحق الوراثي لذلك يقول المؤلف شارحاً : « ثم أضيف إلى ذلك حال معجز بلغ في غاية القوة (وهو التأييد السماوي والأمر الإلهي) بالنص على نسب لايتعدى عمرده كما كانت عليه الفرس زمن الأكاسرة وكما كان عليه الأمر في الإسلام من قصور الإمامة على قريش ومن وجبت له المودة لهم بالقربى وكما اعتقد أهل التبت في خاقانهم الأول بأنه « ابن الشمس الذي نزل من السماء » وأهل كابل أيام الجاهلية في برهمكين أول ملوكهم من الأتراك وأنه خلق في غار هناك يسمى بغرة (ولعله بغراخان أحد سلاطينهم) فخرج منه متقلسيا وأمثال ذلك من أساطير الأمم الصادرة عن حكمة تجمع الناس طوعاً على الطواعية وتحسم الأطماع في نيل كل واحد رتبة الملك» ، مبعثه عنصر تقليدي ديني حسب البلاد وجغرافيتها والتاريخ[2] . ثم يشير البيروني إلى ظاهرة اجتماعية وسياسية هامة موضحاً فيها كيف أن الملوك يلجؤون إلى بناء القصور والقلاع وتزيين مجالسهم وإظهار الأبهة والأمجاد لإكساب مركزهم وتزويده بهالات من التعظيم والإكبار في عيون الرعايا والأتباع ، فيضيف : « وكما يميز الملوك عن غيرهم بهذه الخصال كذلك تمموا التمييز بإعلاء الإيوانات وتوسيع القصور وترحيب الرحب والميادين ورفع المجالس على السرر ، كل ذلك سمواً إلى السماء وإشرافاً على الخاص والعام من الملأ وإليه » ذهب البحتري في قوله :

وليس للبـــدر إلا ماحبيت بـــه أن يستنير وأن تعلـو منازلـه

---

١ - في الجواهر للبيروني ، طبعة ١٩٣٦ م ص ٢٣ - ٢٤ يعطي المؤلف شرحاً لتطور الخلافة في الإسلام خاصة وغيرها من الحضارات عامة متمسكاً بأهداب الخلافة مدافعاً عن شرعيتها انظر حول الموضوع كتاب **تاريخ الإسلام** لحسن إبراهيم حسن، ج٤، طبعة أولى ١٩٦٨ م ، مكتبة النهضة المصرية ، ص ٣٠٣ - ٣٠٨ .

٢ - في غاية الأهمية مايذكره البيروني عن الحكم في الأفغانستان قبل انتشار الدين الإسلامي فيها ولعل العاصمة كانت آنذاك كابل (ربما هي كابول عاصمة البلاد الحالية) معبراً عن الأسباب التقليدية والدينية في قيام نظم الحكم واستمرار الملكية .

ولم تكن للزيادة في القدرة حيلة فجعلوها بالتيجان والقلانس واستطالوا بالأيدي حتى وصفت ببلوغ الركب كما سمى أهل الهند أحد ملوكهم مَهَابَاهَا أي طويل العضد والفُرْس بهمَن أردشير ريونردشت لأن ريونرد هو أصل نبات الريباس . وما لم يبلغ الماء في العمق لم ينبت وإن كان رأسه في ذرى الجبال » ، وهذه تصف بدقة المغالاة في تزيين القصور وإظهار الأبهة والجاه عند الملوك ذوي الأمجاد إلى حد فاق الحسبان(١) .

وكعالم اجتماعي واقتصادي وكمؤرخ عارف بالأحداث والأزمان ، يعود البيروني مرة أخرى ليوضح بثاقب بصره اهتمام الناس بالأحجار والأعلاق النفيسة وأثرها في كسب الوجاهة وتأييد السلطان مع العوامل السلوكية والاجتماعية وأسبابها المنوّه إليها في هذا الباب فاسمعه مثلا موصياً وناصحاً : « كل ذلك علامات لعلو الهمة وانبساط اليد بالقدرة . ثم تتزينوا بصنوف الزينة المثمنة لتحلو في القلوب وجلالة الأموال في العيون فتتوجه إليهم الأطماع وتناط بهم الآمال » ، والأحلام مشيراً هنا إلى الدور الذي تلعبه الجواهر في التأثير بآراء الناس وطرقهم المنهجية . وإن الأمر لايقف عند هذا الحد في طلب الأمجاد والسلطان بل يتعداها إلى المخابرات الجاسوسية وحيل السياسية وأحابيلها إذ يضيف قائلاً : « واحتالوا بحيل تفاضلت في البدعة والحسن والغرابة للغوص على سرائر الخاص من البطانة وأفعال العام من الرعية ومقابلتها بواجبها وفي إسراع ذلك على تنازح الديار بالفتوح المتناقلة والبرد المرتبة والسفن المطيرة والحمّامات الهادية الطاوية للمسافات حاملة للأوامر والأمثلة في المدد اليسيرة حتى خيفوا في السر والعلن واجتُنِبَتْ خيانتهم فيها وتوقف على ذلك من أخبار دهاة الملوك وجبابرتهم » ، وفي هذا ذكر لاستخدام الحمام الزاجل من نقل البريد المستعجل آنذاك بين بلد وآخر وغيرها من وسائل التنقلات والرحلات في العالم الإسلامي قاطبة(٢) .

---

١ — في سخرية لاذعة يقارن البيروني بين نفع الماء للأرض والنبت ونفع الجواهر للزينة وفي معاملات الناس التجارية فمهما علا مصدر الماء لابد أن يصل الأرض الواطئة ليسقي البذور وينبت النبات وهكذا يوضح المؤلف أهمية الإصلاح الاجتماعي حتى تحظى طبقات الشعب الكادحة بقسطها من ثراء الدولة لتأمين رفاه العيش وهي نظرة إصلاحية إنسانية تدل على مشاعر المؤلف تجاه طبقات الشعب الفقيرة ووجوب الاهتمام برخائها أكثر من الاهتمام بالزينة والأبهة الملكية الخارجية ، والتيجان المرصعة بالجواهر ، انظر الوصف في كتاب **الخطط** لتقي الدين أحمد المقريزي ، طبعة بولاق ، القاهرة ، ١٢٧٠ هـ ، ج ١ : ٤١٣ — ٤١٦ ؛ **والذخائر والتحف** ، للقاضي الرشيد بن الزبير ، تحقيق محمد حميد الله ، الكويت ، وزارة الإعلام ، ١٩٥٩م ، وجرجي زيدان **تاريخ التمدن الإسلامي** ، ج ٥ ، القاهرة ، بدون تاريخ ، ص ١٢٨ — ١٣٤ .

٢ — في وصف البريد واستخدام الحمام الزاجل انظر صبح الأعشى ، القلقشندي ، ج ٧ : ٢٣١ — ٣٣ ، ج ١٤ : ٣٨٩ — ٣٩٤ ، زيدان، **تاريخ التمدن الإسلامي** ، ج ١ : ٢٣٩ — ٢٤٣ .

ترويحة ١٢ : ومما سبق الإشارة إليه من تأكيد أهمية الغنى المادي بالذهب أو الفضة أوالجواهر وأثرها في المجتمع يستنتج المؤلف مدى القوة الخفية للمال في تسيير سياسة الملوك وسلطان الرؤساء كمـــا يرى الدور الهام الذي يلعبه في تأييد الحكومات وتنفيذ مأربها مع تبرير مثل هذه التصرفات حيث يضيف : « الملوك أحوج الناس إلى جمع الأموال لأنهم بها يملكون الأزمة ويسيرّون بمكانها الأعنة » . وقد أوضح السبب الذي من أجله مثلا كان الخليفة أبو جعفر المنصور العباسي يجمع الأموال ويخزنها حتى وصمه الناس بالبخل وهو براء من ذلك لعدم إدراكهم لمـــا كان يهدف من هذه النقود المخزونة وما يعمل من أجلها وقد شرح أمره لحاجبه مرة مفسراً كيف أنه بالمال يستطيع السلطان التحكم بمقدرات الناس لأنهم جميعاً بحاجة إليه ويتشوقون لاقتنائه فمن معه المال معه السلطان وله اليد الطولى في الحكم[1] . ثم يقول المؤلف في الأمير يمين الدولة محمود الغزنوي (٣٨٩ – ٤٢١هـ/٩٩٩ – ١٠٣٠م) إنه ماكان « يفرغ من فريسة قصدها وظفر بها إلا ويجيل بصره بعدها لأخرى يزحف إليها ويحوزها » ، حتى لايكون مجال للتوقف أو التغيير ثم إنه إذ كان قد وكل أمره للمنجمين سنة وهو عائد منصرفاً من مدينة خوارزم حيث أخبروه بامتداد حكمه لما ينيف على عشرة سنين أنه عندها أجاب : « إن قلاعي مشحونة من الأموال بما لوقسم على أيام تلك الأعوام لحاجتها بما لايعجزه إنفاق مرتب أو مسرف فيه » . وعند سماع ذلك حملت البيروني النشوة ، وكانت لاتزال بينهما بعض جفوة لقسوة السلطان وتفاخره وشدة بطشه ، على الإجابة قائلاً : « اشكر ربك وأسأله واستحفظه رأس المال وهو الدولة والإقبال فما اجتمعت تلك الذخائر إلا بهما ولن تقاوم بأسرها خرج يوم واحد غير منتظم بزوالها » ، فأمسك الأمير لأنه رأى في نصيحة البيروني بالاهتمام في رعيته والإنفاق على مصالحهم وتوفير السعادة لهم والمساواة بينهم لما فيه بقاء الملك يكون ذلك أبقى مأثرة وأخلد ثروة[2] . وتستمر علاقة البيروني بأمراء غزنة بعد

١ – اشتهر الخليفة المنصور (١٣٦ – ١٥٨ هـ / ٧٥٤ – ٧٧٥ م) بالجد والحزم والشدة والاهتمام بالرعية فلم يعرف عنه ميل إلى اللهو والعبث وكان حريصاً على جمع المال غير مسرف حتى اتهم بالبخل انظر **مروج الذهب** لأبي الحسن علي المسعودي ، تحقيق محمد محي الدين عبد الحميد ، ج ٣ ، القاهرة ، مطبعة السعادة ، ص ٣١٨ ، ويروي أبو جعفر محمد بن جرير الطبري في **تاريخه (تاريخ الرسل الملوك)** ، القاهرة ، دار المعارف ، سلسلة ذخائر العرب ٣٠ ، ج ٨ ، ١٩٦٦ ص ٧١ – ٧٣ وصيته لابنه المهدي قائلا « لاتصلح رعيته إلا بالطاعة ولاتعمر البلاد بمثل العدل ولاتدوم نعمة السلطان وطاعته إلا بالمال » .

٢ – يمين الدولة محمود الغزنوي (٣٨٨ – ٤٢١هـ / ٩٩٨ – ١٠٣٠م) غزا الهند اثنتي عشرة مرة واستولى على البنجاب وبلاد الغور وما وراء النهر ، وأسقط الدولة السامانية وخطب للخليفة القادر ، ولما استولى على ←

وفاة محمود فيخدم أيضاً الأمير مسعود (٤٢١ – ٤٣٣هـ/١٠٣٠ – ١٠٤١م) ابنه الأكبر ويغدق عليه النصح فلم يعتبر حتى مات شهيداً وتبددت أمواله الدثرة ، المكتسبة منها والموروثة عن أبيه في يوم واحد[1] . وقد تلاشت كما يتلاشى الدخان في مهب الريح وذهبت هباءً منثوراً ، « ولم يكشف عن غادر به مقراً ولم يظهر في كسير جبراً » . لأن قاتله لم يُعرَف وكان نصيبه الهلاك وبئس المصير لكثرة غروره وإثمه .

ترويحة ١٣ : يعطينا البيروني في هذه الترويحة خلاصة فلسفته في الاقتصاد والحياة الاجتماعية ويركز حديثه مرة أخرى على طبقة الصعالكة وطبقة الحكام وهما في طرفي النقيض والقاسم المشترك بينهما اجتماعهما على جمع المال المستخلص من باطن الأرض بسبب أحوالهم الخاصة وحاجاتهم الملحة إليه فيقول . « الدفائن الباقية تحت الثرى ضائعة في بطن الأرض وهي تكون في الأغلب الطبقتين من الناس شديدتي التباين متباعدتين في الطرفين الأقصيين وهما أهل السلطنة وأهل المسكنة نصفهما على النحو التالي :

أولاً المساكين أو الصعالكة . « فإنهم تعودوا الاستماحة (والتسول) واعتمدوها في تحصيل القوت علماً منهم بأنها هي رأس المال لاينقص (منه شيء) وخاصة مع الإلحاف في السؤال والإلحاح في الطلب (فالشحاذ لايضع رأس مال غير الشحذة والاستعطاء وكلام التوسل لاستجداء المحسنين فمهما حصل في يومه فهو مربحه لذلك اليوم) . فإذا استغنوا بها عن شراء مطعم أو مشرب (لأنهم يحصلون على هذه في الغالب بطريقة الاستجداء أيضاً) أخذوا في جمع الفلوس والحبات والقراريط ذوداً إلى ذود يصرفون الفلوس بالدراهم والدراهم بالدنانير وليس لهم أمـــين غير الأرض لأنها تؤدي ماتستودع وبأمانتها ، جرى المثل فقيل آمن من الأرض (فهذا كان بنك الاستيداع لهم آنذاك) . ثم يموت أكثرهم

مدينة خوارزم قبض على البيروني وأستاذه عبد الصمد فقتل الآخر واستبقى البيروني لمعرفته بعلم النجوم . انظر ياقوت الحموي ، **معجم الأدباء** ، القاهرة ، دار المأمون ، ١٩٣٦م ج ٢ : ص ١٨٠ – ١٩٠ ، وحسن إبراهيم حسن **تاريخ الإسلام** ، ج ٣ ، طبعه سابقة ، القاهرة النهضة المصرية ، ١٩٦٦م ص ٨٧ – ٩٧ وابن خلكان ، **وفيات الأعيان** ، ٥ : ١٧٥ – ٨١ ، وأبو الفرج ابن الجوزي ، **المنتظم** ، حيدر آباد ، دائرة المعارف العثمانية ، ١٩٤٠م ج ٨ ، ٥٢ – ٥٤ .

١ – لقد هزم السلاجقة مسعوداً سنة ٤٣١هـ هزيمة منكرة وبعد أن أفلت من الأسر ثار مواليه عليه ونهبوا خزائنه وناصروا أخاه محمداً الذي قتل أنصاره مسعوداً في حرب أهلية سنة ٤٣٢هـ انظر علي بن الأثير **الكامل في التاريخ** ، طبعة بولاق ، القاهرة ج ٩ : ١٦٥ – ١٨٢ ، وعماد الدين إسماعيل أبا الفداء ، **المختصر في أخبار البشر** ، ج ٢ ، القاهرة الحسنية ، ص ١٦٤ – ١٦٥ .

إما فجأة من خشونة التدبير وإفراط التقتير (والسكتة القلبية) وإما من سوء حال لاييأس فيه مع الحرص من الإقبال والإبلال ولاتسمح نفسه فيما شقي في جمعه أن يكون لغيره حتى يتفوه بالإيصاء به فيبقى مدفونا (في الأعماق) قل أو كثر » وبذلك مع الأسف عاشوا آنذاك أخساء وماتوا غير مأسوف عليهم ولا على مالهم الرخيص[1] .

ثانياً : « فإن الملوك فلكثرة نوائبهم يعدون الذخائر للعدد ويحصنون (ويكنزون) الأموال في القلاع والمعاقل وأن يكون حمل ذلك إليها مستوراً لتوسط النقلة والحفظة بينهم وبينها فيحتاجون معها إلى خبايا (مخابئ ومستودعات) لايطلع عليها غيرهم فمنهم من لايراقب الله تعالى في الإتيان على ناقليها إلى المدافن (فيتخلص منهم) ، ومنهم من يحتاط في ذلك ويحتال بإيداع الفعاة (ضمن) صناديق فارغة ويتولى سوق البغال معهم إلى الموضع فإذا أخرج القوم بالليل من تلك الصناديق لم يعرفوا أثرهم من العالم وإذا فرغوا من الدفن أعيدوا إليها وردوا فحصل المرام وبعد عنه الآثام ولهذا شريطة هي أن لاتحمل منهم نفراً مرتين (وقد أهملها بعضهم واحتاطها بعضهم الآخر) إذ قد جعل(أحدهم) في أسفل الصندوق ثقبة وأعد مع نفسه كيساً من أرز أخذ ينثرها قليلاً قليلاً واقتفاها بالغد ففازوا بالمذخور ولم يقف صاحبه على الحال إلا بعد عشرين سنة لما احتاج إليها ولم يجد في المدافن غير حساب بهلول »[2] .

ثم أخذ بعدها يتابع المؤلف تحليله لمثل هذه الحالات والأحداث السياسية والاجتماعية والتي معها طالما تتعرض مثل هذه المدخرات للدفن في باطن الأرض مرة أخرى كما كانت في طي النسيان فلا تكتشف إلا اتفاقاً أو نتيجة طوفانات وسيول عارمة تكشف عنها وتدل عليها . فكم من غني مدخر للأموال توفي تاركاً من بعده كنوزه دون أن يعرف بوجودها أو مكانها أحد غيره فتفقد،أو ملك يخزنها لحين الحاجة فيهرب أمام عدو مهاجم

١ – كانت « بنوك الفقراء والشحاذين بعد تحويلهم الفلوس والحبات والدراهم إلى دنانير فضية وذهبية هي مدافن في الأرض فضاعت بعد وفاتهم وبرأي البيروني هذه خسارة اقتصادية ومخالفة لشريعة الله الذي قصد لهذه الكنوز الصرف والمعاملة بأيدي الناس . انظر صالح الحمارنة ، « العملة العربية » ١٩٧٥ م ، ص ٤٠ – ٤٥ ، عبد العزيز الدوري ، **تاريخ العراق الاقتصادي في القرن الرابع الهجري** ، بغداد ، مطبعة المعارف ، ١٩٤٨م، وطاش كبري زاده ، **مفتاح السعادة** ، ج ١ ، القاهرة ، دار الكتب الحديثة ، ١٩٦٨ م ، ص ٣٩٣ في حساب الدرهم والدينار .

٢ – البهلول « السيد الجامع لكل خير أو الضحاك » ولكن صار مثلا لما لانفع مما جمعه من الخيرات .

ويتركها خلفه مدفونة في الأرض وليس من يجمع أو يحصي عليه ماأودع[1] .

ترويحة ١٤ : ويستمر البيروني في توضيح نظرياته في الأمة وسياسة الاقتصاد بين الناس في المعاملات واستحسان استعمال النقود الورقية أو المعدنية ومن بينها الجواهر فيقول : « لما احتاج الملوك في حركاتهم وانتقالاتهم الاختيارية والاضطرارية إلى أصحاب أموال تصحبهم من أجلها خدمهم ويتزاح بهم العلل في إخراجاتهم وعوارضهم وكان الورق أخف محملاً من المثمن به في المصالح (كالفلوس والدراهم والدنانير مثلاً) نظروا إلى الفاضل عليه في ذلك فوجدوه العين (خيار الشيء ونفيسه وماضُربَ نقداً من الدنانير) فإن المثمن من المطالب (الأخرى) يكون عشرة أضعاف مايحصل بالورق على الأصل القديم المعين في الديّات والزكوات وإن تغير بعد ذلك لعزازة الوجود ونزارته في بعض الأحايين دون بعض أو لفساد النقود (وصدئها) وإما في أصل الجبلة في كل عالم »[2] . ثم إن البيروني يعمل مقارنة بين ماسبق ذكره من أهمية العملة الورقية وبين الجواهر والأعلاق النفيسة وما لها من القيم وإمكانية وجودها ومحتوياتها وأفضلية استعمالها بالنسبة لأوزانها وأثمانها . بعد ذلك يأخذ بيد القارئ بصورة غير مباشرة إلى صلب موضوع بحثه في أصل الجواهر الكريمة ونفعها وعلو قدرها مادياً ومعنوياً والنواحي النفسية والاجتماعية التي أدت إلى انتشارها وأهمية تداولها وسهولته وخفته ثم يصرح قائلاً : « فإن الذهب أعز وجوداً من الفضة والفضة أقل وجوداً من النحاس ويناسبها صغر الحجم وعظمة ورجحان الوزن ونقصانه » . وهو يذكر أحد المناجم الذي يعطي من بين معادنه ، « هذه الأجناس الثلاثة بتفاضل مقارب لهذه النسبة وذلك أن عطية الوقر فيه من الذهب عشرة دراهم ومن الفضة وزن خمسون (إلى خمسة أضعاف) ومن النحاس خمسة عشر منا (أكثر من مئة ضعف) فلهذا آثروا العين على الورق في الاصطحاب مما خف عليهم حمله وحين لم يأمنوا الواقعات

١ – يروي لنا البيروني قصص بعض من دفنوا كنوزهم في الأرض ففقدت ، **في الجواهر** ، طبعة ١٩٣٦ م ، ص ٢٧ – ٣٠ ، ويكتب طاش كبري زاده **بمفتاح السعادة** ، ج ٣ ، دار الكتب الحديثة ، حول آداب الكسب والمعاش وتفرقة السلاطين المال على الفقراء ، ص ٢١٠ – ٢٤٥ ، ويتحدث الجاحظ في كتابه **البخلاء** ، القاهرة ، دار المعارف ، ١٩٧١ م (ذخائر العرب رقم ٢٣) عن أخبار كثيرة تؤيد ماجاء البيروني على ذكره حول الصعاليك .

٢ – عبد الكريم الخطيب ، **السياسة المالية في الإسلام** ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٦١ م ص ٢٤ – ٣٢ ، وعبد المنعم ماجد **تاريخ الحضارة الإسلامية** ، طبعة ٤ ، القاهرة ١٩٧٨ م ص ٣٥ – ٤٦ ، وأحمد حسن الزيات ومن معه ، **المعجم الوسيط** ، مجمع اللغة العربية ، طبع المكتبة العلمية ، طهران ، ج ٢ : ٦٤٧ يذكر أن العين ماضرب نقداً في الدنانير .

النائية سجالا وقد عُرِفَ أن النجاء فيها بالقلة والخفة مالوا إلى الجواهر إذ كان حجمها عند حجم الذهب أقل قدراً من حجم الذهب عند الفضة وحجم الفضة عندما يشتري بها من المصالح فاصطحبوها معهم وقرنوها بأنفسهم » . وإن هذه الجواهر نفسها التي يعتز ويتباهى باقتنائها الملوك والعظماء تكون وبالا عليهم إن شاؤوا التنكر والاختفاء عن عيون المراقبين وفي يد العامة تصبح سبباً في اتهامهم بسرقتها أو بالشك في أمانتهم إذ ليس من المنتظر أن أمثالهم يملكون مثل هذه الجواهر النفيسة الثمن فيصرح قائلاً : « ولكنها عند إلجاء تلك الحوادث إلى التنكر ربما صارت ساعية (فتكتشف بسرعة) دالة عليهم كما نَمَّ بقية الكهف عتق السكة في الورق حتى اتجهت عليهم التهمة بوجود ذخيرة عتيقة » ، ثم يضيف المؤلف قائلاً : « إن الجواهر خاصة من آلات الملوك (وهذا مدار حديثه) فإذا كانت عند غيرهم ممن لايليق بحاله تاونت الظنون فيه بأنها إما مسروقة (وهذا منطق اجتماعي وقانوني متبع حتى في عصرنا هذا) والسارق (حينئذ) مطلوب ، وإما ممتلكة حقاً لمتنكر من الكبار ومثله مرصود » ، وفي كليهما خسارة[1] .

ثم يعبر البيروني عن التطورات الاجتماعية والأخلاقية والعمرانية المترتبة على جمع الكنوز الأرضية كالجواهر فيقول : « وقد كان فضلاء الملوك يجمعون الأموال في بيوتها وفي المساجد ويجلبونها من أجمل وجوهها ثم يكنزونها بالتفرقة في أيدي حماة الحريم ثم الدافعين مضار العدو عن الحوذة إذ كانت أول فكرتهم آخر عملهم وهم كالخلفاء الراشدين ومن يشبه بهم مقتدياً مثل الخليفة عمر بن عبد العزيز والكثير من المروانية والقليل من العباسية إذ كانوا يرون ماقلدوه عبئاً ثقيلاً قد حملوه ويحتسبونه محنة ابتلوا بها فكانوا يجتهدون في نقص إصرها ويتحرجون عن التردي في وزرها » ، فهؤلاء الخلفاء الصالحون إذا لمسوا أهمية المسؤولية الواقعة على عواتقهم تجاه رعاياهم لم يستبدلوها بطلب القوة في المال والجواهر والممتلكات بل بإجراء العدل والمساواة والحفاظ على مصالح الشعب ورفاهيته بالرفق وحسم الظلم وعون البائس[2] .

ويروي هنا المؤلف خبراً تاريخياً مفاده أن قاطني إحدى النواحي في بلاد المغرب

---

١ – سورة الكهف : ٨ – ٢٦ وفي هذا الغرض يشير البيروني إلى تغير أنواع وأشكال العملات بتغير الدول .

٢ – كان عهد الخلفاء الراشدين (١١ – ٤١ هـ) وزمن حكم الخليفة عمر بن عبد العزيز وغيره من المروانية يمتاز بالتمسك في الدين الإسلامي والأمر بالمعروف والنهي عن المنكر (في القرنين الأول والثاني للهجرة) وقد سجلت في هذه الحقبة الحضارية الإسلامية صفحات مجيدة في الفتوحات وتقدم العلوم والمعارف .
See John A. Williams, *Themes of Islamic Civilization*, London, 1971, pp. 59–80.

كانت الإمارة تدور فيما بين أعيانها وشآتهم على نوب يقوم بها من يأتيه دوره لمدة ثلاثة أشهر ثم ينعزل عنها بنفسه عند انقضاء أمدها فيقدم الهبات والصدقات شكراً على عمل قام به وانتهى حتى تتاح له فرصة العودة إلى أهله مسروراً كأنما قد حُلّ من عقال حتى ينصرف لشؤونه ويزاول أعماله الخاصة بينما يأخذ وظيفته آخر لثلاثة أشهر وهكذا .

وفي هذا نرى صورة رائعة لتطبيق مبدأ العدالة في الحكم مع النزاهة والتضحية في خدمة البلد والتفاني في المبادئ الإنسانية والديمقراطية الحقيقية فأين هذا في عصرنا حيث نجد التكالب على الكراسي والحرص على حفظ الألقاب والمراكز . ويفسر المؤلف هذا التصرف على الوجه التالي : « وذلك لأن حقيقة الإمارة والرياسة هي هجر الراحة لراحة المسوسين في إنصاف مظلومهم من ظالمهم وإتعاب البدن في الذود عنهم وحمايتهم في أهليهم وأموالهم ودمائهم وإنصاب النفس في إنشاء التدابير » ، لأنه بذلك يوقف نفسه على خدمة البلد والدفاع عن حياضه وتأمين مصالح أفراد الرعية بكل ماأُوتي من قوة وحكمة التدبير وحب العدالة وكرم الأخلاق ورفع الضيم وصيانة الكرامة في الأمة(١) .

ترويحة ١٥ : هذه آخر التراويح التي تخطها يد المؤلف في هذه المقدمة لكتابه **الجماهر في معرفة الجواهر** ، وهنا نجد مرة أخرى معالجة جذرية لقضايا اقتصادية واجتماعية خاصة بالمعادن المتداولة كالعملة في أيدي الناس ووجوب وقايتها من الغش وحكم الشرع في ذلك فيقول : « إنما حرم شرب الماء في أواني الذهب والفضة لما تقدم ذكره من انقطاع النفع العام بها واتجاه قول الشيطان عليه (سورة النساء : ١١٨ ولآمرنّهم فليغيرن خلق الله) ولنكتة ربما قصدت فيه وهي أن هذه الأواني لاتكون إلا للملوك دون السوقة وللآنام بين الأيام من الضيق والسعة دول تدول وأحوال تحول وتجول فإذا صرف ما حقه أن يَبُثّ في الأعوان إلى تلك الأواني اتكالاً على كثرة القنية أيام الرخاء (من دون أن يهتم بالإنفاق على أتباعه) ثم دار الزمان وأتى بعده (فافتقر) ، أحوج إلى سكبها وطبعها دراهم ودنانير ففترت النيات بظهور الضيقة وطمع الأعداء بانتشار خبر الضعف والإفلاس بين الناس ، فهم عبيد الطمع ومانعو الحقوق إذا أمكن . وهو المعنى المظنون به أنه محشو تحت التحريم فلن يخلو السرع من مصلحة عامة أو خاصة دنياوية أو آخرانية » . هذه دروس ومواعظ من الماضي البعيد يدرجها المؤلف مع إيضاح وثاقب بصيرة لينقل لقارئيه

١ - يعطينا البيروني هنا آراء جديدة في صلاح الحكم العادل والشورى مع أنها تحمل معاني مثالية غير متوفرة في العالم السياسي على حقيقته ، ولاشك أن المبادىء الدينية كان لها الأثر الكبير في ذلك الاتجاه عند المؤلف .

موعظة في معنى القناعة والفطنة وينصح القارئ من مغبة الشر والانحراف والسير في طريق السلامة « من الغاشين والدعار » مما يؤدي إلى الخيبة والدمار[١] .

وينهي البيروني مقدمته في فصل أخير يعبّر فيه عن محاولته لبحث « الجواهر والأعلاق النفيسة المذخورة في الخزائن » عند الملوك والنبلاء ويبدي رغبته في دراسة كل جوهر أو معدن في فصل مستقل به متسلسلا من مقالة إلى أخرى ذاكراً أصل الجوهر أو المعدن ومنبته في الأرض وأشكاله وألوانه وأحواله وكثافته النوعية وأوصافه الظاهرة والخفية وأثمانه المعروفة أو المنسوبة وإقبال الورى في طلبها للزينة ولقيمتها المادية أيضاً .

هذه هي مساقات ومواد الكتاب في مقالتين : المقالة الأولى في الجواهر : الياقوت مع أشباهه من الجواهر كاللعل البدخشي والبيجاذي ، والألماس ، والسنباذج واللؤلؤ ، والمرجان ، والزمرد وأشباهه ، والفيروزج ، والعقيق ، والجزع ، والبلور ، والبسد والجمشت ، واللازورد ، والدهنج ، واليشم ، والسبج ، والبادزهر وحجر التيس (الترياق الفارسي أو البادزهر) والموميا ، وخرز الحيات ، والختو ، والكهربا ، والمغناطيس ، وحجر الخماهن والكرك ، والشاذنج ، والزجاج ، والمينا والقصاع الصينية ، والأذرك . والمقالة الثانية في الفلزات : الزئبق ، والذهب والفضة والنحاس والحديد ، والاسرب ، والخارصيني وأشباهه ، والطاليقون . فهذا التقسيم يعطينا فكرة عن كيفية نظر البيروني إلى هذه المواد الطبيعية وتمييز الجواهر والأحجار منها بألوانها وصفاتها الطبيعية عن المعادن المستخرجة من المناجم بما في ذلك أنواع الأتربة والطباشير وسواها[٢] .

استنتاجات ختامية : بعد مراجعة قول البيروني في مقدمة كتاب الجماهر يميل كاتب هذه المقالة إلى ترجيح الاستنتاجات والاقتراحات والتعليقات الآتية :

---

١ – كانت هناك محاولات لاستعمال أوانٍ وأدوات ذهبية وفضية ليس فقط في البيوت والمعاملات التجارية بل أيضاً في الصناعة الطبية مثل عمل آلات جراحية كالمكاوي والإبر ومقاص الختان والمراود وأواني العطور والأدوية ولاشك فإن هذا يدل على ثراء في البلاد ورفاه ، أما البيروني فقد حاول تنبيه قارئه إلى توقي الغش الذي يحاوله الكثيرون للانتفاع من قيمة هذه الجواهر والمعادن النفيسة وزيادة أرباحهم غشاً وطمعاً .

٢ – قسم البيروني كتابه **في الجواهر** إلى مقدمة عرفناها مع تعليقات وشروح باختصار ثم مقالتين فصل فيهما بين الجواهر ذات الألوان البراقة والصفات الطبيعية الجذابة كالياقوت واللؤلؤ وبين المعادن ذات الوزن النوعي والصفات الخاصة بها ومنها الصلب كالنحاس والفضة ومنها اللين الرجراج كالزئبق والهش كالطاليقون مما له أهمية في تاريخ علمي الكيمياء غير العضوية والطبيعية .

١ – كانت لدى البيروني ، بثاقب نظره وعمق اختباره وسعة اطلاعه ، نظرات وآراء في الدين والاجتماع والاقتصاد والعمران وجد في هذه المقدمة لها مخرجاً لتسجيلها ومعالجتها وشرحها فجاءت سهلة المأخذ ضمن فكرة تأملاته الهادئة العميقة .

٢ – كانت في نفس البيروني ثورة جدية واعية ضد الانحراف الاجتماعي والمظالم والانخداع بمظاهر الأبهة والتسلط الزائف فأراد محاربتها وكشف خداعها بأسلوبه الواقعي المقنع اللطيف دون إثارة النعرات والضوضاء حوله .

٣ – كان مدار حديثه من بعيد وحتّى من قريب ، أن يقود القارئ إلى تركيز نظره وفكره في القيمة الحقيقية والتقليدية للجواهر والأعلاق النفيسة وكأن البيروني نفسه يود أن يبعث الطمأنينة والثقة إلى نفس القارئ والإتيان بالقيمة الحقيقية لهذه المنتجات الطبيعية وأنه يعطيها حقا من الاهتمام بلا زيادة ولا نقصان لئلا تغوي المرء بألوانها الزاهية البراقة وما يتبع ذلك من تّهالك الناس على اقتناء الذهب والمجوهرات فيهمل أهمية مايمكن تحقيقه بواسطتها في الصناعة والحيل والمعاملات التجارية بين الناس من خدمــة جلى لسهولة تداولها وجمال تكوينها وبديع صنعها سواء أكانت في باطن الأرض أم بعد اكتشافها واستعمالاتّها المتباينة .

٤ – يقدم المؤلف أيضاً آراء أصيلة في غاية الأهمية بما يختص بتاريخ الاقتصاد والسياسة والمجتمع الإنساني مشيراً إلى ما للناحية الدينية من الأثر البعيد في إشادة بناء صرح متين من الخلق الحسن والفضائل بالتمسك بأهداب الدين الحنيف بإخلاص وإيمان قويم صادق بعيد عن المظاهر الزائفة والرياء الكاذب الذي أصبح كسوس ينخر في جسم الأمة كلها حتّى صار التدين ثوباً خارجياً ليس إلا .

٥ – بأسلوب رائع منهجي صحيح وواقعي يعطي البيروني رصيداً وافراً في الاصطلاحات اللغوية القيمة في العلوم والحيل والفنون والآداب مؤكداً بذلك مرة أخرى غنى لغة القرآن الكريم ومقدرتّها على استيعاب العلوم والمعارف كلها في عصره ومسايرة التقدم فيها فأجاد بذلك أيما إجادة مما يجعل هذه المقدمة آية في الإبداع والإعجاز وفريدة أدبياً وعلمياً من نوعها في الحضارة الإنسانية .

٦ – كان المؤلف نفسه من ناحية عالماً بانتشار طرق الغش والخداع من قبل عدد كبير من جواهريي (جواهرجيي) عصره ومهارتّهم في أساليبهم الكاذبة، ومن ناحية أخرى

بحقيقة ندرة ماكتب حول موضوع الجواهر والفلزات لاسيما من يعين على تعريف أصلها ومنابعها ومعرفة الجيد منها والرديء وأوزانها النوعية وألوانها وصفاتها الطبيعية والكيميائية فأراد بتأليف هذا الكتاب أن يملأ فراغاً في هذا الموضوع الهام فأثرى بذلك الخزانة العربية الإسلامية التراثية بسفر نفيس في بابه ونسيج وحده في فصوله وأبوابه فحق له تخليد الذكر .

٧ ـ وأخيراً يؤكد المؤلف في حواره الفردي ومناقشته ومناظراته الشخصية بأن مشكلة الإنسان الحقيقية ليست هي في أساسها اقتصادية أو سياسية فحسب إنما هي معضلة روحية أخلاقية وأن المال والثراء والجواهر التي يعتبرها الأغلبية الساحقة بأنها هي زينة الحياة الدنيا إنما هي في الواقع ليست كذلك ولاهي شرطاً لتكون عونا في رغد الحياة الأخرى وأن هذا الإغراء والتكالب إن هو إلا مظاهر خلابة تبهر العيون لطلب القوة والسؤدد والغنى الفاني ولكن الغنى الحقيقي الباقي هو غنى النفس بالفضائل الإنسانية ومكارم الأخلاق والقناعة مع التواضع في العيش والعمل للغير مايريد المرء لنفسه وبذلك السعادة المنشودة .

(ملخص)

أبو سهل الكوهي

ج. ل. برغرن

نهدف من خلال هذا المقال إلى تقديم نص محرر عن مراسلات جرت بين عالمين من علماء القرن الرابع للهجرة ، هما أبو سهل الكوهي وأبو اسحق الصابي ، بالإضافة إلى ترجمة بالانكليزية وتعليقات حول شتى مظاهر هذه المراسلات . لقد حثت هذة المراسلات في البدء على الدراسة العلمية ، [٦] و [٢٩] ، لأنها تتضمن أبرز النظريات عن مراكز الاثقال التي عرفت يوماً في العصر الاسلامي الوسيط . من ناحية ثانية ، تتضمن هذه المراسلات أيضاً دراسة واسعة حول مسائل مثل مامعنى معرفة النسبة ، وما هي أنواع الأحجام القابلة للمقارنة . وتظهر الدراسة الحيوية للمسائل الرياضية ، المعالجة باسلوب متقن ، الكثير من المواقف العقلية لأي رياضي هام أو رجل عادي له اهتمام بالموضوع في ذلك الوقت إضافة إلى ذلك ، فإن هذه الدراسة تكشف لنا عن رحلات أبي سهل وعن الناس الذين عرفهم ، كما تشتمل على دراسة موسعة لمسألة هندسية لم تصادف من قبل .

هذه المراسلات موجودة في ثلاث نسخ مخطوطة :

١ – مخطوط أياصوفيا ٤٨٣٢، ١٢٩ج ، ١٤٠ظ ، القرن الخامس للهجرة = القرن الحادي عشر ميلادي . (يشار اليه I) .

٢ – مخطوط القاهرة – دار الكتب ، الرياض . ٤٠ م ، ٢٠٩ج – ٢٢١ظ ، القرن الثاني عشر هجري = القرن السابع عشر ميلادي . (يشار إليه C) .

٣ – مخطوط دمشق ، الظاهرية ، ٥٦٤٨، ١٩٦ج – ٢١٤ج ، القرن الرابع عشر هجري = القرن العشرون ميلادي . (يشار إليه D) .

ومقارنة هذه النصوص توحي بأن مخطوط D هو نسخة عن مخطوط C وأن مخطوط I ليس بأصل لـ C .

في دراستنا هذه يشير الرمز (y: ٧/٤x) إلى السطر y من الصفحة x للمخطوط I ، وجهاً أو ظهراً – تبعاً للمعنى الملائم في الكتابة العربية . مراجع الوصف ، [x] ، تشير إلى وصف النص الانكليزي ، كما تشير المراجع للاشكال .

موجز المراسلات :

فيما يلي نورد ماخصاً عن المراسلات ، الموجودة فعلاً والرسائل المشار إليها على حد سواء .

الرسالة الأولى :

يعرض أبو سهل في هذه الرسالة التي لم نعثر عليها ، استنتاجاته حول مركز ثقل قوس الدائرة كما يلمّح إلى أن π منُطقة . كما يعد بارسال نسخة من كتابه عن مراكز الأثقــال بالإضافة إلى « الاشكال الباقية » من المقالــة الثانيــة من كتاب أبولونيوس « قطع النسبة المحدودة » .

الرسالة الثانية :

هذه الرسالة ليست موجودة ، ولكن يطاب أبو اسحق فيها تفاصيل عن الموضوعات التي ذكرها أبو سهل في رسالته السابقة ، وخاصة عن أهمية π .

وينقضي بعض الوقت دون أن يجيب أبو سهل على الرسالة . مما يحث أبو اسحق للكتابة ثانية .

الرسالة الثالثة :

في هذه الرسالة الموجودة ، والتي هي الأولى من بين الرسائل الحالية ، يظهر أبو اسحق قلقه لانقطاع المراسلة ويكرر مطلبه في الرسالة الماضية .

الرسالة الرابعة :

هذه هي الرسالة الثانية من الرسائل الحالية الموجودة ،وفيها يعلن أبو سهل عن ضرورة لقائه مع أبي اسحق قريباً لمناقشة نظريات « قطع النسبة المحدودة » . كما يشير إلى الكتاب الذي ألفه حول مراكز الاثقال ، والذي انجز ستة فصول منه ويخطط لكتابة أربعــة أو خمسة فصول أخرى . ويضع مقدمة لمخططه عن مراكز الأثقال ويعرض نظريتين حول مراكز الأثقال للقطاعات الدائرية ولأقواس الدوائر .

يبحث المخطط حول مراكز الأثقال في وضع الشكل I . حيث أن جزء من القطع المكافئ والمثلث المتساوي الساقين مرسومــان داخل نصف الدائرة ABG معاً ،

ثم تُتخيل الأشكال دائرة حول مركز الدائرة (حول خط BD)، بحيث تشكل مخروطاً وجسماً مكافئاً دورانياً ونصف كرة . ويوضح المخطط أين تقع مراكز الاثقال على الخط BD بالنسبة للمسطحات الثلاثة وبالنسبة للمجسمات الثلاثـة . والنسب التي يعطيها لكل من المخروط والمجسم المكافئ ونصف الكرة هي : ١ إلى ٤ من القطر ، ٢ إلى ٦ ، و ٣ إلى ٨ ، في حين يعطي النسب التالية للمثلث والقطع المكافئ ، ونصف الدائرة : ١ إلى ٣ ، ٢ إلى ٥ ، و ٣ إلى ٧ على التوالي .

وفيما يخص النظريتين ، فإن نظرية القطاع الدائري تشير إلى أنه – الشكل (٢)– اذا كان كلٌ من $\widehat{DEG}$ و $\widehat{BEA}$ قطاعين من دائرتين مركزهما مشترك ونسبة نصف قطريهما هي ٣ إلى ٢ ، فإن مركز ثقل DEG ومركز ثقل القوس $\widehat{BA}$ هو النقطة نفسها تقول النظرية الثانية إنه (في الشكل ٣) إذا كانت E هي مركز للقوس $\widehat{BEA}$ في الدائرة التي نصف قطرها هو EG ، وأنه إذا كان D هو مركز ثقل القوس $\widehat{BEA}$ ، فإن $\widehat{BEA}$: $DG : EG = BA$. وفي النهاية ، فإنه يستخدم المخطط والنظريتين المذكورتين آنفاً لبرهان قيمة ٩/٢٨ .

الرسالة الخامسة :

وهي الثالثة من ضمن المراسلات الموجودة والتي يبين أبو اسحق فيها عدم اقتناعه بأن نسبة الاسطوانة الدائرية إلى الاسطوانة المربعة إذا تساوى ارتفاعهما هي نسبة معلومة . علاوة على ذلك،فهو يصور مايؤمن به على أنه مخالف للصحة المطلقة لقانون القوى . ويستشهد باستنتاج أبي سهل للقيمة المتقلبة لـ π مع النهاية المتناقصة التي برهنها أرخميدس . ويعرض ، في النهاية ، مسألة سمعها حول دائرة معلومة قطعت ، بضلع واحد على الأقل لزاوية معلومة .

الرسالة السادسة :

يناقش أبو سهل في هذه الرسالة ، والتي هي الرابعة من ضمن الرسائل الموجودة ، المعاني الكثيرة لكلمة « معلوم » كما تطبق على النسبة ، اضافة إلى مناقشته لمسألة متى يكون الارتفاعان من طبيعة واحدة . ويصل إلى استنتاج البرهان أن نسبة اسطوانتين لهما نفس الارتفاع ، ومهما يكن مستوى سطحي قاعدتيهما ، هي كنسبة هاتين القاعدتين . ثم بعد ذلك يكشف ابو سهل الخطأ في مثال أبي اسحق المعاكس لقانون القوى مؤكداً أنه أعطى البرهان على قانون القوى . كما يسلم بأن القيمة التي أعطاها لـ π تعتمد على نظريته

حول مركز الثقل لنصف دائرة ، والتي هي النتيجة الوحيــدة التي لم يجد لها برهاناً بعد ، ولكنه واثق من إمكانية ايجاد البرهان لأن هذه القيمة تطابق النموذج المناسب للنتائج الأخرى عن مراكز الثقل كما تظهر في مخططه . ولا يوجد تعارض بين أبي سهل وأرخميدس لأن بحث « قياس الدائرة » ليس لأرخميدس ولكنه ينسب إليه فقط . وهــذا لأن حسابات هذا البحث التقريبية تجعله مختلفاً تماماً عن أي عمل آخر لأرخميدس الذي كان مهتماً فقط بالنتائج الدقيقة . وتنتهي الرسالة بتركيب رياضي يحــل مسألة أبي اسحق والبرهان عليها .

٢ ــ الأشخاص المذكورون في النص :

العلماء الإغريق الذين ورد ذكرهم هم: أرسطوطالس ، إقليدس ، أرخميدس ، أبولونيوس ، جالينوس ، بطليموس ، وأبرخس . أما علماء العــالم الاسلامي الذين ورد ذكرهم فهم : ثابت بن قرة ، ابراهيم بن سنان ، أبو سعد العلا بن سهل ، والغير معروف أبو شجاع شهريبان بن سرخاب ، وقاضٍ يدعى أبو علي ريباس بن برناس ، وأبو المفضل الأنصري . (وإن اسم القاضي في جميع المخطوطات غير منقط ، كما أن المحاولات العديدة لوضع النقط لم تؤد إلى أي اسم في المراجع الأساسية) .

ويظهر النص عدة مفاهيم خاطئة عن المؤلفين الإغريق ، فمثلاً يعتقد أبو سهل أن اقليدس عاش بعد أرخميدس (١٣٦ج : ٤ــ٦) ، وأن بيانه بعزو « قياس الدائرة » إلى أرخميدس هو خاطئ (١٣٦ج : ١٦) ، كما أن بيانه عن محاولة الاقتراب من مسألة إيجاد مساحة جزء من القطع المكافئ بتجميع المثلثات على أقطارها هو شيء لايمكن لأرخميدس أن يقوم بفعله قط (١٣٨ظ : ١ــ١٢) . ومن ناحية ثانية ، وفيما يتعلق « بقياس الدائرة »، فإن ج. سسيانو يشير في (٢٩) إلى أنه قد انتشرت في أرجاء العالم الاسلامي نسخة من هذا البحث حيث أن برهان الجزء الأخير من المقطع ٣ كان ناقصاً ، مما جعل البحث يبدو أقل جدية بالنسبة إلى أبي سهل . وهذا يفسر أيضاً ماالذي جعل أبو سهل في (١٣١ ظ : ٢٤ ص‌ص) يشعر أن باستطاعته تفسير التناقض بين القيمة التي أعطاها لـ π مع النهاية المتناقصة التي برهنها أرخميدس بأنه نتيجة لخطأ نسخي بسيط . أما بالنسبة لاعتقاده حول كيف اكتشف أرخميدس مساحــة القطع المكافئ ، فإننا يجب ان نتذكر أن هذا البحث كان معروفاً لدى الكتاب العرب في العصر الوسيط فقط من خلال ذكر نتيجته الرئيسية في مقدمة كتاب « الكرة والاسطوانة » .

٣ – تاريخ المراسلات :

بما أن تاريخ وفاة أبي اسحق يعود إلى ٩٩٤/٣٨٤، فهذا يعني أن المراسلات قد كتبت قبل هذا التاريخ . إضافة إلى ذلك فإننا نعلم من خلال مقدمة بحث أبي سهل عن بنية مسبع منتظم (باريس ٤٨٢١ ص ١٧ج) أنه قد حدث ازدهار للعلوم أثناء حكم الملك البويهي عضد الدولة . وأن علم الأوزان ومراكز الأثقال قد ذكر بتفصيل تام . وفي اعتقادنا أن أبا سهل هنا يشير إلى اكتشافاته الخاصة والتي لخص بعضها في هذه المراسلات ، مما يعني أن المراسلات قد حدثت أثناء حكم عضد الدولة أو بعده نحو ٩٧٨/٣٦٧–٩٨٣/٣٧٣ .

أما الدليل الثاني لعهد المراسلات فهو الأحد ، الثامن من صفر وهو اليوم الذي أرّخه أبو اسحق لرسالته الأولى . وحيث أن أبا اسحق كان موظفاً حكومياً ولم يكن باستطاعته أن يستعمل تقويم الفلكيين (انظر كينيدي [١٦ ، ص ٢٣٢] في مايتعلق بالتقويمات المختلفة) ليؤرخ مراسلاته ، لذلك فإنه باستطاعتنا نحن أن نعد بياناً بالتواريخ المحتملة لرسالة أبي اسحق الأولى،وبكلمة أخرى الأعوام بين ٣٦٧و ٣٨٤ عندما يصادف الثامن من صفر يوم الأحد ، وهذه الأعوام هي : ٩٧٨/٣٦٨،٩٨٣/٣٧٣ و ٩٩١/٣٨١ (انظر ڤوستنفلد [٣]،ص ٩١) . التاريخ الأول هو الأقل احتمالاً بين التواريخ الثلاثة لأنه كان سابقاً جداً لأوانه أن يكون أبو سهل قد أنجز الكثير حول نظرية المراكز في عهد حكم عضد الدولة . كما توحي هذه المراسلات . كذلك كان أبو اسحق قد سجن آنذاك من قبل عضد الدولة وطُلب منه أن يشرع بكتابة تاريخ البويهيين وذلك تكفيراً عن عدم مساندته لقضية عضد في السابق . أما التاريخ الثاني،والذي يصادف مباشرة نهاية حكم عضد ، فهو محتمل جداً ، ولكننا نعتقد بأن أبا سهل كان محبوباً من قبل عضد وأنه مكث في بغداد طوال فترة حكمه . وإذا كان هذا صحيحاً فإنه لمن الصعب أن يتوافق هذا التاريخ مع شكوى أبي اسحق في المراسلات بأن « الزمان لا يفيه حقه » . أما ما يتوافق مع هذه الملاحظة فهو الاحتمال الأخير . أي ٩٩١/٣٨١ . ذلك لأنه في ذلك الحين توفي شرف الدولة –آخر أنصار أبي سهل –كما أن مرصد المراقبة في حديقته – حيث أدار أبو سهل الملاحظات التي شهدها أبو اسحق كان قد أغلق . وهـذا قد يوضح كيف بدأت المراسلات بين أبي سهل وأبي اسحق ، أي إنهما قد تعارفا في بغداد حوالي عام ٩٨٨/٣٧٨ . وإن اهتمامهما المشترك في الأمور العلمية أدى إلى صداقتهما التي

أدت فيما بعد إلى قيـــام هذه المراسلات وذلك بعد وفاة شرف الدولة عام ٩٨٩ عن عمر يناهز السابعة والعشرين ومغادرة أبي سهل لمدينة بغداد .

وعلى الرغم من أن عام ٩٨٣/٣٧٣ هو مجرد احتمال ، فإننا نستنتج على ضوء هذه التقديرات أن أهمية الشواهد تؤيد حدسنا بأن المراسلات حدثت خلال عام ٩٩١/٣٨١ .

٤ ـ مراكز الثقل في المراسلات :

إن نتائج مراكز الثقل للمسطحات الثلاثة ولمجسماتها الدورانية في رسالة أبي سهل الأولى الموجودة هي صحيحة ، باستثناء النسبة ٣:٧ لنصف الدائرة . وبرغم أن أرخميدس قد برهن النتائج الصحيحة الخمسة ، إلا أننا نعلم من خلال شهادة أبي سهل في مقالـــه عن « حجم المجسم المكافئ الدوراني » ـ [٢٦ ، العدد ٦ ، ص ٣]ـ أن اكتشافه لمركز ثقل المجسم المكافئ الدوراني ، وربمـــا لنصف الدائرة ، حصل دون معرفته لنتائج أرخميدس . وحيث أننا ليس لدينا علم عن إرسال أي مقال إلى المؤلفين العرب يحتوي على نتائج القطع المكافئ أو المخروط ، لذلك يجب علينا أن نفترض أن اكتشافات أبي سهل هذه هي اكتشافات مستقلة . إن النتائج المتعلقة بالمثلث يمكن لأبي سهل أن يكون قد عرفها من مصادر قديمة مثل « الميكانيكا» لهيرون ـ الكتاب الثالث لبابوس [٢١] ـ أو من كتاب بعنوان « كتاب عن مراكز الثقل » والذي ذكره أرخميدس في مقاله عن « إنشاء مسبع منتظم في دائرة » على أنه موجود . ومع ذلك فنحن على يقين بأنه أياً كانت الكتب التي يحوزته عن هذا الموضوع فإنها لم تتضمن برهاناً على قانون القوى .

وإن إفادة أبي سهل في ١٣٥جـ:١٣ أن « ثابت » تناول قانون القوى كمقدمة لهو أمر محير حيث أن المسألة ٣ من مقال «ثابت » عن «القرسطون» [٣٣] مخصصة لإيجاد برهان على هذا القانون ، على الرغم من أنه ، على الأرجح، لم يُرض أبو سهل والذي اعتبره دون شك أقرب إلى بحث مُعدٍ لجعل النتيجة مقبولة من أن يكون برهاناً .

أخيراً ، فإن نظريتي أبي سهل عن مراكز ثقل قطع دائرية هي صحيحة تماماً ، كما أنها ليست معروفة في العلوم القديمة . ومن ناحية ثانية ، ليس لدينا أي تلميح كيف تمكن أبو سهل من برهانهما مع أن النظرية الأولى يمكن أن تكون مستنتَجة من تقديرات متناهية في الصغر (انظر (٦ ،ص٨) ،والنظرية الثانية مستنتَجة من نظرية بابوس ـ جولدين .

٥ – ملاحظات متنوعة حول النص :

في ١٣٠ ظ : ٢٧–٢٩:

إن الأشكال العددية قريبة جـداً لتلك الموجودة في مخطوطة مكتبة بودلين عن «**القانون المسعودي**» (نسخ عام ١٠٨٢ ميلادي) الذي نشره ر.ا.ك إيراني [١٥، لوحة١ ، ص ٤] في دراسته عن الأشكال العددية العربية . وإن الأعداد المكتشفة في C اكثر ما تختلف في الأشكال «٢» ، «٦» ، «٨» . ولاتظهر الأعداد في D لأن المخطط نفسه غير موجود .

في ١٣١ج : ١٦

بما أن الأسطوانة المربعة لم تذكر في رسالة أبي سهل السابقة، وبما أن الأسطوانة الدائرية ذكرت فقط في سياق موضوع تحديد الحجم (١٣٠ظ : ١٠–١١) فإنه على مايبدوأن أبا اسحق يجيب على رسالة سابقة لأبي سهل غير متوفرة لدينا . وهذا الشعور معزز من خلال ذكر أبي سهل لرسالتيه السابقتين في ١٣٣ج : ٢ .

في ١٣٣ ظ : ١–٢

إن كلمة **تحليل** هي ترجمة عربية للكلمة اليونانية ἀνάλυσις ، والتي يوضحها بابوس في الكتاب السابع من هذه **المجموعة الرياضية** ، [٢١ . ص ٦٣٤] . وبرغم أن هـذا الكتاب لم يكن معروفاً لدى المؤلفين العرب ، فإن العديد من الأعمال التي يصنفها بابوس على أسـاس أنها تنتمي إلى **خزانة التحليل** ، مثلما كان كتاب **المعطيات** لاقليدس ومقالات أبولونيوس المتنوعـة . ويشير أبو سـهل في ١٤٠ ظ : ١٥ إلى أبولونيوس كشخص عالج المشاكل بالتحليل والتركيب . وإن أول عمل عربي معروف ذكر التحليل هو بحث **في طريق التحليل والتركيب** (حيدر آباد،١٩٤٧) لابراهيم بن سنان (٢٩٦/٩٠٩–٣٣٥/٩٤٦) . كما أن الكوهي نفسه ألف بحثين في مسائل هندسية حُلت بطريقة التحليل (العددان ٨،٩ من الجزء – ٥ – لسزكين [٣٠،ص ٣١٩]) . ونجد وسط جدول عناوين أعمال ابن الهيثم ذكر خمسة تحليلات من بينها واحدة فقط نعلم بوجودها اليوم والتي هي **في التحليل والتركيب** . وتشير هذه الأمثلة إلى أهمية هذا المنهج في القرن الرابع للهجرة . إن تفسير كلمة σύνθεσις اليونانية هي كلمة **تركيب** التي يمكن أن تشير إما إلى عكس كلمة **تحليل** (انظر آنفاً)، وفي هذه الحالة فإنها تترجم بكلمة (Synthesis) ، أو أنها تشير ،

كما هي الحال هنا ، إلى العملية الناتجة من تناسب ا : ب = جـ : د النسبة (ا + ب) :ب= (جـ + د) : د ، وفي هذه الحالة فإنها تترجم بكلمة **(Composition)** .

في ١٣٥جـ : ١٤

إن عزو الاهتمام بعلم الحيل لأبي سعد هو شيء حديث يُظهر أن الاهتمام في علم الحيل النظري في القرن الرابع الهجري كان إلى حد أبعد مما كان يُعتقد به حتى الآن .

في ١٣٨ ظ : ١ وما يتبع :

المثلثات هي **على أقطاره** ، بمعنى أن كل مثلث يحتوي على جزء من القطر كخط متوسط . فمثلاً : في الشكل ١١ ، الخط المتوسط للمثلث BEG هو الخط النازل من E (على الضلع BG والذي هو جزء من قطر القطع المكافئ الأصلي . وهذه النتيجة تؤول إلى **مخروطيات** أبولونيوس ، I ، ٤٦ . إن خاصية مساحة هذه المثلثات ، والمذكورة في الأسطر ١-٤ ، شكلت قاعدة لإحدى مربعات أرخميدس بالنسبة إلى القطع المكافئ . هذه الخاصية كانت أيضاً حلقة هامة في مناقشة ابراهيم بن سنان (والتي نفترض أن أبا سهل قد وجد الوقائع ضمنها) .

٦ – ماتحتويه المراسلات من علاقات رياضية :

تظهر أغلب مسائل العلاقات الرياضية في المناقشة حول مركز ثقل نصف دائرة . وفيما يتعلق بسلسلة الأعداد الصحيحة التي تظهر في النسب موضحة شيئا يعتبر طبيعياً ، فإن أبا سهل يضع نفسه وسط هؤلاء الرياضيين والفلاسفة الذين يؤمنـــون بأن أقصى درجات الحقائق في الطبيعة يعبَّر عنها بواسطة الأعداد الصحيحة ونسبها . إن علم مراكز الأثقال هو في الآخر حول الطبيعة . ويَعتبر الكوهي جدوله في نسب الأعداد الصحيحة على أنه تعبير مميز عن الطبيعة بحيث أنه سيصبح محيّراً لو أن الحلقة الأخيرة في هذه السلسلة الظريفة من الأعداد انقطعت في حين بقيت الخمسة الأخرى صحيحة .

ومن ناحية ثانية ، فإن أبا اسحق يبين أنه لو كان علم مراكز الأثقال **برهانياً** واستنتاجياً بآن واحد كما هي حال الطبيعة ، عندئذ يجب أن تفي نتائجه المعيار المزدوج للتماسك مع النتائج الأخرى المبرهَنة والتجارب الفيزيائية . وإنه لمن الضروري الإشارة إلى أن دراسة أبي اسحق المعتمدة على المعيار الأول من هذين المعيارين هي أنجح بكثير من دراسته المعتمدة على المعيار الثاني والتي ليست إلا مجرد تجربة عقلية معالجَة وفق الافتراض أنه

إذا توازن شيئان عند نقطة الارتكاز كانا من وزن واحد (لايجاد هذا المفهوم الخاطئ في المؤلفات السابقة ، انظر [٥،ص ١٠١]) .

ويقر أبو سهل بأن العنصر الأساسي في تعديله للدائرة لم يبرهَن بعد (١٣٧ظ : ٢٠)، ثم يشن هجوماً على مصادر أبي اسحق معتمداً على أساس أن بحثه حول « **قياس الدائرة** »، ولكونه تقريبي فقط ، هو شيءٌ لايدعو إلى الفخر بالنسبة لمهندس عصري شهير ، إذا تركنا أرخميدس جانباً . وهكذا فإن أبا سهل يعتبر العلم الإيضاحي كعلم نتائجه دقيقة وليست تقريبية . وإلى هذا الحد يعتبر أبو سهل التقريبات لتكون من الرياضيات الإيضاحية ، إلى أن اختتم بأن البحث ليس لأرخميدس ، بل هو منسوب إليه فحسب . وتوحي ملاحظات أبي سهل بأفضلية ترك المناهج التقريبية للتابعيين أمثال جالينوس وأرسطوطالس، الذين أُسست معرفتهم على الاعتقاد والأرجحية فقط .

وُتعد اعتراضات أبي اسحق بأن النسبة بين اسطوانتين هي معلومـــة إذا كانتا من «جنس واحد»– وإلا لكانت غير معلومة من نواح أخرى – جديرة بالاعتبار . وترجع هــذه الفكرة التي كررها الجيّاني [٢٣،ص٢٠] ، إلى أرسطوطالس . ويستشهد أبو سهل بأرخميدس لتفنيد ذلك (١٣٣ج : ٢٦) ، برغم أنه ، دون معرفة بالمسألة ١٨ التي « عن اللوالب » ، يجب أن يكتفي بالتشابهات الجزئية المستنتجة من «الكرة والأسطوانة» . والدليل الآخر على استخفاف أبي سهل بفكرة « الجنس » في علم الرياضيات نجده أيضاً في ١٣١ظ : ٢ (حيث يتبنى نسبة قوس إلى خط) ، وفي ١٣١ظ : ٤ (حيث يتبنى حاصل قوس وخط)،وفي ١٣٤ج : ١٥ (حيث يعرِّف الأسطوانة على أنها ناتج خط ودائرة) ، وهذه كلها لم يكن بوسع أرسطوطالس أن يتخيلها .

في ١٣٣ج : ١٩ ومايتبع يبحث أبو سهل في معنيين ممكنين لمعرفة النسبة . المعنى الأول أن المتقدم هو كذا مرة وكذا جزء من الناتج (نسبة الكم)، وهو هنا يعطي تعريف النسبة التي استعملها البيروني فيما بعد في [٧، ص ١١] على أنها «كمية مقدار أحدهما من الآخر » . ولقد استُخدم هذا المعنى من قبل علماء الجبر وعلماء الفلك،ولكن أبا سهل لن يستعمله كما يقول . أما المعنى الثاني فهو أن معرفة النسبة تتم عندما نستطيع إيجاد ارتفاعين بنفس النسبة على أنهما حدّيها (نسبة الوجود) . وإن بيانه وبرهانه (١٣٥ظ : ١٤ ومايتبع) ، أن نسبة الاسطوانة الدائرية إلى الاسطوانة المربعة هي كمثل قاعدتيهما، يبدوان مبتكرين ويبينان أن النتائـــج في علم الرياضيات ليست خاضعة لأية قيود مسبقة كالتي قد تحدُّ

من قابلية مقارنة المنحني والمستقيم . غير أنها مقيدة فقط بمعيار أنها يجب أن تكون قابلة لأن تبرهَن على أساس مجموعة محددة من المقدمات المنطقية .

وهذا الرأي لأبي سهل هو مايشعر أغلبية علماء الرياضيات العصريين أنه مشابه لآرائهم .

وفي النهاية يستعمل أبو سهل المصطلح الفني « مقدّمة مسلّمة » – المأخوذ من علم المنطق العربي – على أنه النقيض لـ « مقدّمة ضرورية » لكي يميز المقدمات المنطقية التي يسلّم بها بدون أن تكون مرفقة ببرهان [١٠ ، ص١٥١ ، و١١ ، ص١٣] مثل تلك التي عند اقليدس . والتي هي جزء أساسي من النظام الاستنتاجي الشامل . ويذكر أيضاً أن ما يقصده بكلمة « مقدّمة » النتيجة التي يجب برهانها . والتي تتوقف عليها النتيجة الأساسية . وهذه تنسجم تماماً مع المصطلح الحديث « فرضية » .

٧ – مسألة حول دائرة قطعت بزاوية ما :

المسألة . في أبسط أشكالها ، هي بشأن دائرة قطعت بالقطر BG والمماسة عند B . والمطلوب هو إيجاد نقطة Z على محيط الدائرة بحيث أنه إذا قَطع المماس عند النقطة Z المماس والقطر عند النقطتين A و D على التوالي ، فعندئذ تساوي النسبة AZ:ZD نسبة معلومة . ولكن هذه الحالة ، كما يشير أبو اسحق ، هي حالة خاصة في المسألة عندما يكون BG هو أي وتر من الدائرة . وسوف نوجز حل أبي اسحق لهذه المسألة .

بالتحليل يمكننا أن نفترض أن الطلب AZ:ZD معلوم فإذاً النسبة AZ:AD وبالتالي النسبة AD:AZ معلومتان . ولكن ZA و AB هما مماسان للدائرة في النقطة A ، وهكذا فإن AZ = AB ، والنسبة AD : AB معلومة . علاوة على ذلك . فإن الزاوية B ونسبة الضلعين AD : AB في المثلث ABD هي معلومة . وبالتالي فإن المثلث ADB هو « معلوم الصورة » . وبما أن الزاوية D أصبحت الآن معلومة فيمكننا أن نرسم الخط GT فيكون $\widehat{ADB} = \widehat{TGB}$ وآنذاك ستكون Z نقطة تقاطع الدائرة مع الخط EH المرسوم عمودياً على GT ، وهكذا سيكون مماس الدائرة في النقطة Z هو الخط المطلوب .

والحالتان الباقيتان اللتان لم يستطع أبو اسحق حلهما هما عندما لا يكون AB مماساً للدائرة . وسنبدأ الآن بطرح فكرة عامة عن حل أبي سهل للمسألة ، ماحقة بإشارات إلى سطور ضمن النص حيث تتوفر التفاصيل .

الشكل ١٢ : المسألة :

(١٣٨ظ : ٢٦–٢٩) لدينا المركز D ونصف القطر DB للدائرة ABG ، بالإضافة إلى الزاوية ZEW التي تقطع الدائرة المعطاة بضلع واحد على الأقل . كما لدينا أيضاً المسافة من رأس الزاوية إلى مركز الدائرة . والزاوية ZED ونسبة قطعتين دائريتين HT : TK والمطلوب أن ننشئ نقطة B على جزء من الدائرة ضمن $\widehat{ZEW}$ حتى إذا قطع المماس عند النقطة B ضلعي $\widehat{ZEW}$ في النقطتين Z و W تكون عندئذ WB : BZ = HT : TK نلاحظ أن اعتبارات الاستمرارية ترتأي أنه سيكون للحالات المطروحة هنا حاول .

الانشـــاء :

(١٣٨ظ : ٢٩– ١٣٨ج : ١٠) أنشئ على خط القطعة الدائرية HTK قوساً دائرياً KLH لتكون $\widehat{ZEW} = \widehat{KLH}$ ثم تمم الدائرة KLM وأنشئ الوتر $LTM \perp HTK$.

ارســـم الآن الخط DE ومدده في الاتجــاهين حتى النقطتين N و O ليكون DE : EN = DS : SO = LT : TM . وبما أن الزاوية التي يصنعها هذا الخط مع القاطع AGE مفترض أنها معلومة ، لذلك اختر نقطة F على الدائرة KLM بحيث تتساوى الزاوية في القطاع الدائري KMHLF مع $\widehat{DEG}$.

ثم ارسم الخط DC بحيث يكون $\widehat{FKL} = \widehat{EDC}$ ، والخط DQ بحيث يكون $\widehat{EDQ} = \widehat{MLF}$ ، وبعدئذ ارسم $NR \parallel DC$. والآن أدخل القطاع DO ضمن الزاوية NRQ بحيث تنحرف باتجاه E ، وبكلمة أخرى أنشئ الخط CEQ ليكون YQ = DO .

وأخيراً ، اختر t على الدائرة KLM بحيث يكون $\widehat{LMt} = \widehat{DQE}$ ثم أوصل t إلى كل من K, F, L, H . آنذاك يكون مماس الدائرة ZBW المتشكل هو الخط المطلوب ، بحيث يكون $\widehat{AZB} = \widehat{tKH}$.

البرهـــان :

المراحل الأساسية هي التالية : في البداية (١٣٨ج : ١٠–١٩) اختر النقاط K, Θ على CQ بحيث يكون DS = EΘ = YK . ويظهر أبو سهل في البداية أن DB:DE = XT:xt والتي هي النتيجة الوحيدة الضرورية في الملحق .

ويلاحظ أبو سهل (١٣٨ج : ٢٩–١٣٩ظ : ٥) ان المثلث $\overset{\Delta}{(EDd)}$ يشابه المثلث $\overset{\Delta}{(tx\Gamma)}$. كما أنه يحرز من التناسب الناتج . $DE:Dd = xt:x\Gamma$. ومن التناسب السابق . التساوي $DB:Dd = xT:x\Gamma$ والذي يتلو منه $BD : Dd = T\Gamma:x\Gamma$.

وبعد ذلك يبين أبو سهل في (١٣٩ظ : ٦–١٢) أن التشابه المذكور آنفاً يقتضي أن $Dd ; Ed = x\Gamma : t\Gamma$ وهكذا . وبالتساوي. يكون $Bd:Ed = T\Gamma:tf$. ويستنتج أبو سهل من هذا ومن التشابه بين المثلثين $\overset{\Delta}{(BdZ)}$ و $\overset{\Delta}{(T\Gamma K)}$. أن $EZ:dZ = tK:\Gamma K$. والذي منه . ومع نفس التشابه . يحرز المساواة : $EZ:ZB = tK:KT$. وأخيراً (١٣٩ظ : ١٢–١٥) فإن تساوي $\hat{Z}$ مع $\hat{K}$. و $\hat{E}$ مع $\hat{t}$ يشمل التشابه بين $\overset{\Delta}{(EZW)}$و$\overset{\Delta}{(tKH)}$ الذي،مع ماسبق . يتضمن

$$WZ:ZB = HK:KT$$

وهكذا :

$$WB:ZB = HT:TK$$

والذي هو برهان النظرية .

كذلك هو برهان أبي سهل للحل الذي اقترحه . ومن ناحية ثانية، يبرز السؤال حول تكوّن المسألة وحل أبي سهل لها . وفي رأينا أن الاثنين مرتبطان بعلاقة وثيقة لأننا نعتقد أن المسألة نشأت كمسألة إنشاء هندسي من النوع الذي يُحَل بطريقة التحليل عادة . وبرغم أنه لم توجد مراجع أخرى لهذه المسألة الدقيقة في المؤلفات التي بحثنا فيها . فإن مسائل من نفس النوع مع نفس المصطلحات يمكن أيضاً اكتشافها في أبحاث ابراهيم بن سنان بن ثابت [٣٠ . الجزء ٥ ، ٢٩٤] وفي أبحاث ابن الهيثم [٣٠ ، الجزء ٥ . ٣٦٨] حول التحليل والتركيب . وهكذا . وبسبب أن المسألة نشأت ضمن دائرة المسائل . فإن أبا سهل يعطي. بالاضافة إلى إعطائه التركيب في الحالة العامة ، ليس أقل من أربعة حاول للحالات الخاصة . وحتى أنه يعتذر عن عدم إعطائه التراكيب هنا وأيضاً على أساس أنه لم يود أن يطول البحث كثيراً .

ولكن.عندما نفترض أن $TX:Xt = BD : DE$.فإننا نحتاج إلى شكل دوراني من نوع سائد : أي أن القوس $\widehat{MHL}$ والوتر MTL من الدائرة محددين،بالإضافة إلى النقطة (F) ، على الجانب الآخر من الوتر . ونفترض بعدئذ إنشاء القطاع الدائري tx باتجاه النقطة F فتكون النسبة TX:xt مساوية لنسبة معلومة، أي BD,DE . وهذا في الواقع تعميم لما يصفه أ.ي. صبرا [٢٧،ص ٢٠٠] على أنها خامس فرضية هندسية من الفرضيات الهندسية الست التي استعملها ابن الهيثم في كتابه «المناظر»: « من نقطة E خارج الدائرة التي قطرها AB

ومركزها G نرسم الخط الذي يقطع محيط الدائرة في النقطة D والقطر في النقطة D بحيث يكون DZ مساوياً لـ ZG » .

ماتصوره أبو سهل أنه كان يمكن حل هـذه المسألة بمسألة أبسط ظاهرياً ، أي : بإعطاء ضلعين RN و RQ لزاوية ما ، ونقطة E ليست ضمن الزاوية ، وخط DO مرسوم من خلال E مشكلاً الخط EYQ المتقاطع مع ضلعي الزاوية في Q و Y بحيث يكون YQ = Do - ١٣٨ج : ٦ .

أما بيانه المتعلق بمسألة الدوران – « لقد بيّنا كيفية عمل ذلك في عدة أماكن ، وفي أحوال كثيرة يمكن أن يصادف أن لانحتاج إلى اللجوء إلى القطاعات المخروطية » – (١٣٨ج : ٦–٧) فيشير إلى استعمال القطاع المخروطي لحل المسائل الدورانية . وهذا التطبيق يعود إلى العصور الهلنستية (لمزيد من التفاصيل ، انظر هوجندياك [١٤ أ]) . كما أنه لحل المسائل الدورانية . يستعمل المرء ما وصفه أبو سهل عن طريق ابن الهيثم في كتابه « كتاب المناظر » .

وهنا أيضاً ورد اسم ابن الهيثم . ولقد حدسنا سابقاً أن المراسلات قد كتبت حوالي ٣٨١ للهجرة ، عندما كان ابن الهيثم يبلغ من العمر السادسة والعشرين . وأدركنا أن أبا سهل كان يكتب في البصرة – مكان إقامة ابن الهيثم – إلى أن ذهب إلى مصر وهو في سن الخامسة والثلاثين تقريباً . كما أننا نعلم أن الخازني [١٨ ، ص ٢٦] قد ربط بين اسميهما في معالجته لموضوع مراكز الثقل . لذلك فإنه من المحتمل أن يكون أبو سهل وابن الهيثم قد التقيا شخصياً في البصرة حوالي ٣٨١ ، وأن المواضيع التي بحثاها معـاً شملت على الأقـل مراكز الثقل ، والتحليل والتركيب ، والإنشاءات الدورانية . ولكن سواء حدث هذا فإنه يجب ترقب أبحاث أخرى عن أعمال هذين الرجلين .

وعن الجزء الرياضي المتبقي من المراسلات ، فإن التحليلين الأول والثاني لأبي سهل هما تحليلان دقيقان . وبإمكاننا أن نتناول التحليلين الثالث والرابع (١٣٩ج : ١٨) و(١٤٠ظ : ٨) . حيث نحيل القارئ إلى الشكل ٢٠ المؤلف من أربعة أشكال في النص . ونلاحظ في هذا الشكل أن النقطة B قد اكتشفت على الدائرة بحيث أنه إذا كان WBZ هو المماس فيكون عندئذ WB:BZ مساوياً لنسبة معلومة . (وهكذا فإن WZ:BZ و WZ,WB هما معلومان ، ولكن WB, BZ , او WZ ليست معلومة . وإن أي نصف قطر مثل DB هو معلوم . كذلك فإن DE او EG معلومتان ، وهذا هو كل ما في الأمر) .

التحليل الثالث :

دع أنصاف الأقطار WE و BD تمتد التلاقي عند T'' . ونظراً لأن $ED:DB = T''E:BZ$ وكلاً من ED, DB معلومتين فإن النسبة الأخيرة هي معلومة . كذلك فإن BZ:ZW هي معلومة . وهكذا فإن $T''E:ZW$ تصبح معلومة بالتضاعف $T''E^2:ZW^2$. ولكن $ZW^2:ZW.WB = ZW.WB$ هي معلومة أيضاً فيكون . وبالتضاعف . $T''E^2:ZW.WB$ معلوماً . ولكن بتشابه المثلثين $T''WB$ و ZWE فإن $ZW.WB = T''W.WE$ فتصبح $T''E^2:T''W.WE$ معلومة .

ويخلص ابو سهل الآن إلى أن $T''E:WE$ هي معلومة . ومع أنه لايعطينا أي تفسير لهذا الاستنتاج فإننا نستطيع أن ندرك صحته كما يلي : لنفترض أن $T''E = C, EW = b, T''W = a$ ، فيكون $a = b + c$ وتكون النسبة المعلومة $(T''E)^2 : T''W.WE = c^2 : a.b = c^2 : (b+c) . b = 1: (b/c+1) b/c$ وهكذا يكون $(b/c + 1) b/c$ معلوماً . وبما أن كلاً من الناتج والفارق $(b/c + 1) - b/c = 1$ ، معلوم فإن أبا سهل اعتبر على الفور أن b/c معلوم . ولكن هذا هو عكس النسبة المرغوبة تماماً ، c/b ، وهذه الأخيرة هي معلومة .

وأخيراً ، وبما أن كلاً من $WZ:T''E$ و $T''E:WE$ هما معلومتان ، فإن الكوهي يصل إلى أن WZ:WE معلومة . وبما أن المثلث القائم الزاوية EWZ معروف بشكله (معلوم الصورة) والزاوية EZW معلومة ، فإن هذا يجيز لنا أن نرسم المثلث الذي يحل المسألة .

التحليل الرابع :

هذا الجزء يمكن عرضه كما يلي : $WZ:ZB = WZ.ZB:ZB^2$ معلومة ، ولكن وفقاً لمثلثات مشابهة (قائمة الزوايا) فإن $WZ.ZB = EZ.ZD$ ووفقاً لكتاب اقليدس الجزء الثالث، ٣٦ ، $ZB^2 = GZ.ZA$ ،فيكون EZ.ZD:GZ.ZA معلوماً . ثم بحسب كتاب أبولونيوس « النسبة المحددة » فإن النقطة Z معلومة . (وبما أن تعيين النقطة Z بعد معرفة النسبة EZ.ZD: GZ . ZA هو — بحسب هيث ١٢، ص١٨٠ — موضوع بحث أبولونيوس والذي ندركه من العنوان « القطاعات المحددة » ، لذلك فإن استشهاد أبي سهل بكتاب « النسبة المحددة » هنا يسمح لنا باعتبار هذين البحثين على أنهما بحث واحد) .

وهذا كله يحمل طابع علم الرياضيات الجيد . وإن المسألة بشكلها العام هي مسألة ليس حلها بالأمر السهل ، ومع ذلك فإن بعض الحالات الخاصة هي من السهولة لدرجة كافية لآن تعطى إلى مبتدئ ذي صلة بالموضوع . إن القدرة على الإبهاج من خلال الرغبة

الفكرية المطلقة في إيجاد الحلول المناسبة للمسائل الصعبة تُكَوِّن ميثاقاً عاماً بين رياضي كل الأزمنة والحضارات .

٨ — استنتاجات :

الصورة التي نشأت من خلال هذه الدراسة تضيف إلى معرفتنا عن تثقيف عالم هام من القرن الرابع الهجري . إن **اصول ومعطيات** إقليدس، « وقياس الدائرة » (في نسخة مقطوعة)، « الكرة والأسطوانة» ، « فرضيات » أرخميدس ،« القطاعات المحددة » لأبولونيوس ، و« **المجسطي** » لبطليموس ، هذه كلها كانت مألوفة تماماً لدى أبي سهل بالإضافة إلى بعض كتابات جالينوس وأرسطوطالس . وعلاوة على ذلك فلقد قرأ أعمالاً (ليست قابلة للمطابقة في الوقت الحاضر) لأرخميدس وإقليدس حول مراكز الثقل . كما أنه قرأ أعمالاً لبعض المؤلفين الذين عاصروه أمثال ابراهيم بن سنان ، أبو سعد العلا بن سهل ، وثابت بن قرة .

لقد عززت دراستنا الهدف الذي أشار إليه ع . أنبوبا ٣، ص ١٣٧ (حاشية) حول أهمية تطور الرياضيات في القرن الرابع الهجري . وعلى مايبدو ، فإن أبا سهل قد بذل بعض الجهد لكي يبقى على اتصال مع مجموعة كبيرة من العلماء ، لأنه — بالاضافة إلى أعماله الثمانية الأخرى المسماة « رسائل » والتي أوردها سزكين — كان وفي كثير من الأوقات خلال حياته، على اتصال شخصي مع أبي حامد الصغاني وأبي الوفا البوزجاني وعبد الرحمن الصوفي ، ومن المحتمل ابن الهيثم .

وأخيراً ، تكشف لنا هذه المراسلات أن أبا سهل كان رياضياً مهتماً بأسس تعليمه ، وأنه كان يمتلك ، علاوة على ذلك ، قدرات خلاقة هامة وخبرات فنية . والبرهان المؤثر بصورة خاصة بالنسبة إلى ابتكاراته موجود في نظريتيه حول مراكز الثقل لقطاعات وأقواس دائرية والتي تصنَّف مع اكتشافات أرخميدس الفنية في الجمال ونفاذ البصيرة . وفي النهاية . فإن حله لمســألة الدائرة المقطوعة بزاوية يُظهر لنا تبصره في اختصار الحالة العامة إلى الشكل التلقيدي لمسألة الدوران ، وخبرته الفنية في انجاز برهان هندسي شديد التعقيد .

يمكن للإسلام ، كغيره من الحضارات العريقة ، أن يتباهى بعلمائه الذائعي الصيت، امثال ابن الهيثم والبيروني وعمر الخيام ، ولكننا لوتساءلنا كيف تمدنا الحضارة بمفكرين لهم مثل هذه المكانة ، فيجب على الأقل أن يكون جزء من الإجابة أنها قدمت لنا بعض المفكرين الذين هم في مكانة أبي سهل الكوهي .

مراجعات الكتب
في مجلة تاريخ العلوم العربية

ملاحظات للمراجعين

تشكل الملاحظات التالية الأطر العامة لعملية مراجعة الكتب :

١ – يجب أن تنقل المراجعة فكرة واضحة عن موضوع ومحتويات الكتاب ، ولكن ذلك يجب ألاّ يشغل حيزاً كبيراً في المراجعة .

٢ – إن المصادر التي تم الرجوع إليها في إعداد الكتاب وطريقة استخدام المؤلف لها تحتل أهمية خاصة . ويحتل قدراً كبيراً من الأهمية أيضاً الترتيب العام للكتاب وشمولية الفهارس والجداول والرسوم والصور .

٣ – إنّ جلّ ما تقوم به المراجعة – في رأينا – هو ما تقدمه من تقييم لمكانة الكتاب الذي تم مراجعته ضمن الكتب التي تطرح موضوعاً مماثلاً لما يطرحه الكتاب . وهذا سيشتمل طبعاً على تقييم عام لكفاءة ودقة المؤلف وأصالة أفكاره وفيما إذا نجح في تحقيق ما كان يصبو إليه .

٤ – وعلى العموم ، فإنه من غير المستحسن أن يسهب المراجع بتفصيلات من عنده ، رغم كون ذلك ضرورياً أحياناً عند توضيح نقطة ما يثيرها الكتاب الذي تم مراجعته .

٥ – ينبغي ألا يفوت من يقدم مراجعة للمجلة أن قراءها على إطلاع جيد بالتاريخ الاسلامي والعلوم عند العرب .

٦ – يجب أن تتراوح مراجعة الكتاب بين ٥٠٠ – ١٠٠٠ كلمة .

٧ – يجب استخدام الآلة الكاتبة مع الانتباه إلى ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وإرسال نسخة اخرى .

٨ – ينبغي أن تحوي المراجعة على لمحة عن المُراجع (في حال عدم مشاركته مسبقاً في المجلة) وذلك لادراجها في قسم « المشاركون في العدد » .

٩ – يجب كتابة اسم المؤلف وعنوان الكتاب مع اسم الناشر وتاريخ النشر وعدد الصفحات وسعر الكتاب في مستهل المراجعة .

١٠ – يوضع عنوان الكتاب الذي تم مراجعته بين هلالين صغيرين .

ᶜAbbāsid dynasty and the ancestry originated with the Quraysh family. He rejected all kind of irresponsible political intrigues. He supported law and order as a good citizen under Allāh, and advised others to do likewise as a good example.

Finally two classes of peoples were considered, concerned most in collecting and treasuring money currencies and gems.

1. the kings and rulers who through the power of money and wealth they succeed to subdue kingdoms and enemies, and win the loyalty and respect to their obedient subjects.
2. the beggarly fellows, the villains, and the rascals as a class on the other extreme. They live miserly, and die regretless unexpectedly and ruthlessly.

ABSTRACT

Introduction to al-Bīrūnī's Book on Gems and Metallurgy

By

Sami K. Hamarneh, Faculty of Medical Sciences, Yarmouk University

The book on gems and metallurgy, *al-Jamāhir fī Maᶜrifat al-Jawāhir* by Abū'l-Rayḥān al-Bīrūnī (973 – 1051) was completed and dedicated to the Imperial library of Sultan Mawdūd b. Masᶜūd of Ghaznah (in modern Afghanistan) about 436/1044. The text in the introductory section surpasses in worth and exposition any other work of its kind throughout the entire history of the Middle Ages. It compares very favorably as a literary masterpiece in its techno-scientific, socio-political, and religio-philosophical deliberations and critical analyses of human character and behavior. By defining, describing and/or evaluating such contemporary areas of research the following can be briefly listed:

The part played by sun and moon in controlling of meteorology and seasons, and the importance of movement and senses in the animal kingdom as contrasted to that of the vegetable kingdom. On human levels, it considers familiarity, homogeneity and the fact of being socially accepted personally, so that individuals as well as communities can get together in friendly associations and cooperation. This will make for mutual protection and community security, despite differences in constitution, conduct and temperament.

Discussions were centered concerning the deposits of gems and minerals under the earth's crest, stored for numberless ages, yet discovered, providentially, for good uses and esteemed worth. . Here is comparison also between precious stones and human attributes: manliness and chivalry for the sake of showing off as compared to truly patrician, gentility, and true nobility in walking the second mile, helping others, and giving cheerfully.

Further, the author explains the differences between the awful results of indulgence in seeking bodily lusts, and the blessings of having clean and pure heart, and unblameable conduct. Al-Bīrūnī's interest in collecting and delighting in aromatic medicinal plants suggests his nickname, Abū'l-Rayḥān–the one who adorns roses and aromatics. And in his wide experience and profound knowledge of human nature, he appraised social injustices, and fought bigotry, realizing the evils of blind prejudices and hypocrisy. He appreciated and valued decency, equality, sound planning, and honest commercial transactions and principles. He recommended economic, socio-technological methodology based on experimentations, and critical observations. Being pro-Arab in race and language, al-Bīrūnī thus held the conviction and loyalty to the

المشاركون في هذا العدد

دافيد كينج :

هو استاذ تاريخ العلوم في جامعة فرانكفورت حالياً،ولايزال يدرس في جامعة نيويورك أيضاً .

ج.ل. برغرن :

أستاذ الرياضيات في جامعة سيمون فريزر في كولومبيا البريطانية / كندا .

جعفري نايني :

أستاذ محاضر في الرياضيات وتاريخها في جامعة إيران الوطنية (جامعة شاهد بهشتي) في طهران .

أورسولا فايسر :

تعمل حالياً في حقل تاريخ الطب وعلم الأحياء عند العرب .

سامي حمارنة :

عمل مؤلفاً لتاريخ الطب والصيدلة في معهد السميثسونيان في أمريكا . وله عدة مؤلفات عن مجموعة من المخطوطات في الطب والصيدلة . ويعمل حالياً محاضراً في جامعة اليرموك في الأردن .

حكمت حمصي :

محاضر في جامعة حلب،وهو يجمع إلى تخصصه المهني بالفلسفة والحقوق اهتمامه بالدراسات السياسية والاقتصادية والاجتماعية فضلاً عن قيامه بدراسات تتعلق بتاريخ العلوم العربية .

NOTES ON CONTRIBUTORS

David A. King: holds the Chair for the History of Science at Frankfurt University and also teaches at New York University.

J. L. Berggren: is a professor of mathematics at Simon Fraser University, British Columbia.

Alireza Djafari Naini: is a lecturer in mathematics and its history at the National Univrsity of Iran (Shahid Beheshti University) in Tehran.

Ursula Weisser: is working on the History of Arabic Biology and medicine.

Sami K. Hamarneh: is an historian of pharmacy and medical museology at the Smithsonian. He has several volumes on manuscript collections in medicine and pharmacy.

Hikmat Homsi: A lecturer at Aleppo University. He combines professional interests in philosophy and law with political, economic and social studies, as well as with studies related to the History of Arabic Science.

مراجعات الكتب

فؤاد سزكين ، « تاريخ التراث العربي » المجلد الثامن « التأليف المعجمي عند العرب » حتى منتصف القرن الخامس للهجرة ١٣٠ + ٣٩٠ (مع الفهارس والمصادر ضمناً) لايدن ، بريل ، ١٩٨٢ (بالألمانية) .

ونحن في مراجعتنا لهذا المجلد من « تاريخ التراث العربي » ، إنما نود أن نظهر ما جاء فيه مـــن علم وما أبدى من معرفة وما اتبع من نهج وما اتخذ من منهج وماحل من مشكل وما له من كبير الأهمية من حيث ماعرض من شيء وما صدر عنه من مصدر مطبوع ومخطوط . هذا ، مع ماانبثّ فيه من ضروب النقد وأصناف التفسير .

وقد جاء المجلد مرجعاً في موضوعه ، كمـــا جاءت المجلدات السابقة مراجع في موضوعاتها التي تطرقت لها وعالجتها . سواء أكان ذلك في الحديث والقرآن ، أم في التراث العلمي على متنوع وجوهه ومختلف أنحائه .

ويبين الاستاذ الدكتور فؤاد سزكين في التأليف المعجمي عند العرب هذا بما عرض من مادة بليغ اهتمام العرب بالتأليف المعجمي ، وما يتصف به من غزارة مادة وسعة شواهد وموسوعية في الموضوع وتعدد جوانب واختلاف تبويب وتنوع تصنيف . ولقد نوه المؤلفون ، من عرب وغير عرب ، بهذا الجانب الثر الغزير من التدوين المعجمي العربي وأبرزوا مايميزه من تفوق على مالدى الأمم الأخرى من شيء في هذا المضمار ، وإن لم يكونوا السبّاقين في ذلك .

ثم إن الدراسة التي قام بها الدكتور سزكين في مجلده الثامن هذا إنما هي حلقة في سلسلة من دراسات مختلفة متنوعة قام بها الباحثون العرب وغير العرب ودارت حول المعجمية العربية والتأليف المعجمي عند العرب . وقد جاءت هذه الدراسات على أنحاء مختلفة ، فهي بين مقالات أو مقدمات لمعجمات قديمة حققت أو معجمات حديثة ألفت أو كتب قائمة برأسها تنوعت موضوعاتها واختلفت معالجتها لهذه الموضوعات ، فمنها دراسة تاريخية للتأليف المعجمي العربي وأخرى ببليوغرافية تقتصر على المؤلفات المعجمية . كمـــا اختلفت مناهجها فإما تعتمد نهج التسلسل الزماني – التاريخي ، أو تتخذ وجهة موضوعية أو تنتهج منحى جغرافياً يتبع البلدان والأصقاع . كما أن هناك كتباً عامة

تنوعت عناوينها فهي إما في المصادر العربية أو المكتبة العربية أو حركة التأليف عند العرب . وهناك كتب في مصادر التراث العربي أو مناهج التأليف عند العرب . وهناك من الدراسات ماجاء عاماً في معجمات ومؤلفين ومنها ماجاء خاصاً في معجم واحد ومؤلف واحد . ومنها ماكان موضوع دراسة جامعية ومنها ماكان موضوع دراسة عامة تخطت المناهج الجامعية ونهج الرسائل الجامعية . كل ذلك معروف متداول فلا حاجة بنا إلى ذكره .

وليست هذه الدراسة بضرب جديد أو نمط حديث عند العرب، فقد صنفوا الفهارس منذ القرن الرابع للهجرة واتّبعوا في ذلك نهجاً قويماً واتخذوا فيه جانب العرض والتقويم والمصدر والمرجع . وبلغوا في ذلك قطبي التأليف والتدوين عامه في المكتبة العربية، وخاصه في المعجمية العربية . وجاءت دراساتهم الخاصة في قسمين : قسم يتفرد ببحث معجم واحد لايتعداه ، وقسم يتعدى ذلك للبحث العام في المعجمية العربية . وتتفاوت هذه البحوث قيمة وسعة وشمولاً وعمقاً ومنهجية وغاية وهدفاً ونقداً وعرضاً وتحليلاً ومقترحات وتبويباً وتصنيفاً ومرجعاً ومصدراً .

والكتاب الذي نعرض له الآن بالدراسة أو المراجعة إنما هو كتاب في المعجمية العربية عام وجامع ، وهو مرجع في التراث العربي أو تاريخ التراث العربي المعجمي . وشأنه أنه أضاف إلى ماسبق جديداً وأحاط بموضوعه إحاطة بالغة . وهو يشتمل على مقدمة ومدخل هو فصله الأول وستة فصول تتلوه ، ولم يشأ المؤلف أن يسميها فصولاً بل عمد إلى جعلها مقاطع مرقمة .

ولقد اتبع المؤلف في مدخل كتابه هذا نهجاً علمياً سليماً ، فعرض لما ألفه الغربيون من معجمات حديثة وماحققوه من معجمات عربية قديمة ومانشروه من مؤلفات في التراجم ، ثم ماقاموا به من بحوث في التأليف المعجمي والمعجمية العربية ، وذكر منها عدداً لدى العرب وغيرهم . وتعرض لحال البحث في حاضر وقته والمرحلة التي بلغها والدرجة التي حصلها ، ثم بيّن بدايات التأليف المعجمي عند العرب في نشأته وتطوره ، ثم تعرض لمصادر معرفتنا بالمعجمية العربية فذكر أهم المصادر التي تحدثت عن المعجمات وأصحابها وعرضت لحياتهم ومؤلفاتهم . وبذلك كله يعد المدخل دراسة منهجية دقيقة وعرضاً مستفيضاً ، على مافيها من نقص من حيث السعة والشمول ومن حيث العدد في المصادر والمراجع وتقويم الدراسات السابقة .

فاذا فصلنا في ذلك بعض التفصيل لكبير أهميته وعمدنا إلى المدخل نقسمه رأينا

أن فيه أقساماً ثلاثة : فقسم أول يبيّن فيه المؤلف ماكان في هذا المجال من البحث من دراسات سابقة وما آل إليه البحث في واقع أمره . وقسم ثانٍ يتعرض فيه المؤلف لبدايات التأليف المعجمي عند العرب ونشوئه وتطوره . فرأى أن ذلك إنما كان بالقرآن وتفسير غريب مفرداته ، كما يلحق بذلك كتب الأمثال والأمالي والنوادر . ثم يبين كبير دور فصحاء العرب ونوادرهم . ويرى أن تصنيف المادة المعجمية بحسب المبدأ الدلالي قد سبق التصنيف الهجائي ، كمـــا أن هناك تصنيفاً آخر يتبع مخارج الحروف (الخليل بن أحمد) . ويدّعي المؤلف أن تأثر الخليل بالهنود في تصنيفه الذي اتبع المخرج الصوتي أمر اتضح يقينه وزال الشك فيه . في حين أن الدراسات في ذلك متضاربة والآراء متفاوتة متباينة ولم يقطع أحد من الباحثين برأي حاسم في هذا الشأن . ثم يتحدث عن ضروب أخرى من التصنيف الهجائي يتبع مخارج الحروف ويتفاوت في اعتماد الحرف الأخير للكلمة أو الحرف الأول .... ولكن ذلك لم يكن من أمره أن يستبعد التصنيف تبعاً للموضوعات . ثم يتحدث عن تصنيف آخر اتخذ منحى الترادف في المعنى أو التضاد أو الاشتقاق أو الأخطاء اللغوية .... ثم تنوعت المعجمات تنوعاً كبيراً فكان منها المعجمات الجغرافية والنباتية والطبيعية والقرآنيـــة ....

في كل ذلك من ضروب التعداد الشيء الكثير ، الا أنه يفتقر إلى منهج دقيق في تبيان نشأة المعجمات وتطورها . ولم يجب المؤلف عن سؤال تطرح فيه مشكلة بدايات التأليف المعجمي واللغوي عند العرب في الجاهلية . ولم يتعرض لتأثر العرب في ذلك بالثقافات الاخرى الغريبة . ولكنه لم ينكر الأثر الغريب في مطلع الاسلام — دون أن يبلغ هذا الأثر ترجمة مؤلفات معجمية، وكان ذلك من طريق الاتصال المباشر بأصحاب الثقافات الأخرى . لمـــا كان للنحاة من عناية بلغة الزنج والروم . ويرى المؤلف في ذلك رأياً مصيباً ، أن ليس يقلل التأثر بثقافة غريبة أو تلقيها والاقتباس منها في مرحلة نشوء العلم وتطوره من قيمة المنجزات الذاتية والمشاركات الخلاقة . فما له أهمية كبرى إنما يكون بمواتاة أحوال المجتمع وتوافر الكفاية والاستعداد للتعرف إلى العناصر التي يحسن أخذها والعمل على إعادة صياغتها بحيث تجيء على خير نحو من الانسجام والتماثل بـــل الانمياث والتمثل .

واذا كان المؤلف يرى أن بداية تفسير الكلم والتأليف المعجمي عند العرب إنما نشأت لغاية تبغي فهم آيات القرآن وتفسير غريبه ، فكان مـــن ذلك أن البيئة التي أنشأت

التأليف المعجمي هي بيئة روحية إسلامية متحررة التحرر كله من النماذج الغربية ... فإنّ هناك من المؤلفين من يرى رأياً آخر ....

ويتعرض المؤلف في القسم الثالث من المدخل لذكر أهم مصادر معرفتنا بالتأليف المعجمي عند العرب . وقد قسمها قسمين : فجاء القسم الاول يبيّن المصادر التي تذكر المؤلفين المعجميين في حياتهم ومؤلفاتهم وترجع إلى القرن الأول أو الثاني للهجرة . ومؤلفو هذه الكتب لغويون أو علماء لغة . ولاشك أن هناك تراجم سابقة لم يرجع إليها اللاحقون إلا في القليل والنزر اليسير (كما فعل ابن النديم في الفهرست) . إلا أن أهم المصادر التي يذكرها المؤلف بين مخطوط ومطبوع ، وماذكر لدى غيره ؛ إنما هي مصادر لغوية ونحوية ، مما أفضى به إلى شيء من الخلط بين علم اللغة والنحو والتأليف المعجمي . وهي على تداخلها منفصلة متميزة . وحقيق بالمؤلف أن يميز الواحد من الآخر تمييزاً دقيقاً فيتجنب بذلك الوقوع في الخلط . أما القسم الآخر فيتحدث عن المصادر المعجمية السابقة المفقودة . ولهذا القسم كبير الأهمية وعظيم الشأن في الموضوع المدروس . ولكنه أغفل أصول المعجمات المعروفة ، وخير طريق إلى ذلك الرجـوع إليها للاطلاع على أصولها التي أخذت عنها ومصادرها التي صدرت عنها (فنسي أن يذكر المحكم لابن سيده وما اعتمده من مصادر معجمية ، والمقاييس لابن فارس وما اتخذه من مصادره المعجمية) .

ويعمد المؤلف في فصله الأول (أو مقطعه الثاني ، بعد المدخل) إلى ذكر المؤلفين ومؤلفاتهم فيتحدث عن المعجميين الأوائل والفصحاء . وكان ينبغي أن يتخذ له عنواناً آخر أكثر ملاءمة لموضوعه هو [المحدثون الأوائل والفصحاء والمعجميون الأوائل] . فكان أن وقع المؤلف في شيء من الخلط بين أوائل المعجميين والفصحاء . كما أن المؤلف جمع بين فصحاء لهم معجمات وآخرين لهم مقتبسات أخذها عنهم الآخرون ومعظمها في النوادر وخلق الإنسان والحشرات والصفات والإبل والأنواء والخيل . وكانت البداية للتأليف المعجمي عند العرب ، وهي بداية وحسب فليس ينبغي أن تعد في صميم المعجمية العربية بدقيق معناها .

ثم يتبع المؤلف في الفصل الثاني (أو المقطع الثالث) منهجاً في ذكر المعجميين هو منهج التصنيف الجغرافي . اذ يصنف المؤلفين تبعاً لأصقاعهم وبلدانهم . وهو المنهج الذي سيتخذه منهج عرض في كتابه كله . فيبدأ في مقطعه هذا بمعجميي العراق فيقسمهم

أقساماً ثلاثة : قسم (آ) ويشتمل على معجميي البصرة . وقسم (ب) ويعرض كمعجميي الكوفة وقسم (ج) ويذكر معجميي بغداد والمناطق الاخرى . ثم يعرض في المقطع الرابع لمعجميي فارس ، ويتخذ موضوع المقطع الخامس معجميي الجزيرة العربية ومصر . ويتحدث في المقطع السادس عن المعجميين في شمالي افريقيا واسبانيا . ثم يختم دراسته بمقطع سابع وأخير يذكر فيه المؤلفين المجهولين والكتب التي لم يعرف أصحابها . وهو في كل ذلك حريص أن يعرّف بكل مؤلف تعريفاً يتفاوت طولاً وقصراً ، فيذكر نبذة عن حياته وماكان يشغله من اتجاهات ، وأسماء أستاذيه وتلاميذه ومعاصريه ، ثم يذكر مراجعه ومصادره ذكراً يتفاوت في الإفاضة والإيجاز . وهي بين عربية وأجنبية ، ثم يسرد مؤلفات كل مؤلف . فلا يقتصر في ذلك على المؤلفات المعجمية وحدها ، بل يذكر كل ماللمؤلف من شيء ، دونما تمييز أو تعريف . فيجيء الأمر على قدر من الاختلاط كبير .

ومما يحمد للمؤلف سعة الاطلاع ودقة التحقيق الخاص ، وما أبداه من روح توليف واسعة وروح تحليل نقدي دقيقة . وهو لاينسى أن يذكر ماجرى في شأن المعجم المذكور من دراسات . كما يذكر الكتاب ومخطوطاته ومطبوعاته ومختصراته وأسماء صانعيها ومخطوطاتها . وماكان في ذلك كله من دراسات اتخذت شكل المقالات أو الكتب والمجلات . كما يذكر ماوجه إلى المعجم من ضروب النقد والردود والمعارضات ، وما أضيف إليه من ملاحق وماورد عليه من استدراكات ، وما فاته من شيء ، وما أدخل عليه من مداخل وردود . وما أغفله وماأضيف إليه من تكملة وما كان له من مختصرات وانتصارات وما عرض من أغلاطه وصيغه الجديدة . الا أن المؤلف قد يدخل ههنا، فضلا عن المؤلفات غير المعجمية، ملاحق على النص ليكمل بها ما أغفله عن المؤلف الذي يترجم له في فصل آخر في كتاب آخر ، فيذكر أموراً لاعلاقة لها بالمعجم (ص ٥٦ ، ص ١١٣ — ١١٤) .

وينبغي لنا أن نقول إن الافتقار إلى الدقة في سرد المؤلفات ووصفها قد أفضى إلى خلط كبير في العرض . فلو اقتصر المؤلف على الكتب المعجمية بعد تحديد دقيق لمعناها المتعارف عليه بين أهل الاختصاص لتجنب كثيرا من الخلط والاختلاط ، ولتجنب أن يذكر كتب اللغة في جملة الكتب المعجمية (ص ٥٧) ، ولتجنب كذلك ذكر كتب لا علاقة لها وثيقة بالمعاجم . بل منها مالاعلاقة له بالمعاجم بتة . ولتجنب الخلط في الذكر مرة وعدم الذكر مرة أخرى . فهو يعد شرح القرآن وتبيان معانيه مـــن التأليف المعجمي مرة ويعده مختلفاً عن ذلك مرة أخرى ، فيميز إذ ذاك بين النحو والتأليف المعجمي

وتفسير القرآن والشعر (ص ٥٧) ، ويرى أن التأليف المعجمي شيء وعلم لغة القرآن شيء آخر (ص ٥٩) . ويعمد مرة إلى الفصل بين التأليف المعجمي وعلم الصرف والأدب ومعاني الشعر وما إلى ذلك ... ثم نراه يصل بينها وصلاً لافصل فيه ... في مرات أخر .

هذا كله ، مع تمييز بين هذه الأنواع كلها ، إن وجد المؤلف مناسبة للتمييز ، بحيث جاء البحث مفتقراً إلى قاعدة ذات معيار عام . ومن شرائط البحث الدقيق أن نتخذ هذه القاعدة العامة لنا معياراً ، ومن شرائطه أن نقتصر على موضوع البحث بعد اذ نحدده التحديد الدقيق ، لنسير فيه سيرا بينا في طريق لاحبة واضحة المعالم والصوى . وبذلك وحده يجيء كل مايساق من كلام على الأجزاء مجيئاً يؤخذ على جهة الكلام على الموضوع العام ، وهو المعجمية . وهذا شأنه أن يجنب الخلط والاضطراب ويبث في البحث كله منهجاً واحداً فلا يجمع صاحبه بين موضوعات شتى مرة ويفرق بينها مرة أخرى ، ولايفرق بين رسائل خاصة بموضوع معين حيناً ويجمع بينها في مكان آخر حيناً آخر (ص ٧٠ – ٧٩) . ثم إن انتفاء الدقة في التبويب أمر أدى إلى أن ذهب المؤلف مذاهب مختلفة في تبويب الرسائل الخاصة بموضوع واحد : فاذا هو يقسمها اقساماً مرة واذا هو يتنكب عن ذلك مرة أخرى (ص ٨٨ – ٨٩) . وقد يذكر ماقيل في مجاز القرآن وغريب الحديث فيضمه إلى كتاب النوادر فلا يفصل بينها ، على غير عادة (ص ٩٠) . إلى غير ذلك من فصل ووصل بين كتب ذات موضوعات معينة يذكرها ذكراً خاصاً ، ثم يفصل بينها في غير محل ، أو يعمد إلى الوصل بينها بعد فصل (ص ٩٧ – ٩٨) . . ثم ان من عادة المؤلف أن يفصل بين الكتب اللغوية (المعجمية) العامة والكتب المعجمية الخاصة (في موضوعات معينة) وعلم اللغة القرآني (ص ٩٩ – ١٠٠) وربما تنكب عن تسميتها كتباً معجمية عامة (ص ٩٩) ، أو يسميها مؤلفات معجمية شاملة ، وليست تلك التسمية بأمر وفاق ، ذلك أنها ليست تنطوي على مؤلفات شاملة ، فهي تعاليق واستدراكات وأجوبة خاصة (ص ١٠٣) . إلى غير ذلك من ضروب الخلط في التسمية والتبويب والتقسيم والتصنيف والجمع والفصل والوصل والتفريق .

ثم إنه ينبغي لنا أن نحسن معرفة محتوى الكتاب كي ندرجه في تصنيف معين محدد وفي عداد المعجمات بخاصة . وهذا مالانقع عليه إلا قليلاً . فهناك من التعميم والإسراف فيه مايعد معه مؤلف ما مؤلفاً معجمياً لا لشيء إلا لأنه فسر كلمة أو كلمات (ص ١١٠ – ١١١) . فكان أولى أن نتثبت من مضمون الكتب المذكورة قبل أن ندرجها في سجل

الكتب المعجمية (ص ١١٢ ص ١٩٢ — ص ١٩٦) . وحقيق بنا أن نتثبت من صفة المؤلف المعجمية ووصف مؤلفاته المعجمية قبل التصنيف والتبويب .

وهكذا يستبين لنا أن هناك ضروباً من الخلط اعترت الكتاب الذي نحن في صدد مراجعته ودراسته . وحسبنا أن نوجز بعضاً مما سبق ذكره منها لنذل بذلك على التخبط المنهجي والاختلاط التصنيفي : فمنها ذكر المؤلفات كلها لمؤلف ما سواء أكان منها ماله علاقة بالتأليف المعجمي أم مالاعلاقة له بذلك . دون الإشارة إلى التفرقة بين المؤلفات، مما يوهم القارئ أنها كلها ذات صلة بالتأليف المعجمي وثيقة (ص ١١٥ و ١٨٢) ، ومنها هذا الخلط بين الكتب المعجمية العامة والخاصة (ص ١٢١ — ١٢٢) ، ومنها هذا التمييز بين الكتب المعجمية اللغوية الشاملة العامة مع ذكره فيها كتباً مختلفة وخاصة (ص ١٣٤ — ١٣٦) ، ومنها هذا الخلط الكبير بين كتب مختلفة الموضوع (ص ١٣٨) ؛ أو الخلط بين كتب خاصة بموضوعات معينة (ص ١٤٠ — ١٤١) . ثم هذا الاضطراب في التسمية بين الانتفاء (ص ١٤٠) والتسمية الغريبة والعنوان الذي يضم أموراً غريبة الموضوع في معنى المشكلات اللغوية . إلى آخر ماهنالك من ضروب ليس ههنا مجال تعدادها والاتيان على تفصيلها . فضروب الخلط منبثة في مطاوي الكتاب كله ومبثوثة في تضاعيفه جميعاً . وليس يهمنا ، بعد إذ استقصيناها عدة وأحصيناها عددا ، إلا أن نبيّن أنها إنما ترجع إلى الاضطراب المنهجي في التصنيف والتبويب والتعريف والتدقيق ، مما أفضى إلى اضطراب في التسمية والتعداد والعنونة والتقسيم .

ونخلص من هذا كله إلى خلاصة في الرأي نختم بها قراءتنا لهذا الكتاب ، وهي أن المؤلف قد تنكب سواء السبيل في نهجه فغاب عنه التدقيق في تحديد معنى المعجمية مما أداه إلى هذا الخلط والتوسع في مجالات غير معجمية ، وإلى هذا الاضطراب في التدوين اللغوي والمعجمي . فلم يبيّن تطور مراحل التأليف المعجمي من الوجهة الموضوعية والتاريخية . وإنما كان همه حشد أكبر قدر من عناوين المؤلفات حشداً مختلطاً أحيانا ومميزاً أحياناً أخرى . بحيث جاء محتوى كتابه يختلف بعض الاختلاف عن العنوان ، فاما أن يعدل العنوان واما أن يعدل المحتوى ، وذلك كله بغية بلوغ التطابق بينهما وإزالة التعارض بينهما . وليس يقوم للمؤلف عذر ماجاء في التمهيد من قوله أنه قد انتهى من مجلده هذا سنة ١٩٦٤ ، وكان ينبغي له أن يكون . مع الشعر والنحو ، المجلد الثاني من تاريخ التراث العربي ، وأنه قد قرر توسيع مدار البحث المعالج ، وبذلك أرجأ نشره ريثما ينتهي من المجلدات التي تعالج العلوم الطبيعية . ثم إنه عمد إلى

قسم المعجمات ففصله عن النحو فصلاً تردد فيه تردداً كبيراً . وقد تم ذلك لأسباب تقنية تتصل بالطباعة وعوامل أخرى مالية محض . أقول إن ذلك كله ليس بعذر يقدم . فالفصل ، إن وجد . ينبغي أن يجيء دقيقاً صريحاً لاشوب فيه ولا خلط ولاتخليط .

وكان على المؤلف ليتجنب الخلط في التدوين اللغوي والمعجمي أن يتبع مااتفق عليه علماء اللغة والمعاجم والأدباء من تصنيف وتبويب في التدوين عند العرب . فقد فرق بعض هؤلاء تفريقاً دقيقاً بين التدوين اللغوي والمعجمي . ثم إن بعضاً منهم رأى في التدوين المعجمي بخاصة مراحل ثلاثاً خلط بينها المؤلف ولم يميزها وعدوا المرحلتين الأولى والثانية تمهيداً أو توطئة وأساساً جمعت فيهما المادة الأساس للمعاجم بدقيق معناها وصحيح دلالتها . فالمرحلتان الأولى والثانية مرحلتان لغويتان جمعت فيهما المادة اللغوية وصنفت ونظمت ، وهي المادة التي صبت فيما بعد في التأليف المعجمي الذي تمثله المرحلة الثالثة ، فهي وحدها التي يحسن وصفها بمرحلة التأليف المعجمي (معاجم الالفاظ والمعاني) . وإن الخلط بين هذه المراحل الثلاث والجمع بينها في مجمع واحد إنما يرجع إلى سوء المنهج المتبع في التصنيف الجغرافي والزماني ، في حين كان من شأن التصنيف الموضوعي الدقيق وما مر به التدوين من مراحل تاريخية أن يزيل هذا الخلط وينفي عن صاحبه الاضطراب ، كما يرجع الخلط إلى التنكب عن تدقيق معنى المعجمية وتحديد دلالتها .

وما من مؤلف ، على اختلاف فرقاء المؤلفين في موضوع التدوين المعجمي عند العرب ، وهم ثلاثة . إلا واتخذ التمييز له معياراً . ففريق جمع بين التدوين اللغوي والمعجمي ، ولكنه فصل بينهما من حيث المراحل وجعـل التدوين اللغوي المرحلتين الأولى والثانية اللتين أدتا إلى المرحلة الثالثة وهي التدوين المعجمي بدقيق معناه ووثيق مبناه . وفريق فصل بين كتب اللغة والمعاجم فصلاً دقيقاً فبحث فيهما في فصلين مختلفين بحيث لم يعد الرسائل اللغوية معجمات بأي معنى . وفريق يرى أن المرحلة الثالثة ، وهي مرحلة المعجمات . قد سبقتها مرحلة لغوية استقصت المفردات ومعانيها في كثير من الموضوعات .فالمرحلة الموضوعية سبقتها مرحلة لغوية (تبيّن الكلمة ودلالاتها) صنفت فيها الرسائل اللغوية في الألفاظ والمعاني . وهم في ذلك إنما يجعلون المرحلة اللغوية تمهيداً وتوطئة للمرحلة المعجمية ، ويتخذون أســاس التصنيف والتسمية المرحلة المعجمية نفسها التي تقاس بها المرحلة السابقة . وهم يميزون المرحلة المعجمية من غيرها بصفتين اثنتين هما الشمول والترتيب ، فهما الصفتان بل الشرطان اللازمان لفكرة المعجم ، وكل مالا يتصف من شيء بهما انما تنتفي عنه صفة المعجمية ويعد تمهيداً أو مقدمة لذلك .

فسواء أخذنا برأي من يفصل بين التأليف اللغوي والمعجمي الفصل الدقيق أم برأي من يجعل الأول مرحلة سبقت الثاني وأفضت اليه ، فإنا نرى الخلط عند مؤلف « تاريخ التراث العربي » واضحاً بارزاً . فمهما كانت المراحل الاولى (وإن لم يكن هنالك من فواصل واضحة بين المراحل) ، ومهما تكن اتجاهات التأليف فيها ؛ فإنها البداية والأصـــول الأولى التي انطلق منها أصحاب المعجمات فكانت التمهيد للتأليف المعجمي ، ولم تكنه . ثم إن للتأليف المعجمي معنى دقيقاً وتعريفاً محدداً وحداً جامعاً مانعاً . وكان على المؤلف أن يتخذه له معياراً في مصنفه . ومامعيار التأليف المعجمي هذا إلاّ الشمول والترتيب . فالمعجم كتاب عام جامع مرتب ترتيباً خاصاً ، والمعجم اللغوي شيء مرتب وكتاب جامع يتصف بالسعة والتنظيم . وليس يرد على قولنا هذا مايساق من قول قائل إن الكتاب هذا إن هو إلاّ مرجع ببليوغرافي جامع للمراجع والمصادر في مختلف الأصقاع وذاكر لمؤلفيها على اختلاف مشاربهم وتنوع مواردهم .

وبعد هذا الذي قلناه ، لابد أن نذكر مالهذا الكتاب المصنف في التأليف المعجمي عند العرب من جانب حق ، من حيث سعة البحث وشموله ، وكثرة المصادر والمراجع ، وإحاطته بما طبع من المؤلفات وما فقد من المخطوطات ومازال قائماً منها .... وهو في ذلك كله إنما يتبع منهج العلم الببليوغرافي اتباعاً قريباً ، فيطلعنا على غريب المخطوطات ومختلف المطبوعات ومتنوع الموسوعات وما انطوت عليه من مؤلفات ومؤلفين وموضوعات وأساليب ومراجع ومصادر . هذا ، مع تبويبها وتصنيفها على حسب المحتوى والطريقة وتحديدها والتثبت منها على قدر الاهتمام والاختصاص . وليعلم القارئ أن صعوبة تحديد المخطوطات وتبويبها أمر لايأتيه الشك من طرف ؛ وفي هـــذا مايقلل مـــن شدة النقد الموجه إلى نهج المؤلف .

وإن مااتبعه المؤلف في دراسته من منهج نقدي يجمع إلى النقد الظاهر للنص نقداً باطناً متبصراً ، وما عمد إليه من تفسير لما يذكر وتقويم لما يعرض ونقد لما يدرس وموازنة بين الأشياء على اختلافها وترتيب للأمور على تفاوتها ، وما اتخذه من طريقة تصنيف وتبويب وتقسيم وتمييز ...... إنما كل أولئك من شأنها أن تضفي على عمله طابعاً علمياً قويماً وتجعل من كتابه مرجعاً لاغنى للباحث عنه . هذا ، ولايقدح في قيمة مثل هذا العمل ماذكرنا من هنات،وماورد في الكتاب من نواقص لم نحدث لها ذكراً . فان عملاً مثل هذا لابد أن يعتوره من النقص ما اعتوره ، ولابد أن يلقى في التدقيق والتحقيق

شيئاً من الضعف يثيره الاضطراب في تبويب هذه المادة الثرّة الغزيرة مـن المخطوطات في مصادرها وأصالتها . وإن ما اقتبس منها وما ألقته مـن ضوء على البحوث المختلفة والدراسات المتنوعة ..... كل ذلك قمين أن يؤخذ مأخذاً حسناً ويتلقى أحسن القبول .

ولم ينس المؤلف ، كمـا هو شأنه في كل مجلد من مجلداته السابقة ، أن يلحق بمجلده هذا ملاحق وإضافات واستدراكات وتصويبات غرضها التصويب والتصحيح وإزالة النقص وزيادة التوضيح . ثم يتبع ذلك بالمراجع وفهارس المكتبات والمخطوطات في مختلف أنحاء العالم ، وفهارس المؤلفين القدامى ومؤلفاتهم ، ويختم ذلك كله بفهارس المؤلفين والناشرين المحدثين ، مما يعد معه الكتاب مرجعاً علمياً موثوقاً ، سهل المتناول وهين التداول .

كل ذلك من شأنه أن يدفعنا إلى أن نحمد للأستاذ الدكتور فؤاد سزكين حسن صنيعه ، فلقد أسدى إلى المكتبة العربية خدمة جليلة وسد فيها ثغرة كبيرة . ولهـذا فليعمل العاملون .

معهد التراث العلمي العربي **الدكتور حكمت حمصي**

He isolated at times, what he should gather together and vice versa. The difficulty of the subject comes primarily from the fact that it deals with manuscripts scattered in libraries in all parts of the world. That can be considered as an excuse for the shortage of determination, correctness and exactitude of some information. After all these critical remarks we would like to show our admiration for the patience and erudition of the author.

These are some notes concerning defective points due to the arrangement of the data and material, we give them in the hope that they may be corrected or incorporated in the future "Nachträge".

1- p. 70: the number 7 misses.

2- pp. 73–74: there is a) but b) misses,

we have seen a: 1–2, but we have not seen b, instead of that we have seen 2. . . 3. . . etc.

Hikmat HOMSI

Institute for the History of Arabic Science
Aleppo University

mentions all that he knows of every lexicographer, his teachers and pupils, his works and his references. He cites in all that an extensive arabic and foreign bibliography. He adopts in studying the lexicographers a double analytical and synthetical spirit. He mentions all the studies of which the cited dictionary-lexicon is the object, all the editions and all sorts of criticism and objections or resumés. But he mentions some things that have nothing to do with the dictionary–lexicon, or the exact lexicography . . .

This shortage of exactitude has led to a great confusion in exposing the material. And this confusion has taken many forms: He gathers some books, at random, which are linguistic and nothing else, under lexicographic or lexical title. He mentions some books under some division once, but he omits to do that another time. He confuses between Coran interpretation, poetry, syntax, grammar and lexicography in one place, but he distinguishes between all these branches in another place.

This confusion in exposing the material is the mark of confusion in the method followed and in the non–determination of the exact meaning of lexicography in the author's mind. We have mentioned in our Arabic book review some examples of this confusion and we have shown its different kinds.

The conclusion to which we have arrived is that there is a difference or a discrepancy between the content of the book and its title. A part of the cause of this opposition is mentioned in the introduction, but it can not be sufficient, and it can not be an excuse.

The author has to follow the method adopted by the authors of lexicography and lexicons who distinguish between three stages of lexicographic evolution . . . and who call justly the third stage alone the lexicographic one.

But all these critical remarks can not diminish the great scientific value of this work. And it is not, in any way, the intention of the reviewer to mean it. Our purpose is to evaluate the book in its bibliographical, lexicographic, literary and scientific aspects. This point of evaluating the reviewed work must be as much as possible objective one, and it tries to do what it considers as just and true.

The primary sources exploited by Dr. Sezgin permit us to know the best data collected about the subject in its bio–bibliographical knowledge. This aspect reveals the great richness of the research and the width of its range. It is clear that he has not gone through all lexicographical manuscripts or through all voluminous works concerning the subject. That is why he has mentioned many main sources of manuscripts without analyzing their contents. So that we are before different levels of analysis, study and examination or survey. The author tries at times to analyze at length the contents in order to determine their importance, originality and value for the specific subject. But at other times, he refrains from doing that and he does nothing but mention the title alone without any other determination whatsoever.

Book Review

Fuat Sezgin, Geschichte des Arabischen Schrifttums, Bd. VIII, Lexikographie, bis ca, 430H., XIII + 390: Nachträge (Corrigenda), Literaturverzeichnis, Bibliographie and indices, Leiden, Brill, 1982.

This is the eighth volume of the "Geschichte des Arabischen Schrifttums" of Prof. Dr. F. Sezgin whose works, or precedent volumes in this field have become references in the matter of Arabic studies, Arabic science and its history as well.

This volume is divided into six sections preceded by a preface and an introduction. The introduction is of great value and major importance, it reviews the history and the actual state of the subject treated, then it deals with the beginnings, origin and evolution of the Arabic lexicography. Finally it studies the sources of our knowledge of the subject itself, which is constituted of primary reference material. These sources are of two kinds: one of bio-bibliographical sources and the other of lexical sources. Furthermore, it contains the author's interpretation and evaluation of the status of the subject under discussion, its origin and beginnings as well as its evolution, based, in general, on the sources mentioned in the introduction itself.

Such kind of study can be compared with many works–on the same subject–in Arabic and European languages. But Sezgin's work is distinguished by its richness consisting of a long survey of manuscripts and a long list of references which is a distinctive feature of the work in its scientific value. But the method followed by the author in studying the origin of Arabic Lexicography is not so exact that it can be sure in its results and conclusions. Sezgin has not answered exactly and sufficiently the question on the beginnings of Arabic lexicography in preislamic period, and the influence of foreign factors on Arabic studies. So that the author sees in the Islamic–spiritual milieu the point of departure and the cradle of Arabic lexicography without any foreign influence, except in an inessential way.

Under the second section, following the introduction, the author studies the first lexicographers and *Fuṣaḥā'* (eloquents). This section shows a confusion between many different elements. and a confusion between the vague beginning of lexicography in its linguistic form and lexicography in its exact meaning and form. The author follows a geographical method of division and classification. That is why he classifies the lexicographers according to the different countries. This kind of classification is the cause of another kind of confusion commited by the author in his study and research. Under the third section he studies the lexicography in Iraq: A) Basra, B) Kufa and C) Bagdad. Under the fourth section, he studies the lexicographers in Persia, the fifth section in Arabia and Egypt, the sixth section, in North Africa and Spain. And in the last section he studies the unknown authors and anonyma. He

الكـحـال

مجلـة عـربيّة لأطـباء العيون

المؤسس ورئيس التحرير : **نشأت الحمارنة**

زاوية النشاط العلمي التراثي :

صدرت في دمشق ، منذ عام ١٩٨٠ ، مجلة علمية فصلية ، متخصصة بطب العيون وقد قام على تأسيسها وتحريرها نخبة من أطباء العيون ، ينتمون لمختلف الاقطار العربية ، ويرأس تحريرها الدكتور نشأت الحمارنة ، الأستاذ المحاضر في كلية الطب بجامعة دمشق .

وقد جاء في افتتاحية العدد الاول من هذه المجلة ذكر للأهداف التي تسعى اليها هيئة التحرير ، منذ إصدارها . ونجد من المفيد أن نقتطف بعض الفقرات . مما جاء في تلك الافتتاحية : « في مرحلة انبعاث الأمة . تحتاج الأمة إلى العلم . وإلى الثقة بالنفس. وإلى العودة إلى الأصول . لذلك نأمل أن تلبي مجلتنا هذه بعض ما نحتاجه في هذه المرحلة ...

– نريد أن نثبت أن علماءنا وأطباءنا وباحثينا . جديرون ومؤهلون وقادرون ...

– نريد أن نشير إلى دور أجدادنا وفضلهم في تطور العلم والطب والصنعة ، في حقل طب العين .

– نريد أن نثبت القدرة غير المتناهية للغتنا على التعبير عن مصطلحات العلم والفن .

– سنوجه مقالاتنا ، ليس إلى العلماء فحسب ، بل أيضاً إلى الأطباء الاختصاصيين . الجامعيين والممارسين ، فننقل اليهم آخر ما تكتبه المجلات المتخصصة في طب العين ، وتاريخ طب العين .

– سوف نعرض لهم الكتب التي تصدر حديثاً . ونضع بين أيديهم المقالات المؤلفة والمبتكرة ...

– ونأمل أن نزرع في نفوس الناشئة حبّ تاريخ العلوم ، وتراث الأمـة العلمي ، ومصطلحات العلوم ، معبراً عنها بالعربية ، الى جانب لغات العلم في هذا العصر » .

وقد صدر من هذه المجلة حتى الآن مجلدان : الاول بين عامي ١٩٨٠–١٩٨٢م . والثاني بين عامي ١٩٨٢–١٩٨٤ م . وسيتم إصدار المجلد الثالث في نهاية هذا العام .

ويتألف كل مجلد من هذه المجلدات من ثلاثة أعداد ، فيها مواضيع متباينة ومتكاملة . فاذا تصفحنا العدد الأول من المجلد الأول نجده يضم ثلاثة أقسام :

القسم الأول :

خصص للحديث عن أحدث ماصدر في طبّ العيون . وقد أدرجت فيه مواضيع تتعلق بتشريح العين واضطراب وظائفها وجراحتها وتخديرها ومداواتها .

القسم الثاني :

ويشمل بعض الأبحاث التراثية المستوحاة من أمّهات كتب الطبّ العربي ، مثل كتاب التيسير لابن زهر ، وكتاب العشر مقالات في العين لحنين بن اسحق . وقد عالج الباحثون هذه المواضيع بأسلوب علمي دقيق ، وربطوا فيه بين الماضي والحاضر بالطرق الصحيحة .

القسم الثالث :

خصص للكلام عن المصطلحات اللغوية المتعلقة بعلم الطب بصورة عامة ، وطب العيون بصورة خاصة . ونجد في هذا القسم عرضاً لطيفاً لأشهر كتب طب العيون التي صدرت في كلية الطب بجامعة دمشق ، والتي قام بتدريسها السادة اساتذة : الدكتور رضا سعيد (١٩٢٠)م . ، الدكتور ممدوح الصبّاغ (١٩٤٦)م الدكتور عدنان رضا سعيد (١٩٦١)م ، الدكتور أكرم العنبري (١٩٧١)م .

ـ وصدر العدد الثاني من المجلد الأول ، بمناسبة استقبال القرن الخامس عشر للهجرة ، ونجد فيه قائمة بأسماء أشهر الأطباء العرب والمستعربين ، ممن أفردوا في مؤلفاتهم فصولاً كاملة عن أمراض العين . وإلى جانب تلك نجد أسماء أهم المؤلفات التي ظهرت في طبّ العيـون ، خلال الفترة الممتدة بين القرنين التاسع والخامس عشر للميلاد (الثالث والتاسع الهجري) .

ويضم العدد بصورة خاصة مجموعة من اللوحات الجميلة المصوّرة لبعض صفحات مأخوذة من مخطوطات طبية ثمينة ، والتي استطاع الدكتور حمارنة ، من خلال زياراته لبعض المكتبات العالمية ، أن يطّلع عليها ، ويحصل على صور فوتوغرافية لها .

ـ أما العدد الثالث من المجلّد الأول فقد خصص للكلام على تاريخ الطبّ والأطباء ، بصورة عامة ، وتاريخ أطباء العيون ومؤلّفاتهم ، بصورة خاصة . وقد انفرد الدكتور

الحمارنة بتحريره ، وأهداه الى الاستاذ فؤاد سزكين ، مدير معهد تاريخ الطب في مدينة فرانكفورت بألمانيا الغربية .

لقد جاء في مقدّمة هذا الكتاب أنه موجه إلى عامة الناس والمثقفين المهتمين بتاريخ الطب والعلوم ، وليس للمتخصصين في تاريخ طب العيون فحسب ولذلك راعى مؤلفه أن يكتبه بأسلوب علمي مبسط ، بحيث لايحمل ، كما يقول ، وقار الكتب الجامعية ، ولاتزمت كتب التاريخ . لاتثقله الحواشي ولاالهوامش ، ولايضيع فيه القارئ في خضم الاسنادات والاقتباسات .

— وفي أواخر عام ١٩٨٢ ، واحتفالاً بمرور ألف عام ميلادي على ولادة الشيخ الرئيس ابن سينـــا (٩٨٠–١٠٣٧) م ، صدر العدد الأول من المجلّد الثاني ، وهو يضم الأقسام الأساسية الثلاثة التي يتألّف منها العدد الأول من كل مجلد ، أي قسم الأبحاث الحديثة ، وقسم أبحاث التّراث ، وقسم المصطلحات العلمية في طب العيون .

ونجد في القسم الأول مجموعة من الابحاث القيّمة في طب العيون العصري منها :

جراحة الساد الشيخي — معالجة ثقوب الشبكيّة ، والحدقة البيضاء ، والتشخيص التفريقي ... أما في القسم الثاني فتوجد لمحة تاريخية عن حياة ابن سينا ومؤلفاته في طب العين . ويضم القسم الأخير تفسير بعض المصطلحات الطبية العربية وما يقابلها باللغة الأجنبية ، إلى جانب رسوم وأسماء بعض الأدوات المستعملة في جراحة العين .

— وقد صدر العدد الثاني من المجلد الثاني ، في عام ١٩٨٤ ، وأهدي إلى ذكرى المرحوم الاستاذ الدكتور شوكت الشطّي ، أستاذ تاريخ الطب ، ورائد هذا العلم في القطر العربي السوري . ونجد في هذا العدد لائحة تامةً تقريباً بأسماء الأطباء الّذين وضعوا كتباً خاصة في طب العيون ، منذ القرن الثامن حتى القرن العاشر للميلاد ، مع الإشـــارة إلى مؤلفاتهم الموجودة أو المفقودة ، المخطوطة أو المطبوعة . ونجد في هذا العدد أيضاً بعض الصفحات المصورة لمخطوطات ثمينة ونادرة ، تمثل نماذج مختارة لمؤلفات لم تحقق بعد ، وذلك لفتاً لأنظار الباحثين الذين يرومون القيام بالتحقيق والدراسة .

أما العدد الثالث من المجلّد الثاني ، فقد خصص أيضاً للكلام على تاريخ أطباء العيون العرب ، قام بتحريره الدكتور الحمارنة وأهداه إلى الدكتور ألبير زكي اسكندر

الأستاذ في معهد ويلكم لتاريخ الطب في لندن . ونجـــد في هذا العدد لمحة موجزة عن حياة ومؤلفات أشهر الأطباء الكحّالين ، الّذين ظهروا في البلاد العربية بين القرنين الثاني والرابع للهجرة .

وتتابع أسرة التحرير لمجلة الكحال نشاطها العلمي لإصدار كامل أعداد المجلد الثالث ، والتي ينتظر تمام طبعها ، بأعدادها الثلاث ، في نهاية هذا العام .

نتمنى لهذه المجلة التي تنشط لإحياء التراث الطبي الذي تعمل على نشـــره على الملأ اجمع كل تقدم وازدهار .

الدكتور محمد زهير البابا
أستاذ تاريخ الطب في معهد التراث العلمي العربي

بسم الله الرحمن الرحيم

٥٨ ب

مختصر ثابت بن قرّة الحرّاني لكتاب جالينوس في المولودين لسبعة[1] أشهر

اورسولا فايسر

قال ثابت : ذكر جالينوس ما وقع في الكتب المنسوبة إلى أبقراط من الاختلاف في مــدّة أزمان حمل الأجنّة ، وإنّ في بعضها ما يدلّ على أنّ واضع ذلك الكتاب يرى أن لحمل الأجنّة مدد محدودة ، أن يكون سبعة أشهر أو ثمانية أو تسعة أو عشرة على أنّ كلّ شهر منها ثلاثون يوماً ؛ وإنّ في بعضها مايدلّ على أنّ واضعه[2] يرى أنّه[3] ليس لحمل الأجنّة مدد أو أزمان محدودة لايزيد عليها ولا ينقص منها ، ولا الشهور التي تستعمل في ذلك إنّما هي من الشهور التي يكون كلّ شهر منها ثلاثين يوماً لكن من الشهور القمريّة التي ينقص كلّ واحد منها عن الثلاثين يوماً قريباً من نصف يوم . وذكر جالينوس أنّه امتحن هذا الباب في طول عمره فوجد الأمر فيه على المذهب الثاني من المذهبَين اللذَين ذكرنا .

ولمّا أراد القدماء أن يعرفوا السقط الذي لا يعيش من الأولاد ويفرّقوا بينه وبين غيره احتاجوا إلى أن أخذوا زمان الحمل الأقلّ الذي مَن قصّر عنه من المولودين كان سقطاً لايعيش . فذكر جالينوس أنّ أقلّ شيء رأى من أزمان حمل المولودين الذين يعيشون مَن وُلِد بعد دخول الشهر السابع بمقدار ما يجتمع به زمان الحمل كلّه مئة وأربعة وثمانين يوماً ؛ ولو كان كلّما زادت
٥٩ آ أيام الحمل على هذا العدد إلى الشهر التاسع وغيره // كان يعيش مَن وُلِد فيه لاكتفى بهذا الحدّ الذي ذكرنا إذ كان أقلّ الحدود التي يمكن أن يعيش مَن وُلِد فيها وكان كلّما جاوز ذلك تامّاً يعيش مَن وُلِد فيه ؛ ولكن لمّا

ملاحظة : كلّ ماورد في الحواشي هو وارد في الأصل إلا ماذكر خلافه .

١ – لتسعة .

٢ – واضعها .

٣ – على أنه .

قطع في وسط من ذلك الشهر الثامن فصار لايعيش مَن يولد فيه بل هو في عداد السقط احتيج إلى أن يحدّ آخر أوقات ومدد الشهر السابع التي إذا جاوزها[1] المولود وقع في حدٍّ ما لا يعيش .

وذكر جالينوس أنّه لمّا تفقّد ذلك وعني به كان أقصى ما وجده في هذا الحدّ مَن وُلِد في مئتي[2] يوم وأربعة أيام فعاش ؛ ولو كان أيضاً كلّ مَن وُلِد فيما بين هذَين الحدَّين اللذَين ذكرنا – أعني فيما بين مئة وأربعة وثمانين يوماً وبـين مئتي يوم وأربعة أيام – يمكن أن يعيش لاكتفى بهذَين الحدَّين ، ولكنّ الأمر لمّا لم يكن كذلك بل لكلّ واحد من المولودين أيّام[3] معلومة من الشهر السابع إن وُلِد فيها استقام أن يعيش ، وإن وُلِد في الأيام التي قبلها من الشهر السابع أو في الأيام التي بعدها منه لم يمكن أن يعيش ، احتيج إلى معرفة ذلك في كلّ واحد من المولودين .

فوضع جالينوس الشـروط التي يحتاج إلى اجتماعها فيمَن يعيش مـن المولودين في الشهر السابع ؛ فحصّلتُ تلك الشروط التي وصف جالينوس وعملتُ من جملتها باباً من الحساب يعرف به مَن الذي يمكن أن يعيش من المولودين في الشهر السابع ومَن الذي لايمكن أن يعيش منهم ، وهو هذا :

باب حساب يعرف به مـن يعيش من المولودين في الشهر السابع ومن لايعيش منهم .

إذا أردتَ أن تعرف أمر مولود وُلِد في الشهر السابع ، هل كان مولده
٥٩ ب في الأيام // منه التي قد يعيش مَن وُلِد فيها أو في التي لايعيش من وُلِد فيها ، فخُذ عدد أيام شهور حمل ذلك الجنين القمريّة التي قد تمّت له ، وما مضى من أيام الشّهر القمريّ الذي وُلِد فيه من أوّله إلى اليوم الذي فيه وُلِد ، وما كان بقي أيضاً من أيام الشهر الأوّل الذي فيه كان ابتداء الحمل إلى آخر ذلك الشّهر القمريّ ، وكلّ ذلك على حساب الاجتماع لا على الرؤية ؛ فاجمع ذلك ؛ فما بلغ فهو أيام حمل ذلك الجنين ؛ ثمّ انظر ، فإن كانت جملتها

١ – جازها .
٢ – لمائتي .
٣ – اياما .

أقلّ من مئة واثنين وثمانين يوماً ونصف وثُمْن يوم بالتقريب فهو سقط لايعيش ، وهذه الأيام تكون من الشهور القمريّة ستّة أشهر وخمسة أيام ونصفاً بالتقريب لأنّـــه لا يعيش ممّن وُلِـد في الشهر السابع من الشهور القمريّة إلاّ مَن كان قد مضى له بعد تمام ستّة أشهر على هذه الشروط الخمسة الأيام والنصف التي ذكرنا أقلّـــه .

وإن كانت جملة أيام الحمل التي ذكرنا أكثر من مئة واثنين وثمانين يوماً ونصف وثمن يوم بالتقريب فانظر أيُّما[1] أكثر ، عدد أيام ماكان بقي منذ[2] يوم حمل المولود من الشهر القمريّ الذي كان فيه ابتداء الحمل أو ما مضى من الأيام منذ أوّل الشهر القمريّ الذي فيه وُلِـد المولود إلى اليوم الذي وُلِـد فيه منه ، فزِد على أكثرهما مئة واثنين وستّين يوماً ونصف يوم أصلاً أبداً في كلّ جنين ؛ ثمّ انظر ، فإن كان مايجتمع أكثر من أيام حمل ذلك الجنين التي[3] ذكرنا آنفاً فإنّه سقط لايعيش ، وإن كانت مثلها أو أقلّ منها فارجع إلى الشهر الأوّل[4] من شهور حمل ذلك الجنين فخُذ مابقي من أيامـــه منذ يوم الحمل
٦٠ آ إلى آخر الشهر وزد عليه مئة وستّة وسبعين يوماً أصلاً أبداً ؛ // فإن كان ما يجتمع أكثر من أيام الحمل أو مثلها فهو من المولودين الذين يعيشون من أبناء السبعة[5] الأشهر ، وإن كان ما يجتمع أقلّ من أيام الحمل فإنّ الجنين سقط لا يعيش إلاّ أن تكون زيادتها عليه زيادة يجاوز[6] بها الشهر الثامن ويقـــع في حدود الشهر التاسع أو العاشر فيكون ممّا يعيش .

فعلى هذا رأيتُ الأمر يدور فيما ذكر جالينوس أنّه امتحنه من أمـــر المولودين لسبعة[7] أشهر ممّا حكاه عن ابقراط في تمام ذلك .

١ – انما .
٢ – ناقص .
٣ – الذي .
٤ – أول شهر .
٥ – التسعة .
٦ – يجوز .
٧ – لتسعة .

في أسباب هذا الحساب

الأصل فيما ذكرنا من أمر المولودين لسبعة[1] أشهر هـو أن للطبيعة في أعمالها حركات تجري على أدوار تابعة للحركات السماويّة ، وعلى هذا الحدّ يجري الأمر في الأمراض فضلاً عن غيرها ؛ هـذا معنا (؟)[2] يعرض في الأمراض من مشاركة المرض للطبيعة في حركاتها ومعارضتها لها بحركاته وإزالته لأعمالها مراراً كثيرةً عن مجاريها إلاّ أن الغالب يكون في أكثر الأمر حركات الطبيعة التابعة[3] للحركات السماويّة ؛ وإذا كانت الحـركات الطبيعيّة بنفسها لا بسبب مرض فهي أحرى أن يلزم ماعليه الحركات السماويّة ، وحركاتها في أمر الأجنّة ليست حركات مرض ، فهي إذاً من هذا الوجه أولى بلزوم أدوار الأشياء السماويّة وأن تكون تابعة لها ، وبخاصّة من الشمس والقمر ، والأمر في كون الأجنّة مقرون بهما جميعاً جارٍ على حسب حركاتهما .

فأسباب ما وصفنا من حساب أيام حمل المولودين لسبعة[4] أشهر مركّبة من الأمرَين جميعاً – أعني أمر الشمس وأمر القمر ؛ فأقلّ أزمان حمل المولودين
٦٠ ب لسبعة[5] أشهر يحتاج أن يكون قـد تمّ فيه مقدار النصف سنة ، // وذلك أن الإنسان إذا عدل عن الدور التامّ الذي هو سنة فليس يجد شيئاً أولى بحركة ثبتة وتغيّر قويّ من نصف الدور الذي هو نصف سنة ، وبهذا السبب قلنا : إنّه إن كان أقلّ من مئة واثنين وثمانين يوماً وكسر كان سقطاً لايعيش .

ويحتاج أيضاً مَن وُلِد في الشهر السابع ألاّ يجاوز مقدار السبعة الأشهر فيقع في الشهر الثامن الذي لا يعيش مَن وُلِد فيه ؛ ولمّا كانت الأشهر الطبيعيّة من[6] القمر وكانت الأشهر التي تكون ثلاثين يوماً ثلاثين يوماً إنّما هي صلح كان الأمر في تمام سبعة أشهر ودخول الشهر الثامن إنّما يجب أن يجري على

١ – لتسعة .
٢ – هكذا في الاصل .
٣ – تابعة .
٤ – لتسعة .
٥ – لتسعة .
٦ – في .

حساب الشهور القمريّة التي يكون الشهران منها تسعة وخمسين يوماً بالتقريب ، لا الشهور التي تكون ثلاثين يوماً ؛ وبهذا السبب إن جاوز مئتي يوم وستّة أيام بالتقريب لم يعش لأنه قد وقع في حدود الشهر الثامن .

وأيضاً فإنّ مَن وُلد لسبعة[1] أشهر إن كانت أشهره القمريّة تامّة على ماوصفنا فقد ذكرنا أمرها ؛ وإن لم تكن تامّة فإنّ خمسة منها تكون تامّة لا محالة ؛ وأمّا الشهر الأوّل والشهر السابع فقد يكونان ناقصَين إلاّ أن لهما حدّ من النقصان يحتملانه فإذا يجاوزاه لم يكن يحتسب بهما كالتامّين ؛ والحدّ الذي يحتملان معه ذلك هو أن يكون ما يقع من كلّ واحد منهما في أيام حمل الجنين أكثر من النصف من كلّ واحد منهما حتّى يكون قد مرّ على الجنين امرا(؟)[2] وقتَين في كلّ واحد من ذَينك الشهرَين وهما وقتا الاجتماعَين منهما ووقتا الامتلائَين ، ونصف الشهر في أمر القمر نظير نصف السنة في أمر الشمس ؛ وبهذا السبب قلنا : إنّه تحتاج أن تنظر أيُّما أكثر عدداً ، مابقي من الشهر الأوّل // أو مامضى من السابع ، ثمّ تزيد على أكثرها عدد أيام خمسة أشهر ونصف قمريّة وهو مئة واثنان وستّون يوماً ونصف ؛ فإنّه إن كان مايجتمع من ذلك أكثر من عدد أيام حمل ذلك الجنين فهو سقط لأنّه إذا كان الأمر كذلك لم يكن قد مرّ بالجنين من الشهر السابع وقت الاستقبال منه ووقت الاجتماع أو لم يكن قد مرّ به من الشهر الأوّل وقت الاجتماع ووقت الاستقبال ، فإذا كان ذلك كذلك لم يحتسب ذلك الشهر كالتام فلا يكون الجنين من أبناء سبعة أشهر . ٦١ آ

فإذا امتحنّا ذلك الحساب الذي ذكرنا فعلمنا أنّه قد استوفى الجنين مايحتاج إليه من الشهور السبعة أردنا أن نعلم بعد ذلك هل جاوز مقدار مايكتفي به من ذلك فوقع في[3] عداد من يحكم فيه بحكم مَن وُلد في الشهر الثامن ؛ وذلك نعلم بأن نأخذ[4] أيام الشهر الأوّل الذي من أوّل وقت الحمل إلى آخر الشهر

---

١ — لتسعة .
٢ — هكذا في الاصل .
٣ — من .
٤ — موحد .

الذي قد صحّ لنا من المحنة المتقدّمة أنّه أكثر من نصفه ، فنزيد عليه أيام ستّة أشهر تامّة إذ كان هذا أيضاً مايحتاج إليه لتتمّة سبعة أشهر إذ كنّا قد أقمنا أيام الشهر الأوّل مقام شهر ، وعدد أيام الستّة الأشهر القمريّة يكون مئة وستّة وسبعين يوماً ونصفاً[1] بالتقريب على أن نجعل الشهر السادس منها تسعة وعشرين يوماً لئلا يتمّ فيدخل في حدود الثامن ؛ وإذ كانت جملةُ مايجتمع ممّا ذكرنا أكثر من عدد أيام حمل الجنين فالمولود[2] ممّا قد يعيش . وإلاّ فقد صار حكمه حكمَ مَن وُلِد في الشهر الثامن .

فهذه الأسباب التي ذكرنا تؤدي إلى معرفة أمر الحساب الذي قدّمنا ذكره في هذا المختصر .

تمّت مقالة ثابت بن قرّة

لمقالة جالينوس في المولودين لسبعة أشهر ممّا ترجمه ثابت بن قرّة الحرّاني الفيلسوف

---

١ – ونصف .
٢ – والمولود .

that it was ever used for predicting whether or not an infant born within the seventh month will perish. For one thing, the calculating can be done only after birth has already taken place; yet at that time it would be more sensible to wait and see if the baby makes it. Moreover, the application of this method requires knowledge of the exact date of conception, which one not likely possessed very often in those days. But even if this precondition be fulfilled, there remains another weighty objection: Since in the middle ages, physicians did not have sophisticated technical equipment at their disposal, seven-month babies would rarely, if ever, have survived. Therefore, we prefer to classify Thābit's algori thm as a kind of arithmetic exercise, as an attempt to give a more elegant mathematical formulation to those rules that, according to Galen, determine the viability of seven-month children.

conception and of birth are known. This mathematical procedure may be applied even by a person who is not familiar with the complicated theoretical considerations that underly its formulas, all the more so because it contains no more than four constants and is thus easy to remember. One merely has to introduce the relevant data of the particular baby into the appropriate formulas, then compare the results obtained with the actual length of that pregnancy, and finally look up the corresponding conclusions as for the viability of the neonate.

In the concluding part of the *Epitome*, Thābit gives for the different steps of his algorithm speculative reasons inferred from Galen's account, which yet is less definite on this point. The arithmetic determination of the viabilty of each individual seven-month child rests on the assumption that measuring gestational length by calendar periods is not only a matter of convenience, but is ultimately due to the fact, that the natural process of gravidity is governed by celestial cycles, in particular by the revolutions of the two great luminaries sun and moon, which also define those chronometric units. In other words, major events in the course of pregnancy, above all the event of birth, are supposed to coincide with, or rather be brought about by, special positions of sun and moon in their orbits. For that reason, the months of gravidity have to be established in accordance with the actual motion of the moon.

As human pregnancy fails to take a whole year, which would equal a complete revolution of the sun, its greatest influence will necessarily manifest itself after one half of the solar cycle, which is regarded as an important critical period, too. Therefore, half a year is considered the minimum duration of pregnancy. In analogy to the significance of the semiannual period for human reproduction, half a lunar cycle is likewise thought to define a critical time of prenatal development; of course, that semimonthly crisis produces its effects only with regard to the first and the seventh lunar month of gravidity. In order to be ranked among the viable seven-month children, an infant must have experienced at least one half of the month of conception and of the month of birth in his mother's womb. According to this hypothesis, seven-month babies capable of living are always conceived during the first half of a lunation, which is counted as the first month of pregnancy, but born in the second half of the seventh lunation, on condition that the whole period of gestation (calculated by days p. c.) does not amount to less than half a year. These are the premises that form the foundation of Thābit's algorithm for testing seven-month babies' chances to survive. He even gives an additional formula which serves to make sure that birth did not take place after the child's entrance into the eight lunar month of intrauterine life, since being born in that month would allegedly be fatal without exception.

All things considered, however, it seems to be not unreasonable to doubt that Thābit worked out his mathematical device for practical use, or at least,

As to the contents of our treatise and its historical assessment, I present here a short survey only, referring the reader to my study in Sudhoffs Archiv[6]. The doctrine of the viability of seven-month children as opposed to the non-viability of eight-month children, which ultimately goes back to a prescientific belief in the universal power of the number seven, was little disputed in Greek antiquity and almost unanimously accepted by medieval writers in East and West, mainly on the authority of the Hippocratic authors. Thābit's contribution to this subject is based on Galen's treatise *De septimestri partu*, of which only the latter part has survived in the original Greek[7], but is preserved completely in an Arabic version by Ḥunayn ibn Isḥāq[8]. Galen's book may be described as a considerably extended commentary on a passage of the Hippocratic treatise "On Eight-Month Children" *(De octimestri partu)*[9], where the minimum length of gestation with live birth is said to be half a year (or 182 days and a fraction), a figure illustrated by a calculation of the day of birth in a fictitious case.

As to Thābit's adaptation of the Galenic treatise, it is not a paraphrase which keeps closely to Galen's train of thought, as might be expected from its title "*mukhtaṣar*". Thābit rather selects from Galen's somewhat verbose argumentation the essential facts and treats them largely independently by reformulating and rearranging them according to his own purposes, which are obviously more mathematically than medically oriented. The *Epitome* is divided into three parts. In his introduction, Thābit mentions briefly Galen's starting point, viz. the difference of opinion on the principles determining gestational length which occurs in the Hippocratic Corpus. Then he cites Galen's empirical data on the interval in the seventh month during which viable children may be born; he found it to range from the 184th to the 204th day *post conceptionem*. In addition to this rough determination, however, the dates of the particular pregnancy have to be taken into consideration. According to Galen, the newborn is only capable of living, if the individual dates meet certain prerequisites, as explained in the third part of Thābit's adaptation.

In the second and principal part, the calculations put forth by Galen to exemplify those conditions are converted by Thābit into an algorithm, a sequence of arithmetic operations and check rules, by means of which it can be escertained, whether or not a child born on whatever day of the seventh month of gravidity is fit to be brought up, provided that the exact dates of

6. See above, note 3.

7. The Greek fragment was edited by Hermann Schöne, "Galenos' Schrift über die Siebenmonatskinder", *Quell. Stud. Gesch. Naturwiss. Med.* 3 (1933), 328-346.

8. Edited by Richard Walzer, "Galens Schrift 'Über die Siebenmonatskinder' ", *Rivista degli studi orientali* 15 (1935), 323-357; 16 (1936), 227.

9. Hp. *Oct.* 4,8-10: CMG I 2, S. 88-90 Grensem. = VII 436, 2-9 Littré.

NOTES AND COMMENTS

Thābit ibn Qurra's Epitome of Galen's Book on Seven-Month Children

Ursula Weisser

The Arabic miscellaneous manuscript Istanbul, Aya Sofya 3631, contains a collection of Galenic works either in translations or in adaptations by Arabic authors, headed by Ḥunayn ibn Isḥāq's famous *Risāla* on the Syriac and Arabic versions of Galen. In the second place, there appears a set of seven compendia written by the renowned Ḥarrānian mathematician, astronomer, and physician Thābit ibn Qurra (ca. 221/836-228/901)[1], among them (fol. 58 v-61 r) an "Epitome of Galen's Book on Seven-Month Children" *(Mukhtaṣar Thābit ibn Qurra li-Kitāb Gālinūs fī l-Mawlūdīn li-sab*ᶜ*at ašhur)*[2]. To supplement my German translation of that treatise, which was published a short time ago along with a detailed discussion of Thābit's version in relation to its Galenic model,[3] I now present the Arabic original, depending on the Aya Sofya codex,[4] which until recently has been thought to be unique. Lately, however, I learned from Fuat Sezgin that he had discovered a second copy in the State Public Library of Leningrad/USSR (no. firk arab 163), but had not succeeded in obtaining a microfilm of the manuscript. Regrettable though it is that I had to rely on a single source for establishing the Arabic text, yet the Aya Sofya copy apparently represents a rather authentic tradition and does not raise serious texual problems except in a few instances. It is written in a legible, partly vocalized *naskhī* script; the diacritical marks are frequently omitted[5].

1. These compendia were first reported by Hellmut Ritter and Richard Walzer, "Arabische Übersetzungen griechischer Ärzte in Stambuler Bibliotheken", *Sitz. Ber. Preuß. Akad. Wiss., Phil.-hist. Kl.* 26 (1934), 832. See also Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, vol. 3 (Leiden, Brill, 1970), p. 261 s.

2. In Ibn Abī Uṣaibiᶜa, *ᶜUyūn al-anbā' fī ṭabaqāt al-aṭibbā'*, ed. August Müller (Cairo, Königsberg, 1882-1884), vol. 1, p. 218, l. 19 s., it is called "synopsis" *(ǧawāmiᶜ)*; Ibn al-Qifṭī, *Ta'rīkh al-ḥukamā'*, ed. Julius Lippert (Leipzig, 1903), p. 118, does not mention the fact that it is an adaptation of a Galenic work.

3. Ursula Weisser, "Die hippokratische Lehre von den Siebenmonatskindern bei Galen und Tābit ibn Qurra", *Sudhoffs Archiv* 63 (1979), 209-238.

4. I am much indepted to Professor Fuat Sezgin for a microfilm of the manuscript.

5. For a more detailed description of the codex Aya Sofya 3631, see Gotthelf Bergsträßer, *Hunain ibn Isḥāq: Über die syrischen und arabischen Galen-Übersetzungen. Zum ersten Mal herausgegeben und übersetzt (= Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes* 17,2. Leipzig, 1925), p. i. s., where the manuscript is dated 7th/8th cent. H.

A New Type of Numbers in A Seventeenth Century Manuscript: Al-Yāzdī on Numbers of Equal Weight

Alireza Dja'fari Naini

Used literatur and indications for its procurament

1 Dj^c^afari Naini, Alireza: *Geschichte der Zahlentheorie im Orient im Mittelalter und zu Beginn der Neuzeit unter besomderer Berücksichtigung persischer Mathematiker*, (*Braunschweig*: 1982). Verlag Klose & Co.,

2 Ḫātūn Ābādī, Muḥammad: *Šarḥ ^c^uyūn al-ḥisāb* (Commentary on ^c^Uyūn al-ḥisāb'), printed in 17th/18th century.
This translation is to be found in the library of Parliament of Teheran (Kitābhāna-i Maǧlis-i Šūrā-i Millī) and it is registered there in the Volume 6 page 107 of the list. At the same library a microfilm of this translation is also available under number 2130.

3 Yāzdī, Muḥammad Bāqir: *^c^Uyūn al-ḥisāb* (Spring of arithmetic), printed in 17th century. One copy of this work was taken into the collection of manuscripts of the Central Library of the University of Teheran (Kitābhāna-i Markazī Dānisǧah) and registered under number 464.

* You might guess that further perfect numbers were isolated numbers but that is not right (we took the numbers up to 50^2 in consideration) as for example

$$496 \qquad \{496,\ 652\} \qquad 496 \underset{gg}{\sim} 652.$$

This is valid as well for the pairs of amicable numbers

$$220 \qquad \{284\}$$

$$284 \qquad \{220,\ 562\} \qquad 220 \underset{gg}{\sim} 562$$

and

$$1184 \qquad \{1210,\ 1336,\ 2362\} \qquad 1210 \underset{gg}{\sim} 1336 \underset{gg}{\sim} 2362$$

$$1210 \qquad \{1184,\ 1490,\ 1604,\ 1898\} \qquad 1184 \underset{gg}{\sim} 1490 \underset{gg}{\sim} 1604 \underset{gg}{\sim} 1898$$

As there is to be seen in the table showing the numbers $m = 0, \ldots, 100$, no number has the weight 2, 5, 52. 88, or 96. From those 101 weights 32 (numbers) are weights of isolated numbers. Furthermore the rest of 64 (numbers) are weights of numbers of equal weight, from which only the 1 is the weight of an infinite set of numbers of equal weight (theorem 1), the other 63 (numbers) weights are a finite set of numbers of equal weight as theorem 4 generally proves. The following is to be stated:

If the set of isolated numbers is finite, the set of numbers of equal weight having a weight of ≥ 2 will be infinite. If the set of numbers of equal weight having a weight of ≥ 2 is finite the set of isolated numbers will be infinite.

After the knowledge of that interesting kind of numbers has been spread here too, some mathematicians will surely be found who will study their properties and perhaps will develop further theories.

We are not able to answer the question yet in what way Yāzdi found numbers of equal weight. May be they are the result of a mathematical play or they were born in a field outside mathematics like magic or some sort of that.

About further achievements of that Persian mathematician in the field of theory of numbers like perfect and amicable numbers you may read in my book [1].

$\sigma'(n) = m$	N_m	Numbers of equal weight.
76	{48,92,146}	$48 \underset{99}{\sim} 92 \underset{99}{\sim} 146$
77	{219,355,1003,1219,1363}	$219 \underset{99}{\sim} 355 \underset{99}{\sim} 1003 \underset{99}{\sim} 1219 \underset{99}{\sim} 1363$
78	{66}	
79	{365,497,737,1037,1121 1457,1517}	$365 \underset{99}{\sim} 497 \underset{99}{\sim} 737 \underset{99}{\sim} 1037 \underset{99}{\sim} 1121$ $1457 \underset{99}{\sim} 1517$
80	{6241}	
81	{147,153,511,871,1159,1591}	$147 \underset{99}{\sim} 153 \underset{99}{\sim} 511 \underset{99}{\sim} 871 \underset{99}{\sim} 1159 \underset{99}{\sim} 1591$
82	{158}	
83	{237,781,1357,1537}	$237 \underset{99}{\sim} 781 \underset{99}{\sim} 1357 \underset{99}{\sim} 1537$
84	{6889}	
85	{395,803,923,1139,1403, 1643,1739,1763}	$395 \underset{99}{\sim} 803 \underset{99}{\sim} 923 \underset{99}{\sim} 1139 \underset{99}{\sim} 1403 \underset{99}{\sim}$ $1643 \underset{99}{\sim} 1739 \underset{99}{\sim} 1763$
86	{166}	
87	{105,249,553,949,1273}	$105 \underset{99}{\sim} 249 \underset{99}{\sim} 553 \underset{99}{\sim} 949 \underset{99}{\sim} 1273$
88	∅	
89	{171,415,1207,1711,1927}	$171 \underset{99}{\sim} 415 \underset{99}{\sim} 1207 \underset{99}{\sim} 1711 \underset{99}{\sim} 1927$
90	{78,7921}	$78 \underset{99}{\sim} 7921$
91	{581,869,1241,1349,1541, 1769,1829,1961,2021}	$581 \underset{99}{\sim} 869 \underset{99}{\sim} 1241 \underset{99}{\sim} 1349 \underset{99}{\sim} 1541 \underset{99}{\sim}$ $1769 \underset{99}{\sim} 1829 \underset{99}{\sim} 1961 \underset{99}{\sim} 2021$
92	{88,178}	$88 \underset{99}{\sim} 178$
93	{267,1027,1387,1891}	$267 \underset{99}{\sim} 1027 \underset{99}{\sim} 1387 \underset{99}{\sim} 1891$
94	{116}	
95	{445,913,1633,2173}	$445 \underset{99}{\sim} 913 \underset{99}{\sim} 1633 \underset{99}{\sim} 2173$
96	∅	
97	{245,275,623,1079,1343, 1679,1943,2183,2279}	$245 \underset{99}{\sim} 275 \underset{99}{\sim} 623 \underset{99}{\sim} 1079 \underset{99}{\sim} 1343 \underset{99}{\sim}$ $1679 \underset{99}{\sim} 1943 \underset{99}{\sim} 2183 \underset{99}{\sim} 2279$
98	{9409}	
99	{1501,2077,2257}	$1501 \underset{99}{\sim} 2077 \underset{99}{\sim} 2257$
100	{124,194}	$124 \underset{99}{\sim} 194$

$\sigma'(n) = m$	N_m	Numbers of equal weight
51	{141,301,481,589}	$141 \underset{99}{\sim} 301 \underset{99}{\sim} 481 \underset{99}{\sim} 589$
52	∅	
53	{235,451,667}	$235 \underset{99}{\sim} 451 \underset{99}{\sim} 667$
54	{42,2809}	$42 \underset{99}{\sim} 2809$
55	{36,329,473,533,629,713}	$36 \underset{99}{\sim} 329 \underset{99}{\sim} 473 \underset{99}{\sim} 533 \underset{99}{\sim} 629 \underset{99}{\sim} 713$
56	{106}	
57	{99,159,343,559,703}	$99 \underset{99}{\sim} 159 \underset{99}{\sim} 343 \underset{99}{\sim} 559 \underset{99}{\sim} 703$
58	{68}	
59	{265,517,697}	$265 \underset{99}{\sim} 517 \underset{99}{\sim} 697$
60	{3481}	
61	{371,611,731,779,851,899}	$371 \underset{99}{\sim} 611 \underset{99}{\sim} 731 \underset{99}{\sim} 779 \underset{99}{\sim} 851 \underset{99}{\sim} 899$
62	{118,3721}	$118 \underset{99}{\sim} 3721$
63	{64,177,817}	$64 \underset{99}{\sim} 177 \underset{99}{\sim} 817$
64	{56,76,122}	$56 \underset{99}{\sim} 76 \underset{99}{\sim} 122$
65	{117,183,295,583,799,943}	$117 \underset{99}{\sim} 183 \underset{99}{\sim} 295 \underset{99}{\sim} 583 \underset{99}{\sim} 799 \underset{99}{\sim} 943$
66	{54}	
67	{305,413,689,893,989,1073}	$305 \underset{99}{\sim} 413 \underset{99}{\sim} 689 \underset{99}{\sim} 893 \underset{99}{\sim} 989 \underset{99}{\sim} 1073$
68	{4489}	
69	{427,1147}	$427 \underset{99}{\sim} 1147$
70	{134}	
71	{201,649,901,1081,1189}	$201 \underset{99}{\sim} 649 \underset{99}{\sim} 901 \underset{99}{\sim} 1081 \underset{99}{\sim} 1189$
72	{5041}	
73	{98,175,335,671,767, 1007,1247,1271}	$98 \underset{99}{\sim} 175 \underset{99}{\sim} 335 \underset{99}{\sim} 671 \underset{99}{\sim} 767 \underset{99}{\sim} 1007 \underset{99}{\sim} 1247 \underset{99}{\sim} 1271$
74	{70,142,5329}	$70 \underset{99}{\sim} 142 \underset{99}{\sim} 5329$
75	{213,469,793,1333}	$213 \underset{99}{\sim} 469 \underset{99}{\sim} 793 \underset{99}{\sim} 1333$

$\sigma'(n) = m$	N_m	Numbers of equal weight
26	{46}	
27	{69,133}	$69 \underset{99}{\sim} 133$
28*	{28}	
29	{115,187}	$115 \underset{99}{\sim} 187$
30	{841}	
31	{32,125,161,209,221}	$32 \underset{99}{\sim} 125 \underset{99}{\sim} 161 \underset{99}{\sim} 209 \underset{99}{\sim} 221$
32	{58,961}	$58 \underset{99}{\sim} 961$
33	{45,87,247}	$45 \underset{99}{\sim} 87 \underset{99}{\sim} 247$
34	{62}	
35	{93,145,253}	$93 \underset{99}{\sim} 145 \underset{99}{\sim} 253$
36	{24}	
37	{155,203,299,323}	$155 \underset{99}{\sim} 203 \underset{99}{\sim} 299 \underset{99}{\sim} 323$
38	{1369}	
39	{217}	
40	{44,74,81}	$44 \underset{99}{\sim} 74 \underset{99}{\sim} 81$
41	{63,111,319,391}	$63 \underset{99}{\sim} 111 \underset{99}{\sim} 319 \underset{99}{\sim} 391$
42	{30,1681}	$30 \underset{99}{\sim} 1681$
43	{50,185,341,377,437}	$50 \underset{99}{\sim} 185 \underset{99}{\sim} 341 \underset{99}{\sim} 377 \underset{99}{\sim} 437$
44	{82,1849}	$82 \underset{99}{\sim} 1849$
45	{123,259,403}	$123 \underset{99}{\sim} 259 \underset{99}{\sim} 403$
46	{52,86}	$52 \underset{99}{\sim} 86$
47	{129,205,493}	$129 \underset{99}{\sim} 205 \underset{99}{\sim} 493$
48	{2209}	
49	{75,215,287,407,527,551}	$75 \underset{99}{\sim} 215 \underset{99}{\sim} 287 \underset{99}{\sim} 407 \underset{99}{\sim} 527 \underset{99}{\sim} 551$
50	{40,94}	$40 \underset{99}{\sim} 94$

$\sigma'(n)$ m	N_m	Numbers of equal weight
0	$\{1\}$	
1	$\mathbb{P} = \{2,3,5,7,\ldots\}$	$2 \underset{gg}{\sim} 3 \underset{gg}{\sim} 5 \underset{gg}{\sim} \ldots$
2	$\emptyset$	
3	$\{4\}$	
4	$\{9\}$	
5	$\emptyset$	
6	$\{6,25\}$	$6 \underset{gg}{\sim} 25$
7	$\{8\}$	
8	$\{10,49\}$	$10 \underset{gg}{\sim} 49$
9	$\{15\}$	
10	$\{14\}$	
11	$\{21\}$	
12	$\{121\}$	
13	$\{27,35\}$	$27 \underset{gg}{\sim} 35$
14	$\{22,169\}$	$22 \underset{gg}{\sim} 169$
15	$\{16,33\}$	$16 \underset{gg}{\sim} 33$
16	$\{12,26\}$	$12 \underset{gg}{\sim} 26$
17	$\{39,55\}$	$39 \underset{gg}{\sim} 55$
18	$\{289\}$	
19	$\{65,77\}$	$65 \underset{gg}{\sim} 77$
20	$\{34,361\}$	$34 \underset{gg}{\sim} 361$
21	$\{18,51,91\}$	$18 \underset{gg}{\sim} 51 \underset{gg}{\sim} 91$
22	$\{20,38\}$	$20 \underset{gg}{\sim} 38$
23	$\{57,85\}$	$57 \underset{gg}{\sim} 85$
24	$\{529\}$	
25	$\{95,119,143\}$	$95 \underset{gg}{\sim} 119 \underset{gg}{\sim} 143$

twins. We want to show the first two succeeding numbers of equal weight here too:

$$1: \begin{matrix} 6 = 2 \cdot 3 \\ 25 = 5^2 \end{matrix} \quad (6) \qquad 2: \begin{matrix} 10 = 2 \cdot 5 \\ 49 = 7^2 \end{matrix} \quad (8)$$

Rule No. 3 says:

You can find numbers of equal weight from a pair of numbers

$a = 2^n p_1 \qquad n = 2, 3, \ldots$

$b = 2p_2 \qquad$ if the condition

$p_2 - (2^n - 1)p_1 = 2^2 (2^{n-1} - 1)$ is satisfied.

For example

$$1: \begin{matrix} 12 = 2^2 \cdot 3 \\ 26 = 2 \cdot 13 \end{matrix} \quad (16) \qquad 2: \begin{matrix} 20 = 2^2 \cdot 5 \\ 38 = 2 \cdot 19 \end{matrix} \quad (22)$$

The following table shows the values of

$\sigma'(n) = m \quad$ for $\quad m = 0 \quad$ to $\quad m = 100$ an.

Now we have to study the **formation-rule** for numbers of equal weight. There are different rules applicable for finding of numbers of equal weight but the most interesting ones are the rules No. 1 and 2 described by me as follows. **Rule No. 1** is an extension of Yāzdi's rule. (His condition $p_1 + p_2 = 2^n$ can be omitted.)

Rule No. 1 says:

From a pair of numbers of the form $a = p_1 p_2 \ (p_1 < p_2)$

$b = q_1 q_2 \ (q_1 < q_2)$

you can find numbers of equal weight if the condition $p_1 + p_2 = q_1 + q_2$ is satisfied.

After that the first two successive numbers can be established. The sum of their proper divisors (their weight) is added in parathesis.

$$1: \begin{matrix} 39 = 3 \ . \ 13 \\ 55 = 11 \ . \ 5 \end{matrix} \quad (17) \qquad 2: \begin{matrix} 65 = 5 \ . \ 13 \\ 77 = 7 \ . \ 11 \end{matrix} \quad (19)$$

Yāzdi's condition taken into consideration $87 \underset{gg}{\sim} 247$ as the second pair of numbers of equal weight would follow first said.

My rule differs from Yāzdi's in the fact that, if you use it, you can produce much more numbers of equal weight in finite sequence. Of course it can be extended to numbers of any given factorization into prime factors, generally said:

$$a = p_1 \ p_2 \cdots p_r$$
$$b = q_1 \ q_2 \cdots q_s .$$

So the pair of numbers $a = p_1 \ p_2 \ p_3$

will be of equal weight with $b = q_1 \ q_2 \ q_3$

if the condition

$$p_1 p_2 + p_1 p_3 + p_2 p_3 + p_1 + p_2 + p_3 = q_1 q_2 + q_1 q_3 + q_2 q_3 + q_1 + q_2 + q_3$$

is satisfied.

$$\text{Example:} \quad \begin{matrix} 170 = 2 \ . \ 5 \ . \ 17 \\ 182 = 2 \ . \ 7 \ . \ 13 \\ 302 = 2 \ . \ 151 \end{matrix} \quad (154)$$

Rule No. 2 derives from prime twins.

It says:

If p, q are successive primes with a distance $q - p = 2$ then you will find $q^2 \underset{gg}{\sim} 2p$ because the condition $\sigma'(q^2) = \sigma'(2p) = 3 + p$ is satisfied. This theorem is also valid inversely, i. e. if the condition $q^2 \underset{gg}{\sim} 2p$ is satisfied p,q will be prime

The first result is $m \equiv 0\ (2)$, N_m includes max $\frac{m}{2} - 1$

add numbers and they all are square numbers. (N_m may include even numbers as well).

Ib. $$m \equiv 1\,(2)\ ;\ n \equiv 0\,(2) \Rightarrow \prod_{k=1}^{k} (1 + p_k + \ldots + p_k^{\alpha_k}) \equiv 1\,(2)$$

$$p_1 = 2\ ;\ \underset{k>1}{p_k \equiv 1\ (2)} \Rightarrow \prod_{k=2}^{k} (a_k + 1) \equiv 1\,(2) \Rightarrow \alpha_k + 1 \equiv 1\,(2)$$

$$\Rightarrow \alpha_k \equiv 0\ (2).$$

The second result is $m \equiv 1\,(2)$, $n \equiv 0\,(2)$, any even $n \in N_m$ either an even square number or the double of a square number.

II. $$m + n \equiv 0\,(2) \Rightarrow m \equiv n\,(2)$$

IIa. $$m \equiv n \equiv 1\,(2) \Rightarrow \prod_{k=1}^{k} (1 + p_k + \ldots + p_k^{\alpha_k}) \equiv 0\,(2)$$

$$p_k \equiv 1\,(2) \Rightarrow \prod_{k=1}^{k} (\alpha_k + 1) \equiv 0\,(2) \Rightarrow \text{at least a } \alpha_k \text{ add } n \neq \square\ .$$

The third result is $$m \equiv n \equiv 1\,(2) \Rightarrow n \neq \square\ .$$

IIb. $$m \equiv n \equiv 0\,(2) \Rightarrow \prod_{k=1}^{k} (1 + p_k + \ldots + p_k^{\alpha_k}) \equiv 0\,(2)$$

$$p_1 = 2\ ;\ \underset{k>1}{p_k \equiv 1\ (2)} \Rightarrow \prod_{k=2}^{k} (a_k + 1) \equiv 0\,(2)\ .$$

The fourth result is $$m \equiv n \equiv 0\ (2) \Rightarrow 2^{\alpha^1} \text{ or } n \neq \square\ .$$

Summing up we can write:

$$n \subset N_m\ ;\quad n \equiv 1\ (2) \Rightarrow \begin{cases} m \equiv 0\,(2) \Rightarrow n = \square \\ m \equiv 1\,(2) \Rightarrow n \neq \square \end{cases}$$

Proof: First the following evaluation shall be taken:

$$N_m = \{n;\ \sigma'(n) = m > 1\ ;\ m\ (\text{fixed})\}$$

$$N_m \subset \{4, 5, 6, \ldots, (m-1)^2\} / \left\{ \begin{matrix} p < (m-1)^2 \\ p^2 < (m-1)^2 \end{matrix} \right\}$$

$$p \mid n\ ;\ \sigma'(n) = m \Rightarrow m \geq 1 + \frac{n}{p}$$

or $\quad p\,(m-1) \geq n$; for from $p < m - 1$ follows

$\sigma'(p^2) = 1 + p < m$; from $p = m - 1$ follows

$\sigma'(p) = p + 1 = m$; from $p \geq m$ follows $\sigma'(m) \geq 1 + p > m$ . .

It be $\quad \sigma'(n) = \sum\limits_{\substack{d \mid n \\ d < n}} 1$: $\sigma'(n) + n = \sigma(n)$; $N_m = \{\sigma(n) = m + n\}$.

Further more be

$n = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \cdots p_k^{\alpha_k}$; $p_1 < p_2 < \ldots < p_k$ primes and

$a_1, \ldots, a_k \in N$,

there is then

$$\prod_{k=1}^{k} \left(1 + p_k + p_k^2 + \cdots + p_k^{\alpha_k}\right) = m + \prod_{k=1}^{k} p_k^{\alpha_k} .$$

The following distinction of cases can be established:

I. $\qquad m + n \equiv 1\ (2)$

Ia. $\qquad m \equiv 0\,(2)\ ;\ n \equiv 1\,(2) \Rightarrow \prod\limits_{k=1}^{k} (1 + p_k + \ldots + p_k^{\alpha_k}) \equiv 1\,(2)$

$$p_k \equiv 1\ (2) \Rightarrow \prod_{k=1}^{k} (a_k + 1) \equiv 1\ (2) \Rightarrow \alpha_k + 1 \equiv 1\ (2)$$

$$\Rightarrow \alpha_k \equiv 0\ (2) \Rightarrow n = \square \text{ square number}$$

$$N_m \subseteq \{3^2, 5^2, 7^2, \ldots, (2k+1)^2\}\ ;\ 2k + 1 \leq m - 1 \Rightarrow k \leq \frac{m}{2} - 1\ .$$

In this day's written form

$$2^n = p_1 + p_2 \Rightarrow p_1 \cdot p_2 = a$$

It be of equal weight

$$2^n = q_1 + q_2 \Rightarrow q_1 \cdot q_2 = b$$

$$\sigma'(a) = \sigma(a) - a = (p_1 + 1)(p_2 + 1) - p_1 \cdot p_2 = p_1 + p_2 + 1 = 2^n + 1$$

$$\sigma'(b) = \sigma(b) - b = (q_1 + 1)(q_2 + 1) - q_1 q_2 = q_1 + q_2 + 1 = 2^n + 1$$

$$\Rightarrow \sigma'(a) = \sigma'(b) = 2^n + 1$$

To this the example by Yazdi: for $n = 4$

$$2^4 = 16 = 3 + 13 \Rightarrow a = 3 . 13 = 39$$

It be

$$2^4 = 16 = 5 + 11 \Rightarrow b = 5 . 11 = 55$$

$$\sigma'(a) = (3+1)(13+1) - 39 = 17 = \sigma'(b) = (5+1)(11+1) - 55 = 17 = 2^4 + 1$$

I add as another example: for $n = 5$

$$2^5 = 32 = 29 + 3 \Rightarrow a = 3 . 29 = 87$$

It be

$$2^5 = 32 = 19 + 13 \Rightarrow b = 19 . 13 = 247$$

$$\sigma'(a) = (3+1)(29+1) - 87 = 33 = 2^5 + 1$$

$$\sigma'(b) = (19+1)(13+1) - 247 = 33 = 2^5 + 1$$

The next pair of numbers is therefore 87 and 247.

Yazdi did not answer the question in his manuscript if there existed another method besides the described one leading to finding of those numbers. This is remarqued by Ḫātūn Ābādi. In a marginal note (Copy 2) he adds a smaller pair of numbers, 12 and 26, the sums of divisors of which are of equal weight (16) as well. However Ḫātūn Ābādi does not describe the method he used to find those numbers.

As far as I know, no one except Muḥammad Bāqir Yazdī and his translator has studied those numbers.

Here is following the theory I have established for those numbers. See also [1, pp. 63-72].

Definition 1: If $a, b \in N$; $\sigma(a) - a = \sigma(b) - b$, then a, b will be called "of equal weight": $= a \underset{gg}{\sim} b$.

The following theorems can be derived from the definition of numbers of equal weight:

Theorem 1: $p, q \in P \Rightarrow p \underset{gg}{\sim} q$

Proof: $\sigma(p) - p = 1 = \sigma(q) - q$

From theorem 1 can be directly concluded

Theorem 2: $a = q \in P$, $b \in N$; $a \underset{gg}{\sim} b \Leftrightarrow b = q \in P$

The relation "$\underset{gg}{\sim}$" is reflexive, symmetrical and transitive.

Theorem 3: **Assumption:** $a \neq b$; $a, b \notin P$ $a \underset{gg}{\sim} b$

$c \in N$: $c > 1$; $(c, ab) = 1$

Assertion: $ac \underset{gg}{\not\sim} bc$ ($\underset{gg}{\not\sim}$ means, that $\underset{gg}{\sim}$ not is valid.)

Proof : Indirect: assume $ac \underset{gg}{\sim} bc$;

$$\sigma(ac) - ac = \sigma(bc) - bc \tag{1}$$

$$\sigma(a) - a = \sigma(b) - b \tag{2}$$

From (1) follows: $\sigma(a)\,\sigma(c) - ac = \sigma(b)\,\sigma(c) - bc$

or
$$\sigma(a)\,\frac{\sigma(c)}{c} - a = \sigma(b)\,\frac{\sigma(c)}{c} - b. \tag{3}$$

From (2) follows: $\sigma(b) = \sigma(a) + b - a$. (4)

(4) set in (3):

$$\sigma(a)\,\frac{\sigma(c)}{c} - a = (\sigma(a) + b - a)\,\frac{\sigma(c)}{c} - b$$

or
$$b - a = \frac{\sigma(c)}{c}(b - a) \qquad b \neq a$$

results in $\frac{\sigma(c)}{c} = 1 \Rightarrow c = 1$ contradiction.

Definition 2: $a \in N$, a will be called "isolated number" or "I-number", if for every $b \in N$, $b \neq a$ is valid $a \underset{gg}{\not\sim} b$.

For the number of 'numbers of equal weight' with equal weights is valid

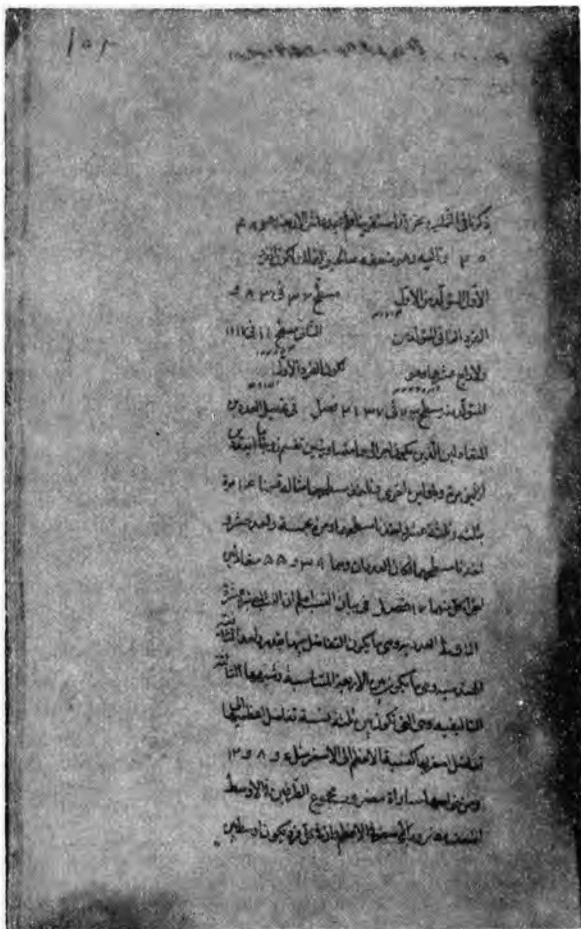
Theorem 4: It be $N_m = \{n; \sigma'(n) = m \text{ (fixed)}\}$.

So N_m is either the empty set $\emptyset$ or N_m is an element of a set $= \{n_l\}$, i. e. n_l is an "isolated number" or $N_m = N_1$ is the set P of all primes or N_m is a finite set for $m > 1$ and there is to be applied

$$|N_m| \leq (m-1)^2 - 1 - \pi((m-1)^2) - \pi(m-2) \text{ with } \pi(x) = \sum_{p \leq x} 1; p \in P.$$



Copy 2: Page 298 of 'Šarḥ ʿuyūn al-ḥisāb' by Ḥātūn Ābādī



Copy 1: Page 102v of the work '^cUyūn al-ḥisāb' by Muḥammad Bāqir Yazdi

A New Type of Numbers in A Seventeenth Century Manuscript: Al-Yāzdī on Numbers of Equal Weight

ALIREZA DJAᶜFARI NAINI*

TO THE GROUP OF PERFECT and amicable numbers there is to be added a new kind of numbers, that is 'the numbers of equal weight'.[1]

I discovered those numbers first when I studied the work 'ᶜUyūn al-ḫisāb' (Spring of Arithmetic) [3] by Muḥammad Bāqir Yazdi, a Muslim mathematician (died by 1637).

We don't know much about the life of this scientist. But we know that he lived during the rule of Shah 'Abbās I (1587-1628) and Shah Ṣafi (1628-1642) both of them rulers of the dynasty of Ṣefewiden. His most important work is the mentioned manuscript 'ᶜUyūn al-ḫisāb', later translated from Arabic into Persian by Muḥammad Bāqir al-Husainī al-Ḫātūn** Ābādī in his work 'Šarḥ ᶜuyūn al-ḫisāb' [2] where he also gave occasional comments by marginal notes. Yazdi dedicated a proper chapter of his work to numbers of equal weight titled (Copy 1) "*A chapter about finding two numbers of equal weight the divisors of them (sum) are equal.*" Otherwise explicated the **definition** is as follows:

Two natural numbers a and b will be called 'of equal weight' if the sums of their proper divisors are equal, or $\sigma'(a) = \sigma'(b)$.

Muḥammad Bāqir Yazdi indicates the following formation-rule:

> '*We decompose any even number*[2], *once additively into two primes and another time into two other primes and take the product of either of them. Example: We decompose* 16 *once into* 3 *and* 13 *and take their product, and another time we decompose* 16 *into* 5 *and* 11 *and take their product. The two numbers, that is* 39 *and* 55, *are of equal weight, the sum of the divisors of each is* 17."

* The author is a lecturer in mathematics and its history at the National University of Iran (Shahid Beheshti University).

** The transliteration follows the JHAS' system with some slight modifications:
ج = ǧ , خ = ḫ , ش = š .

1. The word 'of equal weight' was translated from the Arabic word متعادل (symbol : $\widetilde{gg}$ from the German expression for 'of equal weight' : 'gleichgewichtig').

2. There is probably meant 'power of 2' since Yāzdī respectively started from the sequence 2^n in the preceding chapters of his work (perfect, abundant and deficient, amicable numbers) and in the following example ($16=2^4$) as well. If the power of 2 is not a condition the first rule (see blelow) will be valuable.

The Arabic Text

رسالة أبي إسحق الصابي إلى أبي سهل الكوهي وجوابها

ج . ل . برغرن

بسم الله الرحمن الرحيم وبه أستعين . رسالة أبي إسحق الصابي إلى أبي سهل الكوهي . كتابي . أطال الله بقاء سيدي الشيخ الفاضل . يوم الأحد الثامن من صفر . عن سلامة أحمد الله عليها وأسأله له مثلها . وكان كتاب سيدي الشيخ وصل إليّ منذ مدة بعيدة بالتفقد المشكور والبر الذي جرت به عادته ، وأجبت عنه جوابا سألت فيه أشياء مازلت متوقعا لها . فلم يكن منه في ذلك شيء إلى هذه الغاية ، وأوحشني بعد العهد بالمكاتبة وانقطاع تلك المادّة المشكورة . فكتبت هذا الكتاب متعرفا خبره أطابه الله ، ومتنجزا تلك الأشياء . فمنها أنه ، أيده الله ، ذكر لي في الكتاب الوارد منه استخراجه مركز ثقل قطعة من دائرة ، وأنه وجد البرهان على أن نسبة القطر إلى المحيط كنسبة عدد إلى عدد وغير ذلك ممـــا خرج له . ورغبت إليه ، لا أخلى الله العلم وأهله منه ، في إتحافي بجميع ما استخرجه ، خاصة أن نسبة القطر إلى المحيط كنسبة عدد إلى عدد . فإنه شيء تتطلع نفسي جدا إلى معرفته واستفادته . وأذكرته ماكان عقده لي على نفسه النفيسة من إتمام كتابه في مراكز الأثقال وإهداء نسخة منه إليّ والأشكال الباقية من المقالة الثانية من كتاب أبلونيوس في قطع النسبة المحدودة . وأنا أعيد وأكرر السؤال في جميع ذلك وأن يتفضل ، أيده الله، علّي به إما مجتمعاً وإما متفرقاً على ما ننشط له مع ذكر أخباره وأحواله، ومجاري أموره وعوارض حاجاته وهل له رأي في العود إلى مدينة السلم لنتقوّت الأمل ونتعلل بالمُنى . فقد علم الله شوقي إلى رؤيته واستيحاشي لمفارقته (D197r) وسيدي الشيخ ولي ما رآه، ويتفضل به في ذلك إن شاء الله . نسخة الجواب من الشيخ أبي سهل الكوهي . وصل كتاب سيدي الشيخ الفاضل وفهمته وسكنت إلى سلامته وحمدت الله عليها . والذي ذكر من كتاب مراكز الأثقال ووجود مركز قطعة من الدائرة ونسبة القطر إلى المحيط كنسبة عدد إلى عدد وبقية أشكال النسبة المحدودة لأبلونيوس قد فهمته . وأما نظري مفردا في بقية أشكال النسبة المحدودة فعندي أنه لايجيء منه مانريد ولايتم (C 210r) إلا معه وبمعونته ونظره كمـــا كانت في الأشكال التي حصلت معه وبمعونته . وتذكرت

شيئاً آخر وهو أنه في ابتداء المقالة الثانية من هذا الكتاب ثلثة أشكال أو أربعة مدّورة ، وأظن أنها من جنس تلك الأشكال التي استخرجها وابتدأ بها ، وهو النظر المفرد له في أوتار القسي من الدائرة كما نظر أبلونيوس في الخط المستقيم في النسبة المحدودة ، فلهذا السبب لابد لي من الاجتماع معه ونظره ومعونته في إتمام هذه (I 130r) الأشكال . وأرجو أن يكون الاجتماع قريبا إن شاء الله . وإن أراد الشيخ ذلك قبل الاجتماع فلا بد له منه ولابد لي من تلك الأشكال التي عنده وليس عندي لأنظر فيها لأي نسبة قسمها وطريقتها كيف كانت لاشتغالي بأشكال مراكز الأثقال . وأما مراكز الأثقال فبقي منها شيء يسير حتى يتم ستة مقالات متوالية ، أربعة منها التي عملتها هاهنا بالبصرة واثنين هناك ببغداد . ونعمل بعد ذلك إن شاء الله مقالة تكون فيها مسائل في مراكز الأثقال ، فتكون أحسن المقالات وأكبرها . ونتبع لهذه المقالة مقالات في أحوال مراكز الأثقال ثلثة وأربعة جسام ، سيالة وغير(D 197v) سيالة . وبعد هذه كلها أول هذه المقالات إن شاء الله . أما في الأربع مقالات التي عملتها هاهنا طولنا فيه أشياء عجيبة يدل كلها على نظم أفعال الباري عز وجل ، مثل الأشياء التي في الكرة والأسطوانة لأرشميدس . أليس كن نتعجب من اتفاق وقوع الكرة ثلثي الأسطوانة على ما وصف وبرهن عليه ، ومن المجسم المكافي أنه نصفها كما برهن عليه ثابت بن قرة ، ومن المخروط أنه ثلثها كما بينوا القدماء ذلك ؟ فقد وجدنا في أمور مراكز الأثقال نظما أعجب من ذلك ، ومنها أنه إذا أدرنا نصف دائرة $\overline{ابج}$ التي مركزها $\overline{د}$ ، مع القطع المكافي الذي سهمه خط $\overline{بد}$ ، ومع مثلث $\overline{ابج}$ المستقيم الخطوط حول خط $\overline{بد}$ القائم على خط $\overline{اج}$ ، حتى يحدث من إدارة الدائرة نصف كرة ، ومن القطع المكافي مجسم المكافي ، ومن المثلث مخروط . فيكون المخروط مجسما للمثلث كالمجسم المكافي لقطع المكافي ، ونصف الكرة لنصف الدائرة . فوجدنا أمر هذه الأشياء في مراكز الأثقال أعجب نظما من أمر ذلك في المساحة . أما مراكز أثقال هذه المجسمات فمركز ثقل مجسم المثلث أعني المخروط ، يقع على(C 210v) نسبة الواحد إلى أربعة من القطر ، والمجسم المكافي على نسبة الأثنين إلى ستة ، والكرة على نسبة الثلثة إلى ثمنية ، والمسطحات . أما مركز ثقل المثلث على نسبة الواحد إلى ثلثة والقطع المكافي على نسبة الاثنين إلى خمسة ، والنصف الدائرة على نسبة الثلثة إلى السبعة . وهذا مثال ذلك .(D 198r)

مركز ثقل المثلث على واحد من ثلث ١ من ٣

والقطع المكافي على اثنين من خمسة ٢ من ٥

ونصف الدائرة على ثلثة من سبعة ٣ من ٧
والمخروط على واحد من أربعة ١ من ٤
والمجسم المكافي على اثنين من ستة ٢ من ٦
ونصف الكرة على ثلثة من ثمنية ٣ من ٨

(I 130v) هذا هو النظم الطبيعي الذي وجدنا فيه مراكز الأثقال وتعجبنا من وقوع هذا الترتيب . وبعد ذلك شكل واحد هو مقدمة لوجود مركز ثقل قطعة من الدائرة ؛ وله مقدمات أيضا . وهو أنه إذا كان قطعتان من الدائرتين اللتين مركزهما واحد ونسبة نصف القطر من احديهما إلى نصف قطر الأخرى يكون نسبة ثلثة إلى اثنين وهما متشابهان ، فإن مركز ثقل قوس أصغرهما ومركز ثقل سطح أكبرهما يكون واحداً . مثال ذلك . إن نقطة ه مركز دائرتي ا ب ج د وخط ه ب د مستقيم ، ونسبة خط ج ه إلى خط ه ا كنسبة ثلثة إلى اثنين ومركز ثقل قوس ا ب نقطة ز ، فنقطة ز هي مركز ثقل سطح ج ه د القطاع أيضا . وبرهنت على ذلك في المقالة التي أنفذتها أول شكل منها إليه في الكتاب الذي كتبت قبل ذلك ، وفي تلك المقالة شكل آخر أيضاً وهو البرهان على أن نسبة كل قوس إلى وترها في الدائرة كنسبة نصف قطر تلك الدائرة إلى الخط الذي يكون فيما بين مركز الدائرة ومركز ثقل القوس . وهو شكل حسن غريب لأن ذلك (D 198v) الخط المستقيم أبدا هو مساو لقوس مـــن محيط الدائرة . وهذا عجب لم يذكر . مثال ذلك . إن قوس ا ه ب من محيط الدائرة التي مركزها ج ونصف قطرها ج ه ومركز ثقل قوس ا ه ب نقطة د ، أقول إن نسبة قوس ا ه ب إلى وترها ، وهو ا ب . تكون أبدا كنسبة نصف قطر الدائرة ، وهو ه ج ، إلى خط ج د ؛ وهو فيما بين مركز الدائرة ومركز ثقل قوس ا ه ب ، وهو نقطة د . وبرهنت أن خط ج د المستقيم يكون أبدا مساويا لخط مقوس من محيط الدائرة . وهذه كلها من جملة أشكال كتاب مراكز الأثقال . وأما نسبة القطر إلى المحيط كنسبة عدد إلى عدد ليست منها . ولكن لما حصلت لنا (C 211r) هذه العلوم من مراكز الأثقال نظرنا في حال القطر مع المحيط وفرضنا نصف دائرة ا ب ج من الدائرة التي مركزها د وخط د ب عمود على قطر ا ج ونقطة ه مركز ثقل قوس ا ب ج . وعلمنا أن نسبة قوس ا ب ج إلى خط ا ج ، وهو وترها ، كنسبة نصف قطر الدائرة ، أعني خط ب د ، إلى خط د ه لأنا قد برهنا ذلك في كل قطعة مـــن الدائرة فكيف في نصف الدائرة . وجعلنا نسبة خط د ز إلى خط د ب كنسبة خط د ز إلى خط د ب كنسبة ثلثة إلى اثنين ونخط على مركز د وببعد (I 131r) د ز دائرة ح ز ط ، حتى يكون

نقطة ه مركز ثقل سطح نصف دائرة ح ز ط أيضاً كما قلنا . فلأن نسبة خط ب د إلى خط د ه كنسبة قوس ا ب ج إلى خط ا ج وكنسبة نصف (D 199ʳ) قوس ا ب ج ، أعني قوس ب ج . إلى نصف خط ا ج ، لأن نقطة د مركز الدائرة . فنسبة قوس ج ب إلى خط ب د كنسبة خط ب د إلى خط د ه . فضرب قوس ب ج في خط د ه مساو لمربع خط ب د . وأيضا لأن نسبة خط ز د إلى خط د ب كنسبة ثلثة إلى اثنين فنسبة مربع خط ز د إلى مربع خط د ب كنسبة تسعة إلى أربعة . ومربع ب د مساو لضرب قوس ب ج في خط د ه فنسبة مربع ز د إلى ضرب قوس ب ج في خط د ه كنسبة تسعة إلى أربعة . ونسبة ضرب قوس ب ج في خط د ه إلى ضرب قوس ب ج في خط ز د هي كنسبة أربعة إلى تسعة وثلث لأنهما كنسبة ثلثة إلى سبعة . فبالمساواة يكون نسبة مربع خط ز د إلى ضرب قوس ب ج في خط ز د كنسبة تسعة إلى تسعة وثلث . ونسبة ضرب قوس ب ج في خط ز د إلى ضرب قوس ز ط في خط ز د كنسبة قوس ب ج إلى قوس ز ط لأن خط ز د ارتفاع مشترك لهما . ونسبة قوس ب ج إلى قوس ز ط كنسبة خط ب د إلى خط د ز لأن قوسي ب ج ز ط متشابهان و د مركز الدائرة . ونسبة خط ب د إلى خط د ز كنسبة اثنين إلى ثلثة فنسبة ضرب قوس ب ج في خط ز د إلى قوس ز ط في خط د ز كنسبة اثنين إلى ثلثة ، التي هي كنسبة تسعة وثلث إلى أربعة عشر . وبالمساواة أيضا يكون نسبة مربع خط ز د إلى ضرب خط ز د في قوس ز ط كنسبة خط ز د إلى قوس ز ط ، فنسبة خط د ز إلى قوس ز ط كنسبة تسعة إلى (D 199ᵛ) أربعة عشر . ونسبة ضعف قوس ز ط ، أعني قوس ح ز ط ، إلى ضعف د ز ، أعني إلى خط ح ط ، كنسبة (C 211ᵛ) تسعة إلى أربعة عشر . وخط ح ط قطر الدائرة وقوس ح ز ط قطر الدائـرة وقوس ح ز ط نصف محيطها فنسبة القطر إلى المحيط كله كنسبة تسعة إلى ثمنية وعشرين ، وهي كنسبة عدد إلى عدد . فحصل المحيط ثلثة أمثال القطر وتسع ، فلما حصل لنا ذلك نظرنا في رسالة أرشميدس التي يقول فيها إن محيط الدائرة أقل من ثلثة أمثال قطرها وعشرة أجزاء من سبعين جزءاً ، أعني السبع . وهذا موافق لقولنا غير مناقض له لأن التسع أقل من السبع لا محالة . ولكن قال فيها أيضاً إنه أعظم من ثلثة أمثال وعشرة أجزاء من واحد وسبعين جزءاً . وهذا ليس بموافق ، إلا أن يقول واحد وتسعين جزءا بدلا من واحد وسبعين ، حتى يكون موافقا ؛ وليس علينا أكثر من ذلك . ولا ظننا بواحد من القدماء إلا جميلاً حسناً ، فكيف بأرشميدس وهو (I 131ᵛ) الإمام في ذلك . وإن نشط الشيخ أن ينظر في برهان هذه

الأشكال التي قلت إنها مقدمات لهذا الشكل قبل اجتماعي معه يكتب بما يريد منها لأفرده من المقالة مع مقدماتها وأنفذه إليه . وأفتخر بنظره فيه غاية الفخر ، والله يعلم أن أكثر نظري في ذلك تقربا مني إليه . وعلى مقدار مطالعته إياي ورضاه مني يكون نشاطي في ذلك . وإن لم نتقرب بذلك إليه في عصرنا هذا فإلى من نتقرب ، وإن لم نفتخر به فبمَن نفتخر ؟ ومَن في زماننا هذا لنا ولأصحابنا الناظرين في هذا العلم غيره ومَن يعلم مقدار هذا العلم سواه ؟ والله يطيل بقاءه ويديم نعماه ولا أخلاني منه بمنّه ورحمته . (D 200r) رسالة الصابي إلى أبي سهل الكوهي يسأله النظر في شكوك عرضت له فيما استخرجه . كتابي . أطال الله بقاء الشيخ . عن سلامة والحمد لله رب العلمين . وكان كتاب الشيخ وصل منذ مدة مشتملا على الشكل الذي عمله في وجود خط مستقيم مساو لمحيط دائرة ووجود سطح مستقيم الخطوط مساو لسطح دائرة ، فجعل عنده موقفه . واستحسنت الطريق التي سلكها إلا أني شككت في المقدمة التي استعملها مسلمة ، من أن نسبة الأسطوانة المدورة إلى الأسطوانة المربعة معلومة . وأوجب عن ذلك أن نسبة قاعدتها ، وهي دائرة ، إلى قاعدتها ، وهي مربعة ، معلومة . ولعمري إن نسبة الأسطوانة إلى الاسطوانة كنسبة القاعدة إلى القاعدة إذا تساوى الارتفاعان ، ولكن يكون ذلك في أسطوانتين من جنس واحد ، أعني أن تكونا مدورتين أو مربعتين . فإن مدورة ومربعة ليس يعلم (C 212r) النسبة بينهما ، فإن كان عند الشيخ في هذا برهان قد تقدم أو أصل قد عمل عليه تفضل عليّ وأفادنيه . فإني معلق القلب بهذا الأمر جدا . إذ كان ، أيده الله ، يعلم أن قدماء المهندسين مضوا وفي قلوبهم حسرة من وجود ما وجده وغير منكر ، ومع فضله وعلو طبقته أن يجد ما لم يجدوا . ويعلق قلبي أيضا بمعرفة الأشياء التي استخرجها في مراكز الأثقال . ولا شك في أنها عجيبة ، لأن هذا العلم ، أعني مراكز الأثقال ، لم يقع إلينا فيه كتاب كامل ولا عمل شاف لأحد من المتقدمين ولا من المحدثين . وهو عندي بمنزلة الصناعة المفردة التي يحتاج أن يعمل لها كتاب أصول ولكن هو ذا أحب أن أقف على ما استخرجه (D 200v) أولا أولا ومقالة (I 132r) بعد مقالة ومرتبة بعد مرتبة ، حتى تحصل لي معرفة الأصول التي بني عليها فلا يبقى في نفسي موضع شك كما عرض لي في أمر النسبة بين الأسطوانة المدورة والأسطوانة المربعة . والشيخ ولي التفضل بذلك ، واسعا في المقالة الأولى ثم الثانية ثم الثالثة : أولا أولا إلى آخر الكتاب . وفكرت في المقدمة المستعملة في مراكز الأثقال ، أن نسبة الثقل إلى الثقل كنسبة البعد إلى البعد على التكافي ، فوجدتها محتاجة إلى شرط وتحديد بحسب الوضع

والشكل لأنها إن استعملت مطلقة عرض فيها مع الإطلاق ما يفسدها . مثال ذلك . إنا نضـــع سطحي ا ب ج د ج د ه ز متساويين قائمي الزوايا و ا ب أعظم من ا ه و ا ج مثل ج ه وضلع ج د مشترك بينهما ومركز ثقل سطح ا ب ج د نقطة ح ومركز ثقـــل ج د ه ز نقطة ط فإذا أردنا مركز ثقل مجموع هـــذين السطحين ، أعني سطح ا ب ه ز فإنا نصل بين نقطتي ح ط بخط مستقيم ، وهو خط ط ح ، ونقسمه بنصفين فتقع القسمة على نقطة ك التي هـــي على نصف خط ج د وتكون نقطة ك هي مركز الثقل لمجموع السطحين ، وذلك لأن في نسبة المساواة تكون قسمة المسافة بين المركزين على نصفها والمكافاة وغير المكافاة واحد . فإذا أقررنا سطح ا ب ج د على وضعه وأزلنا سطح ج د ه ز عـــن وضعه وجعلناه في موضع سطح ل م ن س على أن يكون خط ل ن مثل خط ج د وخط (D 201r) ل م مثل خط ج ه وخط ل ك مثل خط ك م ونقطة ع مركز ثقل سطح ل م ن س طلبنا مركز ثقـــل مجموع سطحي ا ب ج د ل م ن س . فواجب أن نمـــد خط ح ك ط إلى نقطة ع . (C 212v) ثم نقسم خط ح ع بنصفين على نقطة ف فتكون نقطة ف مركز ثقل مجموعهما على ماتوجبه المقدمة . وقد كانت نقطة ك مركز ثقل مجموعهما فقد اختلف المركزان مع اختلاف الوضعين مـــن حيث لم يتغير الثقلان عن حالهما في التساوي . فإن نحن أوجبنا أن يكون مركز ثقلهما النقطة الاولى ، وهي نقطة ك . فنقطة ك ليست على نصف مسافة ح ع ، وفي ذلك نقض للمقدمة . وإن أوجبنا أن يكون مركز ثقل مجموع سطحي ا ب ج د ل م ن س نقطـــة ف . التي هي نصف مسافـــة ح ع ، ثم تصورنا أنا جعلنا على نقطة ف علاقة ورفعنا بها مجموع السطحين ، لم يجز أن يوازيا ســـطح الأفق ، بل يكون الجانب الذي يلي خط ا ب أرجح مـــن الجانب الذي يلي خط ن س . والأشكال والأوضاع تختلف اختلافا كثيرا . فكيف السبيل إلى التحرر مـــن ذلك وهل يجوز استعمال هذه المقدمة على الإطلاق معما يعرض فيها من هذا الاختلاف يتفضل بتعريفي ما عنده في ذلك إن شاء الله . (I 132v) وورد علي من خبره في مصيره إلى واسط فانست أنسا شديدا وحدثت نفسي أنه يصير إلى بغداد فأسعد برؤيته ولقائه والاستفادة منه ومفاوضته هذه الاشياء وغيرها شفاها . فلما ورد العسكر المنصور سألت عنه أبا شجاع شهريار بن سرخان فعرفني رجوعه إلى البصرة وشرح لي مـــن أحواله وأحوال القاضي أبي علي ربناس بن برناس (D 201v) ماسكنت إليه ، إلا أن الوحشة لتأخر الاجتماع وتعذره مقيمة على حالها . والله يحرسهما في القرب والبعد برحمته . ولمـــا انتهيت من كتابي إلى هذا الموضع وصل كتابه مـــن جهة أبي المفضل

الأنصري وفهمته وسكنت إلى مادل عليه من سلامته وحمدت الله عليها وسألته إدامتها والزيادة فيها . وتصفحت ماذكر أنه استخرجه من وجود مركز ثقل المثلث ومجسمه ، وهو المخروط . ووجود مركز القطع المكافي ومجسمه . ووجود مركز نصف الدائرة ومجسمها ، وهو نصف الكرة . وأعجبت به جداً جداً وبما ظهر فيه من الأمر الذي كأنه طبيعي في لزوم ذلك التوالي والترتيب الذي شرحه وبينه . وتضاعف اغتباطي بالموهبة الجليلة فيه . فوالله ما رأى مثل نفسه ولا نطمع في أن نرى مثله وعزيز عليّ أن لا يوفيه الزمان وأهله حقه . ومن لي بأن يجمعني وإياه بلد واحد في البقية من عمري فأشغل زماني به وبالاستفادة منه ؟ ثم وقفت على الجملة التي ذكرها في وجود مركز ثقل (C 213r) قطعة من دائرة وفي البرهان على أن نسبة كل قوس إلى وترها كنسبة نصف قطر الدائرة التي هو فيها إلى الخط الذي بين مركز الدائرة ومركز ثقل تلك القوس ووجود النسبة بين قطر الدائرة وبين محيطها ، وأنها كنسبة عدد إلى عدد ، أعني نسبة تسعة إلى ثمنة وعشرين . وهذا عجيب جدا وأعجب منه الخلاف بينه وبين ما أورده أرشميدس . وقد ذكر أن لجميع ذلك أصولا ومقدمات قد بنا عليها . وبهذا السبب يتضاعف تعلق قلبي إلى أن أعرفها على تواليها وسياقتها حتى يحصل لي ما حصل له من اليقين وزوال الشكوك واعتراض الخصوم . (D 202r) وأرجو أن يتفضل ويسعفني بذلك أولاً أولاً فيتم به بفضله ويتكامل لي الفائدة منه . فإنه ، أيده الله ، يعلم أن هذه الأشياء جليلة عظيمة الخطر ، وإذا سمع المهندسون بها تحيروا وتشوقوا إلى معرفتها على حقائقها . وليس يحصل الثقة بها إلا مع سلامة المقدمات من الشكوك والاعتراضات ، فبهذا السبب سألته أن ينفذها التي على سياقتها من مبادئها إلى أواخرها . وعرضت لي ، أيده الله الشيخ ، مسئلة تنقسم إلى وجوه ، خرج له بعضها وبعضها لم يخرج . وقد أثبتّها ليتأملها ويعرفني كيف السبيل إلى استخراج باقي الوجوه ويفيدني ما عنده في ذلك . لا أعدمني الله بقاءه والاستفادة منه . دائرة $\overline{\text{ب ج}}$ مفروضة وخط $\overline{\text{اب}}$ مماس لها على $\overline{\text{ب}}$ وخط $\overline{\text{ب ج د}}$ قطرها ونقطة $\overline{\text{ه}}$ مركزها ، ونريد أن نجد خطا يماسها وينتهي إلى خطي $\overline{\text{اب}}$ $\overline{\text{ب د}}$ كخط $\overline{\text{ا ز د}}$ حتى يكون نسبة (I 133r) $\overline{\text{از}}$ إلى $\overline{\text{ز د}}$ كنسبة ما معلومة . تحليله . لأن نسبة $\overline{\text{از}}$ إلى $\overline{\text{ز د}}$ معلومة يكون على التركيب نسبة $\overline{\text{اد}}$ إلى $\overline{\text{د ز}}$ معلومة هي كنسبة ضرب $\overline{\text{اد}}$ في $\overline{\text{د ز}}$ إلى مربع $\overline{\text{ز د}}$. فنسبة ضرب $\overline{\text{اد}}$ في د ز إلى مربع $\overline{\text{ز د}}$ معلومة . ويصل $\overline{\text{ز ه}}$ فيكون زاوية $\overline{\text{ز}}$ قائمة وكذلك زاوية $\overline{\text{ب}}$ قائمة ، فنقط $\overline{\text{ا}}$ $\overline{\text{ز}}$ $\overline{\text{ه}}$ $\overline{\text{ب}}$ على محيط دائرة . فضرب $\overline{\text{ب د}}$ في $\overline{\text{د ه}}$ مثل ضرب $\overline{\text{اد}}$ في $\overline{\text{د ز}}$ ، فنسبة ضرب $\overline{\text{ب د}}$ في $\overline{\text{د ه}}$

إلى مربع زد معلومة . ومربع زد مثل ضرب ب د في دج فنسبة ضرب ب د في د ه إلى ضرب ب د في دج معلومة ، وهي كنسبة د ه إلى دج (D 202ᵛ) لأن ب د ارتفاع مشترك . فعلى التفصيل نسبة ه ج إلى ج د معلومة . و ه ج معلوم لأنه نصف القطر فخط ج د معلوم . (C 213ᵛ) فنقطة د معلومة فوضع خط د ز ا معلوم . ووجـــه آخر ألا يكون خط ب د قطرا للدائرة ، بل يكون وترا فيها ، يحيط مع خط ا ب المماس بزاوية معلومة وهي زاوية ا ب د ، ونريد أن تكون نسبة ا ز إلى ز د كنسبة معلومة . فعلى التحليل نسبة ا ز إلى ز د معلومة يكون إذا ركبنا نسبة د ا إلى ا ز معلومة . و ا ز مثل ا ب لأنهما مماسان ، فنسبة د ا إلى ا ب معلومة . وزاوية ا ب د معلومة فمثلث ا ب د معلوم الصورة . فزاوية د معلومة . ونخرج من ج خط ج ط على زاوية مساوية لزاوية د ، فيكون وضع خط ج ط معلوما . ونخرج مـــن مركز ه عموداً على خط ط ج ، وهو ه ح ، فيكون معلوم الوضـــع . وينتهي إلى نقطة ز فنقطة ز معلومـــة . وهـــذا البرهان أعم لأنه يقوم بالوجهين جميعا . ووجه ثالث ألا يكون خط ا ب مماساً للدائرة ، بل مفارقاً لهـــا ، ويكون خط ب د إما مارا بالمركز أو غير مار به ، الا أنه يحيط مع خط ا ب بزاوية معلومة ، وهي زاوية ب: كيف نجد الخط المماس وهو ا ز د ، على النسبة المعلومة . ووجه رابع أن يكون خط ا ب مقاطعاً للدائرة وخط ب د إما ماراً بالمركز أو غير مار بـــه ، الا أنه يحيط مع خط ا ب بزاوية معلومة ، وهي زاوية ب : كيف نجد الخط المماس، وهو خط ا ز د، على النسبة المعلومة . يتفضل بإرشادي إلى استخراج هذين (D 203ʳ) الوجهين ، فقد تعذرا عليّ إن شاء الله . تمت الرسالة والحمد لله رب العلمين . (I 133ᵛ)
جواب أبي سهل الكوهي عن كتاب أبي إسحق الصابي . وصل كتاب سيدي الشيخ الفاضل جوابا عن كتابيّ ، احدهما الذي كان فيه أول شكل من احدى مقالات مراكز الأثقال ، وذكر الأسطوانتين والدائرة والمربع ، والآخر الذي كان فيه ذكر وجود خواص أمور مراكز الأثقال ووصف الطريق إلى وجود نسبة القطر إلى المحيط . وسررت أولا لمـــا دل من خير سلامته وحمدت الله عليها وسألته إدامتها والزيادة فيها . وكان قد كتب فيه أنه شك في المقدمة التي استعملتها أنا مسلمة في أن نسبة الأسطوانة المدورة إلى الأسطوانة المربعة معلومة ، وأوجب عـــن ذلك أن نسبة قاعدتها ، وهي دائرة ، إلى قاعدتها ، وهي مربعة ، معلومة . وقال لعمري إن نسبة الأسطوانة إلى الأسطوانة كنسبة القاعدة إلى القاعدة إذا تساوى (C 214ʳ) الارتفاعان ، ولكن يكون ذلك في الأسطوانتين مـــن جنس واحد ، أعني أن تكونا مدورتين أو مربعتين . فأما مدورة

ومربعة فليس يعلم النسبة بينهما وفهمت ذلك ووقفت عليه وعلمت أن الشك في موضعه أحسن من اليقين في غير موضعه . ورجعت إلى ذلك الشكل الذي كتبته إلى الشيخ ونظرت فيه ولم يكن فيه ذكر المعلوم البتة على وجه مـن الوجوه . وما قلت فيه إن بين الأسطوانة المدورة وبين الأسطوانة المربعة نسبة معلومة ، ولا بين الدائرة والمربعة . ولم أقل شيئا ليس بي حاجة إليه . وأنا مستغن عـن ذكر فيه ، مع أني لو قلته لكان جائزاً عند أصحابنا، لأنا نقول لمقدار ما إنه معلوم إذا أمكن أن نجد مساويا له وللمقدارين (D 203v) إن نسبة أحدهما إلى الآخر معلومة إذا كنا نقدر أن نجد مقدارين على نسبتهما ، خطين كانا أو سطحين ، وإن كنا لانعلم أن احدهما أعظم أو أصغر أو مساو للآخر ، إذ لسنا نريد بهذا الوجه من المعلوم كمية شيء ، ولا بالنسبة المعلومة كمية مقدار أحدهما من الآخر ، كما يريد بالنسبة المعلومة أصحاب الجبر والمقابلة في العدد والحساب والمنجمون في الأوتار والجيوب كمية أحدهما مـن الآخر . والنسبة التي يزعمون بين الدائرة والمربع أنها ليست بمعلومة أو معلومة يريدون بالمعلوم مـن وجه الكم فقط . لأنهم يزعمون أنه لاتقع بين الدائرة وبين المربع مساواة ولا نسبة لأنهما ليسا من جنس واحد بزعمهم . وإذا قلنا لهم لمَ لا يجوز أن تكون بينهما نسبة كما كانت بين السطح الكري وبين السطح الأسطواني وبين السطح المخروطي وبين السطح المستوي نسبة المثل وغيرها ، كما برهن أرشميدس ذلك في كتاب الكرة والأسطوانة ، والمباينة بين هذه السطوح أكبر لا محالة من المباينة بين السطحين المستويين أحدهما مربع والآخر دائرة . وإن كان مع هذا ليس المربع من جنس الدائرة بزعمكم فواجب أن لايكون واحد من هذه السطوح التي ذكرناها من جنس الآخر ، ولا تقع بينها مناسبة . ومع هذا (I 134r) بينهما مناسبة ومساواة ، وقد برهن أرشميدس ذلك ، فلم لا يجوز أن يكون بين الدائرة وبين المربع مثل ذلك مع أنهما ليسا من جنس واحد بزعمكم ، ونريد نحن بالنسبة المعلومة نسبة الكم . فلا يريدون في قولهم على أنه ليس بينهما نسبة لأنهما ليسا من جنس واحد ، ولو كانت لوجدت كأنهم لم يقفوا على كلامنا ، أو يشكون في برهان أرشميدس أو يقع لهم أن كل نسبة تكون بين المقدارين (C 214v ; D 204r) توجد . وإن يقع لهم ذلك فهيهات . فظاهر بيّن أنهم يريدون بقولهم نسبة المربع إلى الدائرة إنها ليست بمعلومة نسبة الكم ، لانسبة الوجود كمـا قلنا . وأما نسبة الوجود على الوجه الذي نستعملها نحن كيف ليست بمعلومة بين الدائرة وبين المربع وكل واحد منهما معلوم ؟ وإذا كان مقداران معلومان فإن نسبة أحدهما إلى الآخر معلومة عندنا ، كمـا برهن اقليدس

على ذلك في الشكل الأول من كتاب المعطيات . وكيف ليست بمعلومة ونقدر أن نجد دائرة مساوية لدائرة ومربعا مساويا لمربع ، حتى إذا بدلنا تكون نسبة الدائرة إلى المربع كنسبة الدائرة التي وجدناها إلى المربع الذي وجدناه . وكل مقدارين يوجد مقداران على نسبتهما ، فنسبة أحدهما إلى الآخر تكون معلومة ، كما ذكر اقليدس ذلك أيضاً . وهذا الوجه من المعلوم ليس من وجه الكم فلهذا وتر درجة واحدة ، أعني جزءا واحدا من ثلثمائة وستين جزءاً من الدائرة معلوم عند من يقسم الزاوية بثلثة أقسام متساوية ، لأنه يجده وكل مايقدر أن يجده معلوم عندنا . وذلك الوتر بعينه ليس بمعلوم عند بطلميوس والمنجمين . لأنهم يريدون بالمعلوم كمية من القطر . فإذا وجدنا شيئا واحدا بعينه معلوما عند قوم على وجه ، وغير معلوم عند آخرين بوجه آخر ، فقد علمنا أن المعلوم من وجهين ، وكذلك النسبة المعلومة . وأبين من هذا أنه لو كان خط مستقيم ، مفروض عليه نقطة ما كيف وقعت ، فنسبة كل واحد من القسمين إلى الآخر معلومة عندنا ؛ لأن كل واحد منهما معلوم . وإن لم ندر أن أحدهما من الآخر هل هو أعظم أو أصغر أو مساو . وليس مثل هذا عندهم بمعلوم ، لأنهم يريدون بالمعلوم كمية الشيء ، وبالنسبة المعلومة كمية أحدهما من الآخر كما قلنا . فإذا كان الأمر كذلك فبيّن (D 204ᵛ) أنه لو قلت إن نسبة الأسطوانة المدورة إلى الأسطوانة المربعة معلومة بهذا الوجه ، أو نسبة الدائرة إلى المربع معلومة لكان جائزا . ولكني تجنبت ذلك القول حتى لاتقع شبهة ولا إشكال من جهة المعلوم الذي له وجهان ، كأني فطنت لما يخطر ببال قوم من هذا . وما استعملت ذلك لأنه لم يكن بي حاجة إلى استعماله في البرهان الذي يقوم على الخط المستقيم أنه يكون مساوياً للخط المقوس ، وسطح الدائرة لسطح المربع . وإذا كان الأمر كذلك فينبغي أن يتفضل الشيخ وينظر في ذلك الشكل دفعة أخرى ويتأمله أكثر ، لأني أتعجب من قوم يزعمون أن سطح الدائرة (C 215ʳ) لايجوز أن يكون مساويا لسطح المربع ولا بينهما نسبة ، ويقولون لأن محيط (I 134ᵛ) الدائرة مقوس ، وليس هو من جنس محيط المربع ، وخاصة ممن يعرف أمور الأشكال الهندسية لأن محيط القطع المكافي أبعد من خط مستقيم من محيط الدائرة منه لانطباق أجزاء محيط الدائرة بعضها على بعض . وليس لمحيط القطع المكافي شيء من ذلك . وهذا الحال زيادة في مباينة محيط القطع المكافي مع الخط المستقيم من محيط الدائرة معه . فبالأولى أن لايكون القطع المكافي من جنس المربع عنده فلا يكونان متساويين ؛ ومع هذا وجدنا قطعا مكافيا مساويا لمربع ببرهان حقيقي ، أولا من ذكر أرشميدس في صدر كتاب الكرة

والأسطوانة بأنه كان وجده ، وبعد ذلك ببرهان ثابت بن قرة وبرهان ابراهيم بن سنان وبرهان أبي سعد بن سهل وغيرهم مـن أصحاب التعاليم ، الذين اعتمادهم على البراهين الحقيقية . وليس الخلاف في هذا بين القوم الذين يعرفون أمور الأشكال الهندسية ولهذا قلت (D 205ʳ) أعجب ممن يعرف أمور الأشكال الهندسية . وأما ممن لايعرف شيئا من ذلك فليس بعجب ، ولكن تعجبي مـن حكمهم على الأشياء لخلاف ما يدل عليه البرهان الهندسي ، لأني رأيت منهم قوماً يحكمون على أشكال أرشميدس وأشـكال أبلونيوس وعلى ماينتج منهما بغير معرفة منهم بتلك الأشكال . وأما قولي إن نسبة الأسطوانة المدورة إلى الأسطوانة المربعة هي كنسبة القاعدة إلى القاعدة إذا كان ارتفاعهما سوا ، وإنما قلت هذا بلا شرح لأن هذا كان عندي أظهر مـن أن يحتاج إلى شرح . وبرهان ذالك أن ما أردنا بكل صنف من الأسـطوانة ليس إلا مجسـم يكون مـن ضرب قاعدتها في ارتفاعها ، فلهذا لو كان شكلان مسطحان مستويان ، بأي صورة كانا ، وإن لم تكن نسبة أحدهما إلى الآخر معلومة على وجه من الوجوه ، إذا جعلنا لهما خطا ما مستقيما ارتفاعا مشتركا ، كما نجعل ذلك بين الخطين دائماً تكون نسبة ضرب أحدهما في ذلك الخط ، أعني إحدى الأسطوانتين إلى ضرب الشكل الآخر في ذلك الخط بعينه ، أعني الأسطوانة الأخرى ، كنسبة أحد الشكلين إلى الآخر فلا نراعي قاعدتيهما بأي شكل كانا بعد أن يكونا مستويين كمـا لانراعي قاعدتي سطحين متوازيي الأضلاع إذا كان ارتفاعهما سوا حال نسبتهما ، أمجهولتين كانا أم معلومتين كانا أم أصمّين أم أحدهما أصم والآخر منطق أو كان (C 215ᵛ) أبعد من ذلك بعد أن يكونا مستقيمين كمـا كانا ذلك مستويين . والشيخ ، كمـا لايشك في ذلك في أخذ الارتفاع المشترك بين الخطين المستقيمين بأنه صحيح كانت حال النسبة بينهما مجهولة أو مبهمة أو معلومة ، فينبغي أن لا يشك في أخذ الارتفاع المشترك بين السطحين المستويين ، إذا كان (D 205ᵛ) أحدهما دائرة والآخر مربعا بأنه صحيح ، لأن حال النسبة بينهما ليست أكبر مـن أن تكون مجهولة أو مبهمة . وإن شك في هذا فليشك في ذلك ، لأنه لا فرق بينهما من هذا الوجه ، أو يرجع إلى كتاب أقليدس وينظر في برهانه الذي قام على أن نسبة الأسطوانتين المدورتين إحداهما إلى الأخرى كنسبة القاعدة إلى القاعدة . وكذلك نسبة الأسطوانتين المربعتين هل ذلك البرهان يقوم على الأسطوانتين إذا كانت إحداهما مدورة والأخرى مربعة أم لا . ولو نظر (I 135ʳ) الشيخ في ذلك وتأمله لوجد الأمر كمـا قلته لأن برهان اقليدس في ذلك يرجع إلى أخذ الاضعاف الأول والثالث المتساوي المرات مـع

الثاني والرابع . وهو كبرهانه في السطوح المتوازية الأضلاع والمثلثات على أن نسبة بعضها إلى بعض كنسبة قاعدة بعضها إلى بعض على النسق . لأن اقليدس يقول إن نسبة الأسطوانة إلى الأسطوانة مؤلفة مـــن نسبة القاعدة إلى القاعدة ومن نسبة الارتفاع إلى الارتفاع مطلقا . فإذا كانت نسبة الارتفاع إلى الارتفاع نسبة المثل فإذا ألقينا تلك النسبة بقيت نسبة الأسطوانة إلى الأسطوانة كنسبة القاعدة إلى القاعدة بأي شكل كانتا ، دائرتين أو مربعتين أو إحداهما دائرة والأخرى مربعة أو غير ذلك مـــن الأشكال . فإن قال الشيخ إن الأمر ليس كذلك لأنـــه لو كان كمـــا نقوله لذكر اقليدس ذلك في كتابه مشروحا ، فإذا لم يقل اقليدس مـــن ذلك شيئا علمنا أن الأمر على خلاف ذلك . فنقول في جواب ذلك إن اقليدس ربما حذف شرح مثل هذا لاستغنائه عنه في مقصده ، وان ساغ ذلك في البرهان كالشكل الأول مـــن المقالة العاشرة الذي برهن فيه على أنه إذا فصل من أعظم المقدارين أكبر مـــن نصفه ومن الباقي أكبر من نصفه ومن الباقي أكبر مـــن نصفه (D 206r) وفعـــل ذلك دائما فإنه سينتهي إلى مقدار أقـــل من المقدار الأصغر . وهذا البرهان بعينه يسوغ في أنه لو فصل مـــن أعظم المقدارين نصفه ومن الباقي نصفه وكذلك دائما أنه ينتهي إلى مقدار أقل مـــن المقدار الأصغر . ولم يذكر ذلك لاستغنائه عنه في مقصده ، والشيخ يعلم ذلك . فإن قال بعد ذلك دع هذا كله وهات البرهان على أن نسبة الأسطوانة المدورة (C 216r) إلى الأسطوانة المربعة كنسبة القاعدة إلى القاعدة فأقول سمعا وطاعة . البرهان على ذلك أنه إن لم تكن نسبة الأسطوانة المربعة التي قاعدتها مربع ا وراتفاعها خط بَ إلى الأسطوانة المدورة التي قاعدتها دائرة جَ وارتفاعها خط بَ بعينه كنسبة مربع آ إلى دائرة جَ فلتكن نسبة الأسطوانة المربعة إلى الأسطوانة المدورة كنسبة مربع آ إلى سطح آخر ، ولتكن دَ . وسطح دَ أعظم أو أصغر مـــن دائرة جَ ، وليكن أولا أصغر من دائرة جَ ، إن أمكن ذلك . فيقع في دائرة جَ شكل كثير الأضلاع متساويها أعظم مـــن سطح دَ كمـــا برهن أرشميدس ذلك . وليكن شكل هزحطك . فنسبة مربع آ إلى سطح دَ أعظم من نسبته إلى شكل هزحطك لأن سطح دَ أصغر من الشكل الذي في دائرة جَ . ونسبة مربع آ إلى شكل هزحطك هي كنسبة الأسطوانة التي قاعدتها مربع آ وارتفاعها خط بَ إلى الأسطوانة التي قاعدتها شكل هزحطك وارتفاعها خط بَ لأن قاعدتيهما مستقيمتا (D 206v) الخطوط ولا خلاف فيه لأن اقليدس برهن ذلك . فنسبة مربع آ إلى سطح دَ ، التي هي كنسبة الأسطوانة التي قاعدتها مربع آ وارتفاعها بَ إلى الأسطوانة التي قاعدتها دائرة جَ وارتفاعها بَ ،

أعظم مـــن نسبة الأسطوانة التي قاعدتها مربع آ وارتفاعها خط بَ إلى الأسطوانة التي قاعدتها الشكل الذي في الدائرة وارتفاعها بَ . فالأسطوانة التي قاعدتها الشكل الذي في تلك الدائرة وارتفاعها خط بَ أعظم مـــن الأسطوانة التي قاعدتها دائرة جَ وارتفاعها بَ . وهذا محال لايمكن لأن الكل لا يكون أصغر مـــن الجزء . وإن كان سطح دَ أعظم مـــن دائرة جَ فيقع الشكل الكثير الأضلاع (I 135ᵛ) على الدائرة أصغر مـــن سطح دَ ، كمـــا برهن أرشميدس . وبهذا التدبير يقع أن الأسطوانة التي قاعدتها دائرة جَ وارتفاعها خط بَ أعظم مـــن الأسطوانة التي قاعدتها الشكل الذي على الدائرة وارتفاعها بَ . وهذا محال لايمكن أيضا ، لأن الجزء لايكون أعظم من الكل . فإذا كانت نسبة الأسطوانة المربعة إلى الأسطوانة المدورة ليست كنسبة قاعدتها إلى سطح أعظم أو أصغر من الدائرة التي هي قاعدة الأسطوانة الأخرى فهي كنسبة المربع إلى الدائرة . فنسبة الأسطوانة التي قاعدتها مربع إلى الأسطوانة التي قاعدتها دائرة كنسبة المربع إلى الدائرة إذا كان ارتفاعهما سوا . وذلك ما أردنا أن نبين . (C 216ᵛ) وبعد ذلك ذكر سيدي الشيخ أنه فكر في المقدمة المستعملة في مراكز الأثقال في أن نسبة الثقل إلى الثقل كنسبة البعد إلى البعد على المكافاة ، وأنه وجدها محتاجة إلى شرط وتحديد بحسب الوضع والشكل لأنهما إن استعملت مطلقة عرضها مع الاطلاق ما يفسدها . وعمل في مثال ذلك سطحاً متوازي الأضلاع فوقفت عليه وعلى مراده . ولعمري (D 207ʳ) إن نسبة الثقل إلى الثقل كنسبة البعد إلى البعد على المكافاة كانت مقدمة للأوائل وكانت كواحدة مـــن العلوم الضرورية عندهم وعند الذين ينظرون في علم مراكز الأثقال كأرشميدس واقليدس وغيرهما مـــن أصحاب التعاليم حتى انتهى إلى ثابت بن قرة وإلى زماننا هذا . ولم يشكوا فيها ، ولسنا ندري هل كانت صحة ذلك عندهم بالتجربة ومأخوذة مـــن الحس ، كمـــا ظن أبو سعد العلا بن سهل ذلك ، أو كان عليها برهان ؛ ولكن كان قد درس مع طول الزمان ، كمـــا ظن قوم آخرون . فالمقدمة التي على هذا الوصف وعلى هذه الرتبة عندهم ثم قد قام عليها الآن البرهان كيف يجوز أن تفسدها التجربة ، كما ظن سيدي الشيخ ذلك في أمر سطحي ابجد لمنس المتوازيي الأضلاع المتساويين ، كما رسمه . وقال إنه إذا وجب من هذه المقدمة أن مركز ثقل سطحي ابجد لمنس جميعا في داخل سطح لمنس ، كنقطة فَ ، ولو جعلنا على نقطة فَ علاقة ورفعنا بها مجموع السطحين لم يقف موازيا لسطح الأفق ، ولكن يرجع إلى جهة اب . وظن ذلك لأن السطح الذي من جهة اب رآه أنه أكبر من السطح الذي من جهة من ،

ويقع له لأجل ذلك أن الذي توجبه المقدمة بأن يكون السطح موازيا للأفق ولايرجح إلى إحدى الجهتين فيكون خلاف ماترجبه التجربة . ولعمري (I 136r) إنه لو كانت التجربة توافق الظن لكانت المقدمة فاسدة ولكانت تحتاج إلى شرط وتحديد . ولكن ليس الأمر كذلك ، (D 207v) لأنه لو جعل ذلك على غاية الاستقصاء وجرب على حسب الطاقة لوجد التجربة موافقة لهذه المقدمة ومخالفة للظن الذي وقع له أن السطح من موضع العلاقة إلى جانب اب ينبغي أن يرجح . ودليل على ذلك . مركز ثقل مثلث ابج المتساوي الأضلاع الذي لاشك أنه وسطه ، وليكن د ، و ه في الموضع الذي تكون نسبة خط ده إلى خط دا كنسبة واحد إلى اثنين . وهذا بين . فإذا ركبنا تكون نسبة خط اه إلى اد كنسبة ثلثة إلى اثنين . فنسبة مربع خط (C 217r) ها إلى مربع خط اد كنسبة تسعة إلى أربعة . ولكن نسبة مربع ها إلى مربع اد كنسبة مثلث ابج إلى مثلث ازح إذا كان خط زح موازيا لخط بج ، لأن مثلثي ابج ازح يكونان متشابهين . فنسبة مثلث ابج إلى مثلث ازح هي كنسبة تسعة إلى أربعة وإذا فصلنا تكون نسبة منحرف زبجح إلى مثلث ازح كنسبة خمسة إلى أربعة فليس هما بمتساويين . بل سطح زبجح المنحرف أكبر . ومع هذا مركز ثقل مجموعهما د وهو موضع العلاقة لا محالة لأن مثلث ابج هو متساوي الأضلاع . ولو ظن ظان أنه إذا كان موضع العلاقة على نقطة د يرجح إلى جهة بج لأن السطح الذي مـن جهة بج أكبر ، أعني المنحرف ، لكان ظناً غلطاً . وذلك ما أردنا أن نبين . وأبين من ذلك أنه لو تأمل متأمل خشبة على رأسها حديد كالطبرزين مثلا ، وهو واقف موازيا للأفق ، فعلاقة مايرى أن مـن جهة الحديد ، ربما يكون قريب رطل ، ومن جهة أخرى دون أوقية . يعلم أن التجربة تكون مخالفة للظن ، (D 208r) ولا يقع له في أشياء أخر أن موضع العلاقة إلى جهة الأكبر يجب أن يكون أرجح . ويتيقن أن التجربة في الرؤية تكون موافقة للمقدمة دون الظن . فإذا كان الأمر كذلك فقد صح أن تلك المقدمـة التي يستعملها القـدماء في مراكز الأثقال ليس تحتاج إلى شرط وتحديد بحسب الوضع لأن كل ثقلين أبدا بأي وضع كانا فتكون نسبة الثقل إلى الثقل مكافياً مع نسبة البعد إلى البعد في مراكز الأثقال الثلثة ، أعني مركز ثقل مجموعهما ومركز ثقل كل واحد منهما . ومع استغنائه عـن الشرط والتحديد فليس بمستغن عن الشرح قليلا ، وقد شرحت في مراكز الأثقال وبرهنت عليه . وأما إشارته (I 136v) إلى أن هـذه المقدمة مسلمة ، إن كان يريد بذلك أنها كانت مسلمة للقدماء الذين كانوا قبلنا وينظرون في هذا العلم ، فجائز . وإن كان يريد أنها مسلمة لنا ، فلا ، لأنا برهنا

عليها ، وخرجت ببرهاننا مـــن المقدمات ، ضرورية كانت أو غير ضرورية ، وحصلت في جملة الأشكال الهندسية ، كالحكم بأن الضلعين مـــن المثلث أطول من الضلع الباقي كانت مقدمـــة ضرورية عند أرشميدس لأن العلم بأن أصغر الخطوط الواصلة مابين نقطتين هو الخط المستقيم كان ضروريا عنده وإلى زمان اقليدس . فلما برهن اقليدس عليه خرجت مـــن جملة المقدمات وحصلت في الأشكال الهندسية ، فلهذا لم تكن مقدمة مسلمة (C 217ᵛ) لاقليدس ولا للقوم الذين كانوا بعده الذين ينظرون في برهانه ، وإن كانت مسلمة لمن كان قبله . وكذلك نسبة الثقل إلى الثقل كمـــا وصفنا ليست مقدمة لنا ولا للقوم الذين يجيئون بعدنا وينظرون في البرهان الذي عليها ، وإن كانت مقدمة لمن كان قبلنا ، مـــن أجل (D 208ᵛ) أنه لم يكن عليها البرهان كمـــا علمنا . وإذا وجدنا البرهان عليها خرجت مـــن حيز المقدمات وحصلت في حيز الأشكال . وإذا كان الأمر كذلك فليس هاهنا مقدمة مسلمة على وجه مـــن الوجوه ولا في موضع آخر البتة . وما فرضنا قط مقدمة في شيء لأنفسنا ، وكيف يكون ذلك وعلمنا أوسع مـــن أن يكون محتاجا إلى مقدمة مسلمة ، وليس هذا مـــن عادتنا ولا عادة أحد من أصحابنا . وكيف يجوز ذلك عندنا والمقدمة المسلمة ربما تكون فاسدة ، وكلما ينتج من الفاسد يكون فاسدا . وكيف نعتمد على مقدمة هذه حالها عندنا ، ومتى كان ذلك ، وأين وُجد ، وأي موضع ، وفي أي شكل ؟ وكيف نستعمل مقدمة مسلمة في علومنا البرهانية وعندنا أن ماننتج مـــن مائة مقدمة تسعة وتسعين منها ضروريات كضروريات اقليدس وواحدة منها مسلمة ، تكون النتيجة تابعة لتلك الواحدة دون التسعة والتسعين . فكيف نستعمل نحن شيا وهو عندنا على هذا الوصف مـــن الفساد ، كأنه ليس تكفينا في علمنا المقدمات الضروريات لاقليدس ونريد أكثر منها وممـــا ينتج منها . لا ، ليس شيء مـــن ذلك ، ولا في علومنا مستعملة مقدمة مسلمة . وإن أراد بالمقدمة تلك الضروريات بعينها ، كمـــا يريد به قوم ، فهذا حديث بيننا وبينهم . وأما المقدمات التي ذكرتها في كتابي وقلت أنها يرجع إليها وجود مركز ثقل قطعة الكرة والدائرة والخط المقوس ، وأن الخط المقوس مساو لخط مستقيم ، وما أشبه ذلك ، فما أردت بالمقدمات ما يحتاج إلى تسليمها كمـــا ظن سيدي الشيخ . ولكني أردت ما يريده أصحابنا ، وهم يريدون بالمقدمات الأشكال التي يرجع إليها ذلك الشيء المقصود . ألا ترى أنهم يقولون أن ابراهيم (D 209ʳ) ابن سنان استخرج مساحة القطع المكافي بلا مقدمة يعنون أنه بلا شكل آخر يرجع إليه ، وأن ثابت بن قرة استخرج ذلك بكذى وكذا مقدمة ويريدون تلك

الأشكال التي يرجع إليها ذلك الشيء المقصود . وبطلميوس يقول في كتاب المجسطي إن أبلونيوس جعل لهذا مقدمة ويريد بها الشكل الذي (I 137r) جعل قبل الشكل الذي يعرف به الحال بين رجوع الكواكب واستقامتها . وأمثال ذلك كثيرة . فظاهر أنهم لا يريدون (C 218r) بالمقدمات إلا نفس الأشكال التي يرجع إليها ذلك الشكل ، لا كما ظن الشيخ . وكذلك كان مرادي بالمقدمات التي كاتبته بها ، وما خطر ببالي غير ذلك . فلهذا تحيرت لما رأيت في كتابه ذكر المقدمة المسلمة التي لم يكن اعتماد أصحابنا عليها ولا اعتمادنا ، ولا هي مستعملة في علومنا كما هي مستعملة في علم غيرنا . فإذا كان الأمر كذلك فالظن بالمقدمة المسلمة أن تكون في علم غيرنا أولى من أن تكون في علمنا ، وهي البرهانية . وأما مراكز الأثقال للأشكال الستة التي كتبت بها إلى سيدي الشيخ وقلت إنها اتفقت على ترتيب عجيب من النسبة العددية وجعلت لها مثالا ونسبتها إلى نظم أفعال الباري ، عز وجل ، وقال سيدي إنه إن كان كذلك فهو نظم حسن كأنه أمر طبيعي فوجدناها كلها ببرهان هندسي ، إلا أن مراكز الأثقال الخمسة منها بعد وجودها وجدنا وقوعها على ذلك الترتيب الذي كتبت إليه ببرهان هندسي ، وواحد منها ، وهو نصف الدائرة ، بعد وجود مركز ثقلها ببرهان هندسي جهدنا أن نقف هل وقوع مركز ثقلها في القطر على تلك النقطة التي دل عليها ذلك النظم والترتيب أم لا . فلا يقيم عليه البرهان كما قام على ترتيب الخمسة أنها على تلك النسبة إلى هذه الغاية ، (D 209v) إلا أن في غالب الظن ومثل اليقين أن ذلك الواحد أيضاً بذلك الترتيب أولى من أن يكون خارجا عنها من قبل النظم والأمر الطبيعي . وإن يعدد البرهان عليه إلى هذه الغاية ليس إلا لبعده وغموضه عن معرفتنا ، ونسبنا ذلك إلى عجزنا في هذه الصنعة واحتياجنا إلى قوة أكبر من ذلك لنقف على برهان ذلك كما وقفنا على أمور الخمسة على أن نسبة القطر إلى المحيط كنسبة خط مستقيم إلى خط مستقيم ، أو كنسبة عدد إلى عدد مطلقاً . أما أن هذه النسبة كنسبة تسعة إلى ثمنية وعشرين فهي نتيجة من شيئين ، أحدهما شكل هندسي لاشك فيه والآخر ذلك النظم والترتيب والأمر الطبيعي الذي ليس يقيننا عليه كيقيننا على برهان هندسي . فلهذا قلنا إن نسبة القطر إلى المحيط كنسبة خط مستقيم إلى خط أو كعدد إلى عدد مطلقا ببرهان هندسي لنقف كيف يقيننا عليه . أما أن هذه النسبة كنسبة تسعة إلى ثمنية وعشرين فهي موقوفة حتى يقوم البرهان الهندسي على صحة هذا الذي دليله النظم والأمر الطبيعي أو على فساده أو فساد نتيجته ، أعني أن نسبته هي كنسبة تسعة إلى ثمنية وعشرين . وأن يقوم البرهان على فساد (C 218v)

نتيجته يكون عجبا لكون البرهان على فساد ذلك النظم والترتيب ولكون هذا الواحد خارجا عن الترتيب الخمسة الذي قام البرهان عليه وكأنها نظم طبيعي . وأعجب من ذلك أن يكون فيه فساد مذهب القوم الذين يقينهم ببعض الأشياء من قبل الأمر الطبيعي دون البرهان الهندسي . ويتضح عنده عذري في تعذر البرهان عليه إلى هذه الغاية لأنه يكون دليلا على أنه لم يكن ذلك (D 210r) من قبل عجزي عنه ، لكن الشيء (I 137v) في نفسه كان غير صحيح غير موجود ، فلهذا قلنا إنه نتيجة موقوفة . وكنا قد كتبنا قبل ذلك إليه أنه كيف تكون الطريق إلى وجود نسبة القطر إلى المحيط ، وقلت إنها ليست من جملة أشكال مراكز الأثقال التي كلها ببرهان هندسي لنقف عليها ونطالب بما تجب المطالبة عليها في صحة مقدماتها . أعني بالمقدمات الأشكال التي ترجع إليها . وبعد ذلك كتب الشيخ أن نسبة قطر الدائرة إلى محيطها إن كانت كنسبة عدد إلى عدد ، وخاصة كنسبة تسعة إلى ثمنية وعشرين ، عجب . وقال أعجب من ذلك الخلاف بينه وبين ما أورده أرشميدس . فهمت ذلك وليس الأمر كما ظن ، ولا بين أحد من أصحابنا وبين أرشميدس كان الخلاف قط ، ولايجوز أن يكون ذلك لأن الخلاف بين العلماء في الأشياء التي معرفتهم بها تكون بالرأي والمذهب وغالب الظن ، كما كان بين أرسطاطلس وبين جالينوس وبين غيرهما من الطبيعيين في أمور النفس وأحوال القوى وما أشبه ذلك . وأما الأشياء التي ترجع إلى الهندسة والحساب يسمون غلطاً ممن يكون غلط ، وسهواً ممن يقع له سهو ، لعلمهم بزوال الخلاف عنه سريعا إذا نظروا فيه . والغلط في الحساب إذا وقع ليس بغريب ولا دليل على نقص صاحبه . ألا ترى أن بطلميوس ، مع إقراره بفضل ابرخس وتقدمه وتحصيله وإنصافه وإيثاره الحق ، يقول في كتابه المجسطي إنه قد وقع في حساب ابرخس غلط وليس يريد بذلك نقصه ، وكيف يريد نقصه وهو أفضل الناس عنده . وكذلك حساب نسبة القطر إلى المحيط لأرشميدس وهذا الحساب ، مع أنه لم يتبين لنا أنه (D 210v) قد غلط ، في ظني أنه منسوب إلى أرشميدس وليس يليق به ، حتى لو قلنا إنه ليس له لكان أولى ويكون إلى المدح أقرب من قولنا إنه له ، لأن ليس الرأي رأيه ولا القصد قصده . ولا لأرشميدس شيء من الأشياء قصده من هذا الجنس البتة : لا في الكرة والأسطوانة ولا في المأخوذات ، ولا في كتب أخر له . ولا رأينا ذكر هذا في موضع من كتبه ، كذكر مساحة (C 219r) القطع المكافي في صدر كتاب الكرة والأسطوانة مع ذكر بعض استخراجات له . ولا استعمل ذلك في شكل من أشكاله لأن ذلك

الطريق ظاهر بأنه لايودي إلى الحقيقة قط . بل يكون بتقريب ، وقصده أبدا في الوجود إدراك الأشياء بالحقيقة لا بالتقريب ، كوجود النسبة بين المربع وبين القطع المكافي وبين الدائرة والسطح الكري وبين الكرة والأسطوانة والمخروط وما أشبه ذلك ، وجودا حقيقيا لا بالتقريب . وهذا الحساب ، مع أنه لايجوز أن يكون حقيقيا قط ، ليس هو عمل دقيق أيضا ، لأن حاسبه لم يرجع في طلبه من الأوتار إلى أدق من وتر أربع درجات إلا ربع ، وهذا جليل جداً بالقياس إلى العمل الذي في المجسطي لأن بطلميوس يرجع إلى وتر قريب من نصف درجة ، وهو أدق من هذا بكثير . ولهذا قلت إن هذا منسوب إلى أرشميدس وهذا الحساب كما ليس عندي من عمل أرشميدس . فليس هو من عمل الحذاق من الحسّاب والمنجمين أيضا ، حتى لو نسبنا هذا الاستخراج إلى واحد من أصحابنا لايرضى به فضلا عن افتخاره به ، لأن هذا كعمل (I 138ʳ) مَن يطلب مساحة القطع المكافي من جميع المثلثات التي تقع فيه المعمولة على أقطاره بجمع ربع وربع الربع . مثال ذلك (D 211ʳ) أن المثلث الذي على قطر القطع المكافي أولاً $\overline{ا ب ج}$ وبعده مثلثي $\overline{ا د ب}$ $\overline{ب ه ج}$ وهما ربع مثلث $\overline{ا ب ج}$ أيضا . وكذلك المثلثات التي بعد ذلك وإنما تكون ربع الربع ، وبرهنوا على ذلك . وكل مَن يجمع الأرباع أكثر ، أعني المثلثات التي تقع في القطع المكافي على ما وصفنا ، يكون أدق وإلى مساحة القطع المكافي يكون أقرب . ولكن شتان بين هذه الطريق في المساحة وبين طريق أرشميدس وثابت وإبراهيم بن سنان ، الذي ظهر بها أن قطعتي $\overline{ا ب د}$ $\overline{ب ج ه}$ ثلث مثلث $\overline{ا ب ج}$ بالحقيقة دون التقريب . وبطريق جمع المثلثات بالحساب لايجوز أن يودي إلى حق قط ، لأن المثلثات تقع إلى ما لا نهاية ، ولا يكون بين الطريق الذي لايكون إلا بالتقريب ، ولا يطمع منه أن يكون بالحقيقة قط ، وبين الطريق الذي لا يكون إلا بالحقيقة ، ولايجوز أن يكون بالتقريب البتة ، قياس . ومع هذا لو رأيت طريقا إلى مساحة القطع المكافي بجمع المثلثات ، كما قلنا ، أعني بجمع الربع وربع الربع ، وهو مكتوب أن هذا لإبراهيم بن سنان ، دون ثابت وأرشميدس ، وهو في غاية الدقة ، لقلت إن هذا ليس له وهو منسوب إليه . (C 219ᵛ) وإبراهيم أجل من أن يطلب شيئا بهذا الطريق ، فكيف أرشميدس . وكذلك ظني في وجود نسبة القطر إلى المحيط بذلك الطريق أنه ليس لأرشميدس ، وهو منسوب إليه . وأرشميدس أجل من أن يطلب مساحة محيط الدائرة بهذا الطريق ، وهو أشبه شيء بمساحة القطع المكافي بجمع المثلثات . (D 211ᵛ) وهذا كله لجلالة أرشميدس عندنا وبحقير ذلك الطريق في الحساب . فلا ينبغي أن يقع للشيخ أن

بيننا وبين أرشميدس أو بين أحد مـن أصحاب التعاليم يكون خلاف في شيء ، وخاصة فيما يرجع إلى الهندسة وبرهان هندسي ، كأشكال مراكز الأثقال والمعلوم الذي ينتج منها . وأما المسئلة التي عرضت لسيدي الشيخ وتنقسم إلى وجوه ، وخرج له ، أدام الله تأييده ، بعضها والبعض لم يخرج ، وقفت عليها ونظرت فيما خرج وفيما بقي ، واستحسنت مااستخرجه وفكرت في الباقي فوجدت هذا القسم منها ، وهو إذا كانت الزاوية كيف ما اتفقت والقطعة مـن الدائرة كيف ماكانت . وأما إذا كانت الزاوية قائمة والقطعة نصف دائرة ، فهو سهل . وإذا لم يكن كذلك ولكن الزاوية كيف ما اتفقت والقطعة كيف كانت فلتكن دائرة ا ب ج التي مركزها د مفروضة ، وخط ا ج ه قطر الدائرة كانت أو غير القطر وزاوية ا ه و المعلومة داخلة كانت أو خارجة . نريد أن نجد خطاً يماسها وينتهي إلى خطي ا ز و ه ، كخط و ب ز ، حتى تكون نسبة و ب إلى ب ز كنسبة خط ح ط إلى خط ط ك . فنعمل على خط ح ط ك قوسا تقع فيها زاوية مساوية لزاوية ا ه و ، (I 138v) وليكن قوس ح ل ك . ونتم الدائرة وهي ح ل ك م ونجعل خط ل ط م عموداً على خط ح ط ك . ونصل خط د ه ويخرج على استقامة مـن الجهتين ونجعل نسبة خط د ه إلى خط ه ن كنسبة خط ل ط إلى خط ط م . وكذلك نسبة خط د س إلى خط س ع كنسبة خط ل ط إلى خط ط م . ونجعل قوس ك ف حتى تكون الزاوية التي تكون عليها مساوية لزاوية د ه ج ، ونجعل زاوية ه د ص (D 212r) مساوية للزاوية التي تكون على قوس ل ف ،ونجعل زاوية ه د ق مساوية للزاوية التي تقع على قوس م ك ف . ونخرج خط ن ر موازيا لخط د ص ، ونخرج على نقطة ه خط ص ه ق حتى يقع منه خط ى ق مساويا لخط د ع . وقد بينا عمل ذلك في مواضع كثيرة ، وربما يتفق أن لانرجع إلى قطوع المخروط . ونجعل زاوية ل م ت مساوية (C 220r) لزاوية د ق ه ونصل خطوط ت ك ت ف ت ل ت ح . ونجعل خط و ب ز مماسا للدائرة وزاوية ا ز ب مساوية لزاوية ح ك ت ، وعمل هذا سهل . فأقول إن نسبة خط و ب إلى خط ب ز كنسبة خط ح ط إلى ط ك . برهان ذلك أنا نجعل خط ى خ مساوياً لخط د س حتى يبقى خط خ ق مساويا لخط س ع ونجعل ه ث مساويا لخط ى خ أيضاً ، حتى يكون خط ه ى مساويا لخط ث خ ، فلأن نسبة خط ى خ إلى خط خ ق ، أعني نسبة خط د س إلى س ع كنسبة خط د ه إلى ه ن ، ونسبة خط د ه إلى ه ن هي كنسبة خط ص ه إلى خط ى ه لأن خطي ص د ن ر متوازيان ، فنسبة خط ص ه إلى خط ه ى كنسبة خط ى خ إلى خط خ ق . وخط ى ه مساو لخط ث خ (D 212v) وخط ى خ لخط ه ث ، فنسبة خط ص ه إلى خط ث خ

كنسبة خط ﻫ ث إلى خط خ ق . فنسبة جميع خطي ص ﻫ ﻫ ث ، أعني خط ص ث ، إلى جميع خطي ث خ خ ق ، أعني خط ث ق ، كنسبة واحد إلى قرينه ، التي هي كنسبة خط د ﻫ إلى ﻫ ن . ونسبة خط د ﻫ إلى ﻫ ن كنسبة خط ل ط إلى ط م ، فنسبة خط ص ث إلى خط ث ق كنسبة خط ل ط إلى خط ط م ، فإذا ركبنا ثم قلبنا ثم عكسنا تكون نسبة خط ث ص إلى ص ق كنسبة خط ط ل إلى ل م . وأيضا لأن زاوية ق مساوية لزاوية م وزاوية ق د ﻫ مساوية لزاوية م ت ف التي على قوس م ك ف ، وكذلك ﻫ د ص مساوية لزاوية ف ت ل ، فزاوية د ص ق الباقية من مثلث د ص ق مساوية لزاوية ت ل م الباقية من مثلث ت ل م ، والمثلثان متشابهان . فنسبة خط ص ق إلى خط ص د كنسبة خط م ل إلى خط ل ت ، فبالمساواة تكون نسبة خط ث ص إلى خط ص د كنسبة خط ط ل إلى ل ت . ونسبة خط د ص إلى خط ص ﻫ كنسبة خط ت ل إلى ل ش لأن مثلثي د ﻫ ص ت ش ل متشابهان ، كما بينا . فبالمساواة أيضاً نسبة خط ث ص إلى خط ص ﻫ كنسبة خط ط ل إلى خط ل ش فإذا فصلنا كانت نسبة خط ث ﻫ إلى خط ﻫ ص كنسبة خط ط ش إلى خط ش ل ، ونسبة خط ص ﻫ إلى خط (C 220v) ﻫ د كنسبة خط ل ش إلى خط ش ت . فبالمساواة أيضا تكون نسبة خط ث ﻫ إلى خط ﻫ د كنسبة خط ط ش إلى خط ش ت . وخط ث ﻫ مساو لخط د س (D 213r) أعني خط د ب لأن د مركز الدائرة فنسبة خط ب د إلى خط د ﻫ كنسبة خط ط ش إلى خط ش ت . وأيضاً لأن زاوية ا ز ب مساوية لزاوية ط ك غ ، وزاوية ز ب د القائمة مساوية لزاوية ك ط غ القائمة فزاوية ب ض ز ، (I 139r) الباقية ، أعني زاوية د ض ﻫ مساوية لزاوية ط غ ك الباقية ، أعني زاوية ش غ ت لأنهما متقابلتان . وزاوية ض ﻫ د مساوية لزاوية غ ت ش فالزاوية الباقية مساوية للزاوية الباقية فمثلثا ﻫ د ض ت غ ش متشابهان . فنسبة خط ﻫ د إلى خط د ض كنسبة خط ت ش إلى ش غ فبالمساواة أيضا تكون نسبة خط ب د إلى خط د ض كنسبة خط ط ش إلى خط ش غ . فإذا فصلنا تكون نسبة خط ب ض إلى خط ض د كنسبة خط ط غ إلى خط غ ش ونسبة خط د ض إلى خط ض ﻫ كنسبة خط ش غ إلى خط غ ت ، فبالمساواة تكون نسبة خط ب ض إلى خط ض ﻫ كنسبة خط ط غ إلى خط غ ت . فإذا عكسنا تكون نسبة خط ﻫ ض إلى ض ب كنسبة خط ت غ إلى خط غ ط . ونسبة خط ب ض إلى خط ض ز كنسبة خط ط غ إلى خط غ ك . فبالمساواة أيضا تكون نسبة خط ﻫ ض إلى خط ض ز كنسبة خط ت غ إلى خط غ ك . وإذا ركبنا تكون نسبة خط ﻫ ز إلى خط ز ض كنسبة خط ت ك إلى خط ك غ ونسبة خط ض ز إلى خط ز ب كنسبة خط غ ك إلى خط ك ط فبالمساواة أيضا

تكون نسبة خط ه ز إلى خط ز ب كنسبة خط ت ك إلى خط ك ط ، ونسبة خط و ز إلى خط ز ه كنسبة خط ح ك إلى خط ك ت (D 213ᵛ) لأن مثلثي ه و ز ح ك ت متشابهان. فبالمساواة أيضاً تكون نسبة خط و ز إلى خط ز ب كنسبة خط ح ك إلى خط ك ط ، فإذا فصلنا تكون نسبة خط و ب إلى خط ب ز كنسبة ح ط إلى ط ك المعلومة ، وذلك ما أردنا أن نبين . (I 139ᵛ) وهذا إذا لم يكن خط ا ج ه قطر الدائرة وزاوية ا ه و قائمة . فأما إذا كان خط ا ج ه قطر الدائرة وزاوية ا ه و قائمة فقد قلنا إنها سهلة لأن نسبة خط و ب إلى خط ب ز المعلومة هي كنسبة خط ه ط إلى خط ط ز إذا كان ب ط عموداً على خط ا ج . فنسبة خط ه ط إلى ط ز معلومة ، وإن جهلنا هذه النسبة كنسبة خط د ط إلى ط ك تكون نسبة خط ه د الباقي المعلوم إلى ك ز (C 221ʳ) الباقي معلومة ، فخط ز ك معلوم ونسبة ضرب خط ز د في د ك إلى ضرب خط ز د في د ط معلومة لأنها كنسبة خط د ك إلى د ط ، لأن د ز ارتفاع مشترك لهما . وضرب خط ز د في د ط معلوم، لأنه مساو لمربع خط د ب، فضرب خط ز د في د ك معلوم . وخط ز ك قد بينا أنه معلوم ، فكل واحد من خطي ز د د ك معلوم ونقطة د معلومة ، فكل واحـــد من نقطتي ز ك معلومة . فخروج خط ز ب المماس للدائرة معلوم ، وذلك ما أردنا أن نبين . ووجه آخر لأن نسبة خط ب ز إلى ز و المعلومة إن كانت كنسبة خط د ب المعلوم إلى خط و ط يكون خط و ط موازيا لخط ب د، ويكون معلوم القدر أيضا ، فمربعه يكون معلوما . ولكن مربع (D 214ʳ) خط و ط يكون مساوياً لضرب خط ز ط في ط ه لأن زاوية ز و ط قائمة، لأنها مساوية لزاوية ز ب د القائمة . ونسبة ضرب خط ز ط في ط ه إلى ضرب ط ه في ط د معلومة ، لأنها كنسبة خط ز ط إلى خط د ط المعلومة . فضرب خط د ط في ط ه معلوم ، وخط د ه معلوم ؛ فخط ه ط معلوم . ونقطة ه معلومة فنقطة ط معلومة ، فنقطة و معلومة أيضاً لأن خط ط و معلوم القدر . فخروج خط و ب ز المماس للدائرة معلوم ، وذلك ما أردنا أن نبين . ووجه آخر إن كانت نسبة خط د ه إلى خط د ب المعلومة كنسبة خط ط ه إلى ز ب تكون نسبة خط ط ه إلى ز ب معلومة . ويكون خط ط د ب مستقيما إذا كان ط ه عمودا على خط ج د . ونسبة خط ز ب إلى خط ز و معلومة فنسبة خط ه ط إلى خط ز و معلومة . (I 140ʳ) فنسبة مربع خط ه ط إلى مربع خط ز و معلومة، ونسبة مربع خط ز و إلى ضرب خط ز و في و ب معلومة لأنها كنسبة خط ز و إلى و ب . فنسبة مربع خط ه ط إلى ضرب خط ز و في و ب معلومة . وضرب خط ز و في و ب مساو لضرب ط و في و ه لتشابه مثلث ز و ه لمثلث ط و ب، ونسبة ز و إلى و ه كنسبة ط و إلى و ب . فنسبة مربع ه ط إلى ضرب ط و

في و ه معلومة ، فنسبة خط ط ه إلى خط ه و معلومة . فنسبة خط ز و إلى خط و ه معلومة (D 214v) وزاوية (C 221v) ز ه و معلومة لأنها قائمة ، فمثلث ز ه و معلوم الصورة . فزاوية ا ز ب معلومة فخروج خط ز ب و معلوم ، وذلك ما أردنا أن نبين . ووجه آخر لأن نسبة خط و ز إلى خط ز ب المعلومة كنسبة ضرب خط و ز في ز ب إلى مربع ز ب وضرب خط و ز في ز ب مساو لضرب خط ه ز في ز د ، لأن مثلثي ه و ز ب د ز متشابهان ونسبة و ز إلى ز ه كنسبة د ز إلى ز ب ومربع خط ز ب مساو لضرب خط ج ز في ز ا ، لأن خط ز ب مماس للدائرة ، فنسبة ضرب خط ه ز في ز د إلى ضرب خط ج ز في ز ا معلومة . فنقطة ز معلومة من كتاب النسبة المحدودة لأبلونيوس فخروج خط ز ب و المماس للدائرة معلوم ، وذلك ما أردنا أن نبين . وغير ذلك مـــن الوجوه . وكذلك للشكل الأول وجوه كثيرة ولكن كتبت واحداً منها بالتركيب فقط ، ولو كتبت باقي الوجوه واستعملت التحليل والتركيب والتقسيم والتحديد ، كما عمل أبلونيوس في بعض أشكاله ، لكان كتابا كبيرا . وأرجو أن يفرغ لذلك ببركته إن شاء الله .

الحواشي*

صفحة	سطر	
١٠٣	٣	– اساله له : اسله له (آ) ، اسئله له (د ، ق)
	٣	– كتاب : كتابي (د)
	٦	– متنجزا : منتجزا (ق ، د)
	١١	– أذكرته : اذكر به ، (ق، د)
	١٤	– ننشط له : نبسط له ، (آ)
	١٥ – ١٦	– لتتقوّت : ... لتتعلل : ليتقوّت ... ليتعلل ، (ق ، د)
	١٧	– ان شاء الله . ان شاء الله تعالى ، (د)
	٢١	– نريد : تريد ، (ق ، د)
١٠٤	٩	– الله : الله تعالى (د)
	٩	– مقالة : في هامش (آ)
	١٢	– هاهنا : في هامش (آ) ومسبوقة بكلمة فهاهنا
	١٩	– $\overline{\text{ا ج}}$: $\overline{\text{ب ج}}$ ، (في الكل)
	٢١	– نصف الكرة : الكرة (في الكل)
	٢٥	– ثلثة : الثلاث ، (د ، ق) ، الثلث (آ)
	٢٧–٢٨	– في (د) يوجد مكان فارغ لهذه الأسطر
١٠٥	١ – ٤	– في (د) يوجد مكان فارغ لهذه الأسطر
	٣	– ستة في هامش (آ) تظهر بشكل سبعه
	٨	– احديها : احدهما ، (د ، ق)
	١١	– ومركز ... وهى مركز : في هامش (آ)
	١٧	– مركزها ج : مركزها ثقلها دَ ، (آ)
	٢٤	– قطر $\overline{\text{ا ج}}$: قطر $\overline{\text{ب ح}}$ ، (آ)
١٠٦	٢	– خط $\overline{\text{ا ج}}$: قوس $\overline{\text{ا ج}}$ ، (آ) الخط فوق (قوس)
	٥	– لمربع : يبدأ ناسخ (آ) بكتابة « لصر » (لضرب ؟) ثم يغير رأيه فيضع ضمه فوق الميم ونقطه تحتها .
	٧	– فنسبة : ونسبة ، (في الكل)
	١٠	– $\overline{\text{ز د}}$: $\overline{\text{ز ه}}$ (آ ، ق)
	١٠	– تسعةم : تسع (آ ، ق)

* مرتبة حسب الصفحات والأسطر للنص العربي .

صفحه سطر

١١ — في خط .. قوس ب ج ، ناقصة في (د)

١٥ — تسعة : تسع (في الكل)

١٠٧ ٧ — رحمته مضاف بعدها في (آ) « تمت الرساله والحمد لله كثيرا والصلوه على المصطفى محمد واله الطيبين .

٧ — يسأله : يسئله ، (د ، ق) يسله (آ)

٧ — عن سلامة : مكتوبة فوق كلمة (الشيخ و) في (آ)

٨ — استخرجه : استخرجه رحمهما الله تعالى ، (ق ، د)

١٠ — موقفه : موقعة ، (ق) ، مواقعة ، (د)

١٦–١٧— قد تقدم : في هامش (آ)

١٨ — المهندسين : المهندس (ومضاف فوق نهاية الكلمة حرف سين أيضا) في (آ)

٢٠ — عجيبة : عجيب ، (د)

١٠٨ ١٤ — ثقلان : ثقلات ، (د)

٢١ — يعرض : نفرض ، (د ، ق)

٢٥–٢٦— سهريار بن سرخاب . شهريار بن سرخاب ، (ق ، د) رسماس بن برناس (في الكل)

١٠٩ ٥ — اغتباطي : اعتباطي (ق ، د)

٧ — واهله : في هامش (آ)

١٣ — بنا : بني (د ، ق)

١٦ — فيتم به : غير مقروءه في (آ)

٢١ — أثبتها : اتيتها (د ، ق) اسها ،(آ)

٢٤–٢٥— كنسبة ما معلومة : كنسبة معلومة ، (ق ، د)

١١٠ ٨ — فنسبة : ناقصة في (آ)

١١ — البرهان : البرها ، (آ)

١٨ — تمت الرسالة والحمد لله رب العلمين ، ناقصة في (د ، ق)

١٩ — الكوهي : القوهي (في الكل)

٢٦ — قاعدتها : قاعدتهما ، (آ)

١١١ ٧ — كنا : كانا ، (د ، ق)

١٣-٢١-٢٢— ليسا : ليستا ، (د ، ق)

٢٨ — معلومان : واو ملتصقة بالميم في (آ)

صفحه	سطر	
١١٢	٩	: غير معلوم : غير معلوما ، (د) غير معلو ، (ق)
	٢٢	– نسة : في هامش ، (آ)
	٢٣	– أمور مكتوبة فوق السطر في (آ)
١١٣	٥	– تعجبني : يعجبني ، (د ، ق)
	٧	– بغير : بخلافة بغير . (ق ، د) محلا فعمر شطب فوق (محلا) في (آ)
	١٠	– ما أردنا : مرادنا ، (آ) (؟) لم دنا (ق ، د) (!)
	١١	– قاعدتها : قاعدتهما ، (آ)
	١١	– ارتفاعها : ارتفاعهما ، (آ)
	٢٥–٢٦	– إحداهما : احدهما (في الكل)
١١٤	٧	– نقوله : تقوله ، (د ، ق)
	٩–١٠	– ان اقليدس ... ساغ ذلك : ناقصة في (د)
	١١	– ومن الباقي أكبر من نصفه : ناقصة في (د)
	١٨	– مربع آ : مربعه ويوجد خط اقوشلي فوق الحرف و ، (آ)
	٢٤	– سطح دَ مربع : (آ)
	٢٤	– مربع آ مربع دَ ، (آ) ، سطح د (د ، ق)
١١٥	٣–٤	– أعظم من الأسطوانة ... وارتفاعها بَ : ناقصة في الكل
	٢٤	– المتوازي : المتوازى ، (د ، ق)
	٢٦	– ل م ن س : ن ل م س ، (آ)
	٢٦	– علاقة : علامة ، (آ)
	٢٨	– رآه : رأه ، (د)
	٢٨	– م نَ : ن س ، (آ)
١١٦	١٨	– كالطبرزين : كالطبرزين ، (د)
١١٧	١	– ضرورية كانت : ضرورة كانت ، (ق)
	٧	– كما : على ما ، (آ)
	٨	– يجئون : يجؤن ، (آ) يجون ، (د ، ق)
	١١	– هاهنا : ههنا ، (د) ههنا ، (ق)
	١٧	– وتسعين : من هامش (آ)
	٢٨	– بكذى : في (آ) ، بكذا في (د ، ق)

صفحة	سطر	
١١٨	٩	— الاثقال للاشكال : أثقال الأشكال ، (د ، ق)
١١٩	٢	— الواحد : الوجه في (د)
	١٨	— بغريب : بقريب في (د)
١٢٠	١٤-١٥	— الارباع اكثر اعنى . في هامش (آ)
	١٦	— شتان : شيئان في (د) ، شيئان ، (ق)
	٢٤	— شيئا : شيا ، (د) شا ، (آ)
	٢٤	— ان : اى ، (آ)
	٢٦	— ان : ناقصة في (د ، ق)
١٢١	١٣	— من الجهتين : في الجتهين ، (د ، ق)
	١٥	— التي : مكتوبة فوق (الزاوية يكون) في (آ)
	١٦	— ازاوية د ه ج ... مساوية في هامش (آ)
	٢٠	— نرجع : ترجع في (آ ، د)
	٢١	— وب ز : ور ب ، (آ)
	٢٢	— لزاوية : ناقصة في (د)
	٢٦	— ص ه : ص ر ه ، (آ)
	٢٧	— ى ه : ى خ ، (د)
١٢٢	٢-٣	— خط٤ : ناقصة في (ق)
	٤	— قبلنا : فلما ، (آ)
	٦	— م ت ف : م ر ف ، (آ)
	٧	— من مثلث د ص ق : في هامش (آ)
	٧	— ت ل م : ب كم ، (آ)
	٨	— مثلث ت ل م : مثلث ق ل م ، (آ)
	٨	— المثلثان . المثلثات ، (د)
	٩	— ث ص : د ص ، (آ)
	٩	— خط٣ : ناقصة في (ق)
	١٠	— ت ش ل : ث ش ل ، (آ)
	١١	— ث ص : د ص ، (في الكل)
	١٢	— خط٢ : ناقصة في (آ)

صفحة سطر

١٥–١٦– خط٤ : ناقصة (في الكل)

١٦ – ش ت : ش ب ، (آ)

١٧ – وزاوية ز ب د القائمة مساوية لزاوية ك ط غ القائمة : في هامش (آ)

١٧ – ب ض ز : ب ض ذ ، (آ)

١٨ – ط غ ك : ط غ ق ، (آ)

١٩ – غ ت ش : ع ب ش ، (آ)

٢٠ – ت غ ش : ت ف س ، (آ)

٢٠ – خط٢ : ناقصة في (د ، ق)

٢١ – د ض : ض د ، (د) د ص، (ق)

٢٤ – خط : ناقصة في (ق ، د)

٢٥ – خط١، ٢ : ناقصة في (ق ، د)

٢٥ – ت غ : ب ع ، (آ)

٢٦ – غ ك : ع ك ، (آ)

١٢٣ ٢ – ح ك : ح ط ، (آ)

٣ – تكون : ناقصة في (آ)

٧ – معلومة : الملومة ، (في الكل)

٩ – المعلوم : المعاومة ، (في الكل)

٩ – معلومة : المعاومة ، (في الكل)

١٠ – د ك : ح ك ، (في الكل)

١١ – د ط : ز ط ، (في الكل)

١٢ – د ك : د ط ، (ق ، د)

١٧ – ز و ط : ب و ط ، (آ)

٢١ – و ب ز : و ب ، (د ، ق)

١٢٤ ١٢ – الله : الله تعالى ، (د ، ق)

24. Ptolemy, K., *The Almagest* (ed. K. Manitius) Vols. 1 and 2, (Leipzig: B. G. Teubner, 1963).

25. al-Qifṭī, Abū'l-Ḥassan, *Ta'rīkh al-ḥukamā'*, ed. by J. Lippert (Leipzig: 1903).

26. *Rasà'ilu'l-Mutafarriqa fi'l-Hai'at*, ed. and published by the Dáiratu'l-Maᶜrifati'l-Osmania, (Hyderabad: Osmania Oriental Publications Bureau 1948).

27. Sabra, A. I., Article "Ibn al-Haytham" in *Dictionary of Scientific Biography*, vol. VI (New York: Charles Scribner's Sons, 1972) 189-210.

28. Sabra, A. I., "Ibn al-Haytham's Lemmas for Solving "Alhazen's Problem"" *Archive for History of Exact Sciences*, Vol. 26, No. 4 (1982), 299-324.

29. Sesiano, J., "Note sur trois théorèmes de Mécanique d'al-Qūhī et leur conséquence", *Centaurus* 22, no. 4 (1979), 281-297.

30. Sezgin, F., *Geschichte des arabischen schrifttums*, Vols. V (Mathematik) and VI (Astronomie) (Leiden: E. J. Brill, 1974 and 1978).

31. Spuler, B. (ed.), *Wüstenfeld – Mahler'sche Vergleichungs-Tabellen* (Dritte, Verbesserte und Erweiterte Auflage . . . unter Mitarbeit von J. Mayr), (Wiesbaden: Steiner Verlag GMBH, 1961).

32. Suter, H., "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abh. zur Geschichte der math. Wissenschaften...*, X Heft, (Leipzig: 1900).

33. Thābit b. Qurra, *Le livre du quarastūn de Thābit Ibn Qurra* ed. and trans. by Kh. Jaouiche, (Leiden: Brill, 1976).

34. al-Ṭūsī, Naṣīr al-Dīn (ed.), *Majmūᶜ al-rasā'il*, (Hyderabad: Osmania Oriental Publications Bureau, 1358 A. H.).

35. al-Ṭūsī, Naṣīr al-Dīn, *Al-Rasā'il* (Part 2), (Hyderabad: Osmania Oriental Publications Bureau, 1359 A. H.).

36. Woepcke, F., *L'algebre d'Omar Alkhayyami* (publ., trad. . . . . par F. Woepcke, Paris, 1851).

Supplementary Bibliography

14a. Jan P. Hogendijk, "How trisections of the angle were transmitted from Greek to Islamic Geometry", *Historia Mathematica*, 8 (1981), pp. 417-438.

19a. Morrow, Glenn R. (tr. and comm.), *Proclus: A Commentary on the First Book of Euclid's Elements*. (Princeton, N. J. : Princeton U. Press, 1970).

Bibliography

1. Anbouba, A. "Qadiyyatun handasiyyatun wa muhandisūna fi'l-qarn al-rābi^c al-hijri tasbī^c al-dā'irat" *Journal Hist. of Arabic Sci.* Vol. I no. 2 (Nov., 1977), 384-352.

2. Anbouba, A., "Construction de l'heptagone régulier par les Arabes au 4^e siècle H.", *Jour. Hist. of Arabic Sci.*, Vol. 2, no. 2 (Nov., 1978, 264-69).

3. Anbouba, A., "Un traité d'Abū Ja^{c}far (al-Khāzin) sur les triangles rectangles numériques", *Jour. Hist. of Arabic Sci.*, vol. 3, no. 1 (1979), 134-178.

4. Archimedes, *The Works of Archimedes* (ed. and tr. by T. L. Heath), (New York: Dover).

5. Berggren, J. L., "Spurious Theorems in Archimedes' *Equilibrium of Planes*: *Book* I", *Arch.* for *History of Exact Sciences* 16, no. 2 (1976/77), 87-103.

6. Berggren, J. L., "The Barycentric Theorems of Abū Sahl al-Kūhī", to appear in Proceedings of the Second International Symposium for the History of Arabic Science held in Aleppo, 1979.

7. al-Birūni, Abu l-Rayḥān, *K. al-Tafhīm li-awā'il sinā^{c}at al-tanjīm (Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology*, tr. by R. R. Wright), (London: Luzac & Co., 1934).

8. Cahen, Cl., Article "Buwayhids or Būyids" in *Encyclopedia of Islam* (2nd ed.) vol. I, (Leiden: E. J. Brill, 1960), 1350-57.

9. Euclid. *The Elements* (tr. and comm. T. L. Heath) 3 vols., (New York: Dover, N. D.).

10. Goichon, A.M., *Lexique de la Langue Philosophique d'Ibn Sinā*. Paris, Desclée de Brouwer, 1938.

11. Goichon, A. M., *Vocabulaires Comparés d'Aristote et d'Ibn Sinā* (Supplement au Lexique) Paris, Desclée de Brouwer, 1939.

12. Heath, T. L., *A History of Greek Mathematics*, 2 vols., (Oxford: Clarendon Press, 1921).

13. Heron, *Heron von Alexandria Mechanik und Katoptrik*, Hrsg. und über. von L. Nix & W. Schmidt, (vol. II, fasc. 1 of *Heronis... opera ommia*), (Leipzig: 1900).

14. Hinz, W., *Islamische Masse und Gewichte*, (Leiden: 1955).

15. Irani, R. A. K., "Arabic Numeral Forms", *Centaurus*, 4 (1955), 1-12.

16. Kennedy, E. S., *A Commentary upon Birūni's Taḥdid al-Amākin* (Beirut: American University of Beirut, 1973).

17. Kennedy, E. S. and H. Hermelink, "Transcription of Arabic Letters in Geometrical Figures," *J. Amer. Or. Soc.* 82, 2 (1962), 204.

18. al-Khāzini, Abū'l-Fatḥ, "Book of the Balance of Wisdom (Analysis and Extracts by N. Khanikoff)", J. *Amer. Or. Soc.*, Vol. VI, 1-28.

19. Krenkow, F., Article "Al-Sābi, Abū Isḥāk" in *Encyclopaedia of Islam* (1st ed.)Vol. IV, (Leiden: E. J. Brill, 1934), 19-20.

20. al-Nadīm, Abū'l-Faraj, *The Fihrist* (Bayard Dodge, ed. and translator), Vols. I and II, (New York: Columbia U. Press, 1970).

21. Pappos of Alexandria, *Collectionis quae supersunt*, ed. F. Hultsch, (Berlin, 1878).

22. Pederson, O., "Logistics and the Theory of Functions", *Archives Internat. d'Histoire des Sciences*, 24, no. 94 (Juin 1974), 29-50.

23. Plooij, E. B. *Euclid's Conception of Ratio and His Definition of Proportional Magnitudes as Criticized by Arabian Commentators*, (Rotterdam: 1950).

Acknowledgements

This study has occupied me intermittently for almost six years, and it is a pleasure to record my gratitude to those who have helped me with one or more facets of the work I thank. the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada for its generous support of my research by its Grant # A3485., A.I. Sabra, D. King and the staff of the Ẓahirīya library in Damascus all made available to ms copies of the MSS that form the basis for this study, and F. Rosenthal very kindly transcribed the first several pages of the manuscript AS4832 into a handwriting I could read so that, thus instructed in interpreting a medieval hand, I was able to read the rest. H. E. Kassis spent a great deal of time with me translating difficult passages, and other help in translation was given by D. Gutas, G. Saliba and B. Goldstein, while J. Hogendijk supplied me with information about the contents of some of Abū Sahl's other writings. In addition it was a covnersation with G. Saliba that made me aware of the significance of some of the metamathematical matters in the correspondence. I thank Dr. A. Y. Al-Hassan, who arranged for me to spend the Fall term of 1979 at the Institute for the History of Arabic Science in Aleppo (where a considerable amount of the research on this paper was done), and I am grateful to Miss S. Msallati (IHAS) of the staff there for further advice on the translation and E. S. Kennedy for several discussions on mathematical ond historical points. I thank C. Anagnostakis for drawing this correspondence to my attention and J. Sesiano who, when we discovered four years ago that we were working on the same manuscript, graciously stepped aside that I might complete the present study. Finally I thank A. I. Sabra and D. Gutas for detailed comments on the first version of this study. For whatever merits the present work may possess much of the credit must go to those named above: for the shortcomings I alone am responsible.

Abū Sahl saw mathematics as a demonstrative science whose results, when correctly derived from necessary premises, were immutable and, when they concerned statics, entirely consistent with experience. Nature herself shows the deepest mathematical regularity, and we ought to expect this to manifest itself in beautiful mathematical, even numerical, patterns. Despite this, a deductive proof is still the final arbiter, for failing this we have no more certainty than the physicists.

Finally, the correspondence reveals Abū Sahl to be a mathematician possessing considerable creative powers and technical expertise. Especially impressive evidence for his creativity is found in his two theorems on centers of gravity of circular sectors and arcs, which, in our opinion, rank with the barycentric discoveries of Archimedes in beauty and insight, and (as his chart reveals) he evidently rediscovered many of Archimedes' results on the centers of gravity of plane and solid figures. Finally, we have seen in his solution of the problem of the circle cut by an angle both his nice insight in reducing the general case to the classical form of a verging problem and his technical expertise in carrying out a geometrical argument of considerable complexity.

Like other great civilizations before and after it the Islamic civilization may point with pride to its great men in the exact sciences, men such as Ibn al-Haytham, al-Bīrūnī and Omar Khayyām but, if we wonder how a civilization produces thinkers of such stature at least part of the answer must be that it has already produced some of the stature of Abū Sahl al-Kūhī.

Finally, since both $T''E : WE$ and $WZ : T''E$ are known, al-Kūhī concludes $WZ : WE$ is known. Since the right triangle EWZ is known in form *(maᶜlūm al-ṣūrat)* the angle EZW is known, allowing us to construct the triangle that solves the problem.

Fourth Analysis: This may be stated as

$$WZ : ZB = WZ \cdot ZB : ZB^2 \text{ is known,}$$

but, by similar (right) triangles, $WZ \cdot ZB = EZ \cdot ZD$, and by Euclid III, 36 $ZB^2 = GZ \cdot ZA$, so $EZ \cdot ZD : GZ \cdot ZA$ is known. Then by Apollonios' *Determinate Ratio* the point Z is known. (Since the determination of Z from a knowledge of the ratio $EZ \cdot ZD : GZ \cdot ZA$ is – see our note on 129^v:14 – the topic of the work of Apollonios we know by the title *The Determinate Section*, Abū Sahl's fortunate citation of the *Determinate Ratio* here allows us to identify these two works as the same.)

All of this bears the stamp of good mathematics. The problem is easily stated and appeals to the imagination. In its generality the solution is not easy, yet certain special cases are simple enough to give to a relative novice. Finally, the solution to the general case turns on the nice idea of a scale model effected by a verging construction. The capacity to delight in the sheer intellectual pleasure of finding elegant solutions to difficult problems forms a common bond between mathematicians of all times and cultures.

IX. Principal Conclusions of This Study:

Our focus in this work has been on Abū Sahl al-Kūhī for, from the point of view of the history of mathematics, he is by far the more interesting of the two correspondents, and the portrait that emerges from this study adds to our knowledge of the education of an important scientist of the fourth Hijra century. Abū Sahl is thoroughly familiar with both the *Elements* and the *Data* of Euclid, the *Measurement of the Circle* (in an amputated version), *Sphere and Cylinder*, and the *Lemmas* of Archimedes, Apollonios' *Determinate Section*, Ptolemy's *Almagest* as well as certain writings of Galen and Aristotle. He has, in addition, read (at present unidentifiable) works of Archimedes and Euclid on centers of gravity. Of the writers nearer to his own time he has read mensurational works of Ibrāhīm b. Sinān, Abū Saᶜd al-ᶜAlā' b. Sahl and Thābit b. Qurra, as well as writings of the latter two on centers of gravity.

The very fact that this is scientific correspondence reinforces the point made by A. Anbouba [3, 137 (note)] about the importance of correspondence in the development of mathematics in the 4th Hijra century. In addition to Abū Sahl's activities as a correspondent, and there are eight other works of his called "letters" *(risa'il)* cited by Sezgin, previous researches have revealed that at various times in his life he was in personal contact with Abū Ḥāmid al-Ṣaghānī, Abū l-wafa' al-Buzjani, and ᶜAbd al-Rahman al-Ṣūfī, and, just possibly, Ibn al-Haytham.

First analysis: Draw $BT \perp GA$. Then $ET:TZ = WB:BZ$ is known. Choose K on TZ so that $ET : TZ = DT : TK$. Thus $ED : KZ = (ET - DT) : (TZ - TK)$ is known, since this latter ratio is equal to $ET : TZ$. (This is true because if $a > b$ and $c > d$ are four line segments and $\frac{a}{c} = \frac{b}{d}$ then $\frac{a-b}{c-d} = \frac{a}{c}$. This may be easily proved from X. 12 of *The Elements*.) Since ED is known so is KZ. Also

$$DK : DT = (ZD \cdot DK) : (ZD \cdot DT)$$

so the latter is known since $DK : DT = (DT : (DT + TK))^{-1}$ and this is known from $DT : TK$; but, $ZD \cdot DT = DB^2$, a known, and so $ZD \cdot DK$ is known. Since KZ is known as well it follows each of ZD, DK is known. (To see this let $KZ = a$ and $DK = X$. Then $x(x+a)$ is known so, by Euclid VI. 29, x and hence $x + a$ may be determined.) Since D is known Z is therefore known, and the tangent from Z may be drawn, solving the problem.

Second Analysis: If $T'W \parallel BD$ then $T'W$ is known since $BD : T'W = BZ : WZ$. Thus $(T'W)^2$ and, so, $T'E \cdot T'Z$, are known; but, $(T'E \cdot T'Z) : (T'E \cdot T'D) = T'Z : T'D = ZW : WB$ is known, so $T'E \cdot T'D$ is known. Since ED is known we conclude, exactly as in the first analysis, that both $T'E$ and $T'D$ are known. Since E is known, T' is, and W is now determined since $T'W$ is known in magnitude and the circle about T' with radius $T'W$ will intersect EW in W. The tangent to the circle from W solves the problem.

Third Analysis: Let the extensions of the radius BD and WE meet at T''. Since $ED : DB = T''E : BZ$ and both of ED, DB are known the latter ratio is known. Also $BZ : ZW$ is known and so, compounding, $T''E : ZW$, and thus $T''E^2 : ZW^2$, is known; but, $ZW^2 : ZW \cdot WB = ZW : WB$ is known as well and thus, by compounding, $T''E^2 : ZW \cdot WB$ is known. However, by the similarity of triangles ZWE and $T''WB$, $ZW \cdot WB = T''W \cdot WE$ and so $T''E^2 : T''W \cdot WE$ is known.

Now al-Kūhī concludes $T''E : WE$ is known. Although he gives no reason for this conclusion we may see its truth as follows. Let $T''E = c$, $EW = b$ and $T''W = a$, so that $a = b + c$ and the known ratio $(T''E)^2 : T''W \cdot WE = c^2 : a.b = c^2 : (b+c) \cdot b = 1 : (b/c + 1)^b/_c$. Thus $(^b/_c + 1)\, ^b/_c$, is known and since both the product and the difference, $1 = (^b/_c + 1) - {}^b/_c$, is known Abū Sahl would have seen immediately that b/c is known; but, this is just the inverse of the desired ratio c/b and so this latter is known. Like many mathematical tricks the above justification is easy once seen, but the complete absence of explanation in the text, where even very elementary transformations of ratios are signalled by key words, suggests that the transformation involved was something anyone competent in mathematics at al-Kūhī's time would have been expected to see.

intersect NJ at J. By the properties of parallels FT = LM, but, by *The Conics* II, 8, LM = CO. Also JT = MO so FJ = FT — JT = CO — MO = CM = I. The construction is complete since FJ is the desired segment.

Though we do not claim that the analysis we have given is the only possible one it does have the twin merits of compatibility with the mathematics of the time and of accounting for the main feature of Abū Sahl's solution, the verging construction. Thus we believe that whatever the details may have been our version captures at least the main lines of the original analysis.

It seems to us significant, also, that once again the name of Ibn al-Haytham appears. We have already conjectured that Abū Sahl was writing the correspondence around the year 381 when Ibn al-Haytham was about 26 years old, and we have seen Abū Sahl was writing in Baṣra, Ibn al-Haytham's home town and his residence until he went to Egypt at about the age of 35. We know also that al-Khāzinī [18, p. 26] links their names in his treatment of centers of gravity. It seems to us, therefore, a possibility that around the year 381 Abū Sahl and Ibn al-Haytham were in personal contact in Baṣra and that the subjects they discussed together included at least centers of gravity, analysis and synthesis, and verging constructions, but whether this conjecture is probable must await further research on the work of both of these scientists. (If it was not in 381 but earlier, in 373, that Abū Sahl was working in Baṣra – and that seems to be as early as is possible – a link with Ibn al-Haytham is still possible, for Ibn al-Haytham would then have been about 18 years old and this is not an unusual age for a mathematical genius to be active.)

We turn now to the remaining mathematical part of the correspondence, and in order to summarize Abū Sahl's four analyses of the case when the angle is right and one side of it (EA) contains the center of the circle we refer the reader for the following discussion to Figure 20, a composite of the four figures in the text. In all cases we assume the point B has been found on the circle so that if WBZ is the tangent then WB : BZ is equal to the known ratio. (Thus WZ : WB and WZ : BZ are known but not WZ or WB or BZ. Any radius, such as DB, is known, and DE or EG is known, but that is all.)

Fig. 20

What Abū Sahl saw was that this problem could be solved by an apparently simpler problem, namely: Given two sides of an angle, a point E not in the angle, and a line DO, draw through E a line E Y Q interesecting the sides of the angle in Y and Q so that YQ = DO, (138^v:6).

Such a verging construction was used by the ancient Greek mathematicians to trisect an angle, and is effected by the intersection of a hyperbola and a circle in Pappos [21, Bk. IV, Prop. 36-37]. This same construction was transmitted to the Islamic world by Thābit b. Qurra (See Hogendijk [14a]), and ᶜAbd al-Jalīl al-Sijzī, whom we have seen was acquainted with Abū Sahl. mentioned it, so Abū Sahl's reference to conic sections could be a reference to the construction Thābit transmitted.

Abū Sahl also wrote two treatises on the regular heptagon (30, V, p. 318), and, although we have not seen the text of the treatises, it appears from the account of them given by A. Anbouba in [1] (for a shorter version in French see [2]) that it was not in these treatises that Abū Sahl did what he says on 138^v:6-7, "We have shown how to do that in many places, and it may often happen that we do not need (for this purpose) to resort to conic sectios." An example of the use of conic sections to solve the verging problem in 138^b:6 is found in Ibn al-Haytham's *The Optics (K. al-manāẓir)* cited earlier, Ibn al-Haytham being a younger contemporary of Abū Sahl al-Kūhī, living in Baṣra when Abū Sahl was there. (Prof. A. I. Sabra kindly supplied us with a copy of his English translation of the parts we refer to here.) Book V of *The Optics* contains the six lemmas *(muqaddamāt)* for the solution of the problem currently called "Alhazen's problem", and Ibn al-Haytham solved the verging problem Abū Sahl described in the course of establishing the first of these six lemmas. (For a statement of all six lemmas consult Sabra, [27].) His solution is as follows (see Fig. 19):

Suppose we are given a segment I, and angle FNJ, and a point T outside the angle. We wish to draw a line TJF so that JF = I.

Through T draw TQ ‖ NJ and extend FN to Q. Draw TM ‖ NQ so that TM meets NJ at M. Now, by II. 4 of Apollonios' *Conics*, through M draw the hyperbola with asymptotes FQ , QT and then measure off I as a chord CM of this hyperbola. Let this chord, extended in both directions, meet the asymptotes at O and L. Through T draw TF ‖ OL and let TF

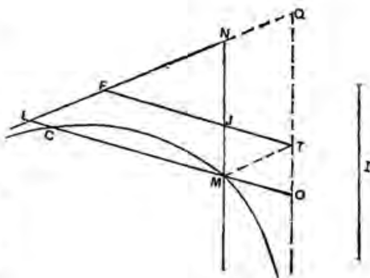


Fig. 19

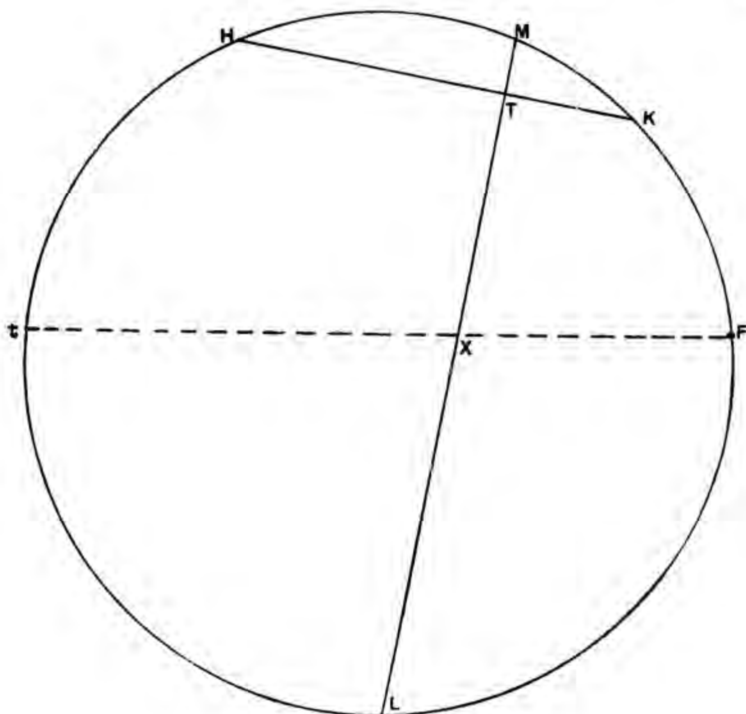


Fig. 18

and the use of the "scale-model" property *via* similarity of the two triangles Δ (EDd) and Δ (BdZ) to Δ (tXΓ) and Δ (TΓK), respectively.

However, to require TX : Xt = BD : DE is to require a verging construction of a rather general type: namely the arc $\widehat{MHL}$ and chord MTL of a circle are given, as well as a point (F) on the other side of the chord. We then require that the segment tX be constructed, verging toward F, so that TX : Xt is equal to a known ratio, namely BD : DE. (This is in fact a generalization of what A. I. Sabra [27, p. 200], describes as the fifth of six geometrical lemmas employed by Ibn al-Haytham in his *K. al-manāẓir*.

> "From a point E outside a circle having AB as diameter and G as center to draw a line that cuts the circumference at D and the diameter at D such that DZ equals ZG.")

four analyses of special cases. He even apologizes for not giving the syntheses here as well on the grounds that he did not want to make the treatise too long.

Perhaps Abū Sahl omitted the analysis of the solution of the general case for the same reason but, in any case, the proof he gives suggests to us the following analysis.

He began (Fig. 17) with the image of the problem solved and a circle drawn through the three points E, W, and Z. The line through B, perpendicular to WZ, will contain D, the center of the given semicircle, as will the line through

Fig. 17

E making an angle ZED with line ZE. So (Fig. 18) take the line segment KH divided at T so that KT : TH = ZB : BW. Draw a circular arc $\widehat{KLM}$ admitting an angle equal to ∢ WEZ. Complete the circle to $\widehat{KLHM}$, where $\widehat{LM}$ is the perpendicular to KH through T. On the arc KL choose F so that ∢ KLF = ∢ ZED.

We have now used the given in Fig. 17 to construct the solid lines in Fig. 18, where the last point constructed (F) is one intersection of the line corresponding to ED in Fig. 17 with the circle. To determine another point on this line, and hence the whole line it is only necessary to draw a straight line tXF in Fig. 18 so that TX : Xt = BD : DE. Then, as Abū Sahl in fact shows in his proof, Fig. 18 is just a scale model of Fig. 17 where the correspondences between the points are W ↔ H, B ↔ T, K ↔ Z, t ↔ E and D ↔ X.

Finally when the analysis has led us to the construction of satisfying the given proportion, the synthesis is simply a consequence of that proportion

easy to prove). As a result it again follows *ex aequali* that

$$C\theta : CE = LT : LX,$$

and hence,

$$E\theta : CE = XT : LX.$$

But, again using the similarity of $\Delta(XtL)$ to $\Delta(EDC)$, $CE : ED = LX : Xt$, and, as before, *ex aequali* proportion yields $E\theta : ED = XT : Xt$, so, since $E\theta = DB$, $DB : DE = XT : Xt$.

Everything proved so far forms one section of the proof in that, from all the above material, only this last proportion will be needed in the sequel. In fact Abū Sahl now observes (138^v:29 – 139^r:5) that Δ (EDd) is similar to Δ (tXΓ) and from the resulting proportion, $DE : Dd = Xt : X\Gamma$, and the previous, he obtains *ex aequali* $DB : Dd = XT : X\Gamma$, from which follows

$$Bd : Dd = T\Gamma : X\Gamma .$$

Next in (139^r: 6-12) he notes that the aforementioned similarity implies $Dd : Ed = X\Gamma : t\Gamma$ and so, *ex aequali*, $Bd : Ed = T\Gamma : t\Gamma$. From this and the similarity of $\Delta(BdZ)$ to $\Delta(T\Gamma K)$ he deduces $EZ : dz = tK : \Gamma K$, from which, together with the same similarity, he obtains *ex aequali*

$$EZ : ZB = tK : KT .$$

Finally (139^r:12-15) the equality of $\sphericalangle$ Z with $\sphericalangle$ K and $\sphericalangle$ E with $\sphericalangle$ t implies the similarity of $\Delta(EZW)$ to $\Delta(tKH)$ which, together with the preceding, implies

$$WZ : ZB = HK : KT ,$$

and so

$$WB : ZB = HT : TK ,$$

which proves the theorem.

Such is Abū Sahl's proof of the solution he proposes. The question, however, arises of the genesis both of the problem and of Abū Sahl's solution to it. In our view the two are intimately connected since we believe that the problem arose as a geometrical construction problem of the type customarily solved by analysis. Although no other references to this exact problem are found in the literature we have examined, problems of the same kind, together with the same terminology, are also found in the treatises of Ibrāhīm b. Sinān b. Thābit [30, V, 294] and Ibn al-Haytham [30, V, 368] on analysis and synthesis. (The "terminology" we speak of is that found in Euclid's *Data*, with its constant repitition of the phrases "known in position" *(maᶜlūm al-waḍᶜ,)* "known in form" *(maᶜlūm al-ṣūra)* and "therefore – is known".) It is, thus, because the problem originated within this circle of problems that Abū Sahl, in addition to giving the synthesis of the general case, gives no fewer than

turns so it is always tangent to the circle, then we can (1) make BZ as small as we like and keep BW bounded away from 0, or (2) make BW as small as we like and keep B bounded away from 0 or (3) have BW approach a non-zero magnitude and make BZ arbitrarily large. In what is called the "fourth case" Abū Isḥāq neglects to state that he assumes BD is a secant of the circle.

Construction: (138^r:29 – 138^v:10). On the line segment HTK construct a circular arc KLH so that[1] ∢ KLH = ∢ ZEW. Complete the circle KLM and construct its chord LTM ⊥ HTK.

Now draw the line DE and extend it in both directions to points N and O so that DE:EN = DS:SO = LT:TM. Since the angle this line makes with the secant AGE is assumed known, choose F on the circle KLM so that the angle in the segment KMHLF of the circle is equal to ∢ DEG.

Next, draw DC so that ∢ EDC = ∢ FKL and DQ so that ∢ EDQ = ∢ MLF, and then draw NR ∥ DC. Now insert the segment DO in the angle NRQ so it verges toward E, *i. e.*, construct a line CEQ so that YQ = DO.

Finally, on the circle KLM choose t so that ∢ LMt = ∢ DQE and join t to K, F, L and H. Then the tangent to the circle, ZBW, constructed so that ∢ AZB ∢ tKH is the required line.

Proof: The main steps are the following. To begin with (138^v:10-19), choose points k,θ on CQ that DS = Eθ = Yk. The similarity of Δ (ECD) to Δ (EYN), together with the verging construction and the definition of k, imply

$$EC : EY = ED : EN = Yk : kQ \ .$$

Then a straightforward manipulation of these proportions (138^v:14-17) results in

$$C\theta : \theta Q = ED : EN \ .$$

This latter ratio is connected by the construction with the circle KLM so that

$$C\theta : \theta Q = LT : TM,$$

and from this there immediately follows the first fundamental proportion:

$$C\theta : CQ = LT : LM \ .$$

Next (138^v:19-23) the definition of t on the circle KLM insures that Δ (MtL) is similar to Δ (QDC), so that CQ : CD = LM : Lt, and it follows *ex aequali* from the previous proportion that Cθ : CD = LT : Lt.

The third step (138^v:23-29) is to use the similarity of Δ (XTL) and Δ(EDC) to establish CD : CE = Lt : LX. (Abū Sahl in *l.* 24 says he has proved the similarity of these two triangles but he has become confused and is probably thinking of the proof of the similarity of Δ(CQD) to Δ (LMt). In any case his constructions guarantee ∢ EDC = ∢ XtL and ∢ C = ∢ L, so the similarity is

(1) *We used this form to indicate for the sector.*

two correspondents to this problem, which it seems was posed by a third party to Abū Isḥāq. In its simplest form the problem is one of a circle cut by a diameter BEG with a tangent at B and what is sought is a point Z on the circumference of the circle so that if the tangent at Z cuts the tangent and diameter at A and D, respectively then AZ:ZD is equal to a known ratio.

Abū Isḥāq's Solution: If, proceeding according to analysis, we suppose the problem solved and draw the radius EZ, then an easy manipulation of ratios shows that if we know AZ:ZD, we know $AD \cdot ZD : ZD^2$. Since angles Z and B are right, the points A,Z,E,B are concyclic and (as a corollary to Euclid III, 36) $AD \cdot ZD = DB \cdot DE$, while (by Euclid III, 36 itself) $ZD^2 = DB \cdot DG$. Thus $DB \cdot DE : DB \cdot DG$, and so DE:DG, is known. Thus EG:DE is known and, since EG is the radius of the given circle, DE is known. Since E is given, D is known and the required tangent is the tangent to the circle from D.

Abū Isḥāq now weakens the hypothesis to the supposition that BG is any chord of the circle.

Abū Isḥāq's Solution: By analysis we may suppose the sought, AZ:ZD, is known, so AZ:AD, and hence AD:AZ, is known; but, AZ and AB are tangents to the circle from A so AZ = AB and AD:AB is known. Then in the triangle ABD the angle B and the ratio of two sides AD:AB are known so the triangle ADB is known in form *(maᶜlūm al-ṣūra)*. (This follows from Euclid's *Elements*, VI, 7, since the angle BDA is acute. See also Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's redaction of Euclid's *Data*, Prop. 44, and the comments that follow it [34, no. 1, pp. 18-19].) Since angle D is now known, we may draw GT so $\sphericalangle TGB = \sphericalangle ADB$. Then Z will lie on the intersection of the circle with the line EH drawn perpendicularly to GT. The tangent to the circle at Z is then the desired line.

As Abū Isḥāq notes, this analysis is the more general, and the synthesis of this nice piece of mathematics is so clear that Abū Isḥāq in fact refers to the analysis as "this proof".

It is the remaining two cases, when AB is not tangent to the circle, that Abū Isḥāq cannot solve, and we now begin with an overview of Abū Sahl's solution to the problem, supplemented by references to lines in the text where details may be found.

The problem: (138^r:26-29) We are given the center D and radius DB of a circle ABG, as well as an angle ZEW of which at least one side cuts the given circle. Given as well are the distance from the vertex of the angle to the center of the circle, the angle ZED and the ratio of two line segments HT:TK. We are required to construct a point B on the portion of the circle within $\sphericalangle$ ZEW so that if the tangent at B cuts the two sides of $\sphericalangle$ ZEW at Z and W then WB: BZ = HT:TK.

We first note, however, that considerations of continuity dictate that the two cases posed here will have solutions, for if a given line (WZ in Fig. 12)

in as much as their knowledge is based on opinion and mere likelihood. To these he opposes Archimedes, Ptolemy and Hipparchos and, in more recent times, Thābit and Ibrāhīm b. Sinān among whom error, when it occurs, is simply due to a mistake in calculation and occasions neither censure nor dispute.

Finally there are the very interesting remarks on what it means for a ratio to be known. A complete account of this matter seems hardly possible since we lack the original letter of Abū Sahl that sparked the debate. We have only Abū Isḥāq objecting that the ratio between two cylinders is known if they are of one kind *(jins wāḥid)* but that otherwise it is unknown.

This view goes back to Aristotle who in his *Physics* (VII.4.248^a and 249^a) asserts of a straight line and circumference of a circle that "these are not comparable" and locates the problem in the fact that the two curves are different in species. This view enjoyed a long life, for a century after Abū Isḥāq invoked the doctrine al-Jayyānī ([23], p. 20) wrote, "Equality never occurs between a straight line and a curved line for they are not of the same kind". Of course, Abū Sahl replies by citing Archimedes, (in 133^v:26), though, not knowing Prop. 18 of *On Spirals* he uses analogies drawn from *Sphere and Cylinder.*

In this section (133^v:19 *et seq.*) Abū Sahl makes a distinction between a ratio being known in the sense that the antecedent is so-many-times plus so-many-parts-of the consequent *(nisbat al-kamm)* and its being known only in the sense that its consequent and antecedent are magnitudes given as existing *(nisbat al-wujūd)*. His proof in 134^r:10-11 that a circle and square have to one another a ratio of this second sort is simply the proof of the first proposition in Euclid's *Data* (a work for which Abū Sahl composed some additional theorems, Sezgin [30,V, p. 319, No. 171]), specialized from two arbitrary magnitudes to the circle and square; but, his statement and proof that circular and square cylinders are to each other as their bases seem to be original with him and serve to drive home the point that the results of mathematics are not subjects to any *a priori* limitations, such as those which would limit the comparability of the curved and the straight, but are restricted only by the criterion that they must be capable of being demonstrated on the basis of a given set of premises. While, in our search for mathematical truths, our faith in nature's regularity may lead to conjectures which seem indisputably true, the ultimate test is a geometrical demonstration based on sound premises of the sort Archimedes or Euclid employed. Failing such a demonstration, a result cannot be claimed to be part of mathematics, but, when such a demonstration is found, the acceptability of the result cannot be denied, however much it may conflict with our preconceptions. These views of Abū Sahl are ones that most modern mathematicians would feel are identical with their own.

VIII. Problem of Circle Cut by an Angle:

We begin this commentary with an overview of the solutions given by the

numbers appearing in the ratios as indicating something that is "natural", places himself amongst those mathematicians and philosophers who believe that the deepest truths of nature are expressed by whole numbers and their ratios. The science of centers of gravity is, after all, about nature, and al-Kūhī regards his table of integer ratios as such a characteristic expression of nature that it would be quite incredible if the final link in this beautiful chain of numbers should prove to fail when the other five were sound.

Abū Isḥāq points out, however, that if the science of centers of gravity is to be at once both "demonstrative" *(burhāniyy)* and informative as to the state of nature, then its results must satisfy the twin criteria of consistency with other results that have been demonstrated and with physical experience. On the basis of the first criterion he attacks the corollary of Abū Sahl's chart, namely the value $3\ ^1/_9$ for π, which he says contradicts what Archimedes said, while he attacks the law of the lever on the basis of the second. It must be said at once that his first attack is considerably more successful than the second, which is based not on Abū Isḥāq's own experience at all but on a thought-experiment conducted on the assumption that if two objects balance about a fulcrum then they weigh the same. (For the appearances of this prejudice in earlier literature see the author's [5, p. 101].) The dismal failure of this criticism is mitigated somewhat by the success of the first objection, that the value of $3\ ^1/_9$ for the ratio of the circumference to the diameter is inconsistent with Archimedes' result that this ratio is between $3\ ^1/_7$ and $3\ ^{10}/_{71}$.

To Abū Sahl's credit he acknowledges that the key element in his rectification of the circle has not been proved (137^r:20), but having acknowledged this weakness, he begins an attack on Abū Isḥāq's source. We have discussed in our notes Abū Sahl's pointing to the possibility of textual corruption, so we turn immediately to his charge that the treatise on the measurement of the circle, being simply an approximation – and not a very close one at that is something of which no reputable modern geometer would be proud, let alone Archimedes. It is apparent from this that Abū Sahl's conception of a "demonstrative science" is of one whose results are exact and not approximative. The numerous approximative methods developed by the scientists of medieval Islam were therefore not part of a "demonstrative science" and in this Abū Sahl shared the viewpoint of Ptolemy, who gives what he calls the mathematical necessities for understanding the *Almagest* and says not a word about the multitude of numerical (approximative) methods which lie behind so much of his work. (For a discussion of this point see Pedersen [22].) So far removed did Abū Sahl consider approximations to be from a proper, "demonstrative" mathematics that he concluded the treatise was not by Archimedes but merely attributed to him. Abū Sahl's remarks suggest that approximative methods are best left to "the physicists" *(ṭābiᶜiyyun)* such as Galen and Aristotle, who are doomed to disagreement among themselves

spoken of it here because it goes into the principles of subdivisions, and if we wanted to occupy ourselves with subdivisions, specifications, syntheses and the enumeration of different cases of the positions of points, according to the method used by Apollonios in his works, our treatise would be very long."

VI. The Barycentric Theorems:

As stated in the introduction both J. Sesiano [28] and the author [6] have published studies of this aspect of the correspondence; however, in order to make this study as self-contained as possible, we note the following points. First of all the results about the centers of gravity of the three plane figures and their solids of revolution are, with the exception of the ratio 3:7 for the semicircle, true. Although the five correct results were proved by Archimedes, we know from Abū Sahl's testimony in his treatise on the *Volume of the Paraboloid* [26, no. 6, p. 3] that his discovery of the center of gravity of the paraboloid, and probably that of the hemisphere, was without knowledge of Archimedes' results. Since we do not know of any treatise transmitted to the Arabic authors that contains the results for the parabola or the cone, we suppose these were also independent discoveries of Abū Sahl. The result on the triangle, of course, Abū Sahl could have learned from such ancient sources as Heron's *Mechanics*, Pappos' Book VIII, or even the book of Archimedes on centers of gravity he cites elsewhere (see our note on 131^{v}:24-25), and it is reasonable to suppose *some* book got him started thinking about these matters.

The two theorems on centers of gravity of circular sectors and arcs are quite correct and, as well, unknown in the ancient literature. They can both be derived by considerations that would not go beyond those known in the ancient world – the theorem on arcs by the Pappos-Guldin Theorem and that on sectors by an argument given in my paper [6, page 8]; however, there is no way of knowing how al-Kūhī discovered or proved them.

VII. Metamathematics in the Correspondence:

It is apparent that a large part of this correspondence is occupied with matters that we would consider as metamathematical, including extended discussions of the relation of mathematics to experience, what it means to say that a mathematical entity is "known", the kind of results regarded as being part of mathematics, and what evidence is regarded as admissible in mathematical arguments. These discussions provide an opportunity for us to overhear a medieval mathematician talking about his science with a well-informed amateur and reveal much of the state of mathematics in the late 4th century Hijra.

Most of these issues appear in the debate over the status of the result on the center of gravity of a semicircle. Al-Kūhī, in regarding the chain of whole

137^{v}:6 See 132^{v}:18

137^{v}:8 Prof. W. Wallace has called our attention to the fact that in Ch. 1, Book I of his *Almagest* Ptolemy emphasises the disputes that must necessarily arise between philosophers on matters of theology or physics, as opposed to the certainty inherent in mathematical methods.

137^{v}:16 In the version of the *Measurement of the Circle* found in Col. MS Or. 306/15 (M. *Arshīmidis fī taksīr al-dā'ira*) the first line speaks of the treatise as "attributed to" *(mansūba ilā)* Archimedes.

137^{v}:24-27 He here refers to Archimedes' division of the circle into 96 parts (each one being 3 3/4°). In his recension [35, no, 5, 127-33] of *Measurement of the Circle*, Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī comments on the astronomers' use of the chord of a small arc to estimate π. The table of chords Abū Sahl refers to may be found in *The Almagest* I, 11 [24].

138^{r}:1 *et seq.* *ʿalā aqṭārihi*. The triangles are "on its diameters" in the sense that each triangle has part of a diameter as a median, *e.g.*, in Fig. 11, BGE has as its median from E onto BG part of a diameter of the original parabola. This is a consequence of Apollonios' *Conics*, I, 46. The property of the area of these triangles that is mentioned in lines 1 – 4 formed a basis for one of Archimedes' quadratures of the parabola. It was also an important link in Ibrāhīm b. Sinān's argument (which is, presumably, where Abū Sahl found the fact), and Abū Sahl's praise of Ibrāhīm's ability in lines 10-13 shows that he did not object to the use of a sequence of approximating figures when it was handled so as to obtain an exact result, but only when, as is the case with *Measurement of the Circle*, the use made of the sequence is to obtain a sequence of numbers that result only in an approximation.

138^{v}:6-7 The translation we use for "We have . . . conic sections" is taken from A. I. Sabra [28, 305 n. 10].

138^{v}:17 What seems to be intended by the phrase "as the ratio of one to its associate" *(kanisbati wāḥidin ilā qarīnihi)* is that from a proportion $a:b = c:d$ we may deduce $a:b = (a+c) : (b+d)$, *i. e.*, the ratio of $a+c$ to $b+d$ is as the ratio of any one antecedent to its, associated, consequent. The justification is Euclid's *Elements* V, 12.

140^{r}:15 The language here is reminiscent of that quoted by Woepcke [36, p. 55, n. 11] from Abū Sahl's treatise *On Centers of Circles Tangent to Lines* (see Sezgin [30, V, p. 319]), where Abū Sahl writes, "We have mentioned it (a previous problem), together with certain ones of those propositions, in our analytic treatise, which we have likewise titled *On Centers of Circles Tangent to Lines*. We have, however, not

sens exprimé par le verbe λαμβάνω, à un temps personnel, *Anal. pr.* B11 61 b 16", and this is the reason for our translation "generally accepted". The second category contains the kind found in Euclid (line 18) *i. e.* those which are clearly basic to and form part of an extensive deductive system. At the end of the first part, however, it is mentioned that according to other contemporary usages the *musallamāt* include the Euclidean postulates.

In the second part Abū Sahl discusses another sense in which he has used *muqaddamāt*, one that corresponds well to the modern concept of *lemmas*, and it seems that he regards the one unproved element in his chart of centers of gravity, namely the position of the center of gravity of a semicircle, as this kind of a premise not one to be accepted unquestioningly but as a theorem to be proved and to which the theorem on the ratio of the circumference to the diameter reverts.

136ᵛ:4-6 It is not surprising that Abū Sahl believed Euclid lived after Archimedes. For example al-Yaᶜqūbī makes Archimedes a student of Pythagoras, and many medieval Arabic authors had only the vaguest ideas of the lives of the Greek mathematicians. What is surprising is to see Abū Sahl relating Postulate 1 of *On the Sphere and the Cylinder*, Book I ("The straight line is the shortest of all lines having the same extremities.") quite correctly and then speaking as if it were no more than what Euclid proved in *The Elements*, I, 20.

136ᵛ:29 See Ptolemy's introduction to his discussion of retrograde motion in *The Almagest*, XII, 1 [24], where Apollonios is mentioned.

137ʳ:11 *bi-burhān handasiyy*. This must modify *jahadnā* in the following line, rather than the preceding *wujūd*, since the whole point of the remark here is that it was the arrangement he discovered in the five cases that led him to his conjecture about the center of gravity of a semicircle, for which he still does not have a proof.

137ʳ:17 The reference to his having managed a proof that the ratio of the circumference of a circle to its diameter is equal to the ratio of a straight line to a straight line is to his theorem that the ratio of any arc to its chord is as the radius of the circle to the straight line joining its center to the center of gravity of the arc.

137ʳ:19 Since there are two major results used in the proof that the ratio of the circumference to the diameter is 28:9, the one locating the center of gravity of an arc of a circle and the other identifying the center of gravity of such an arc with that of a sector of a concentric circle, it is not clear to which "geometrical theorem" Abū Sahl refers.

Properly speaking, the result A/P = A·B/P·B, which Abū Sahl ascribes to Euclid, is not found in the *Elements* though it is immediate from the theorems in Book XII, particularly XII, 6 and the porism to XII, 7.

135ʳ:20-21 Archimedes proved this in *Measurement of the Circle*, Prop. 1.

135ᵛ:12 The writings on centers of gravity, or more generally on mechanics, which Arabic authors assigned to Euclid are *Maqāla fi'l-mīzān* and *Kitāb fi'l-thiqal wa'l-khiffa waqiyās al-ajrām baᶜḍihā bi-baᶜḍ*. For details see [30 V, p. 120].

135ᵛ:13 The only writing of Thābit ibn Qurra known to us that deals with the law of the lever is his treatise *on the Qarasṭūn*, a work which makes no mention of centers of gravity. (Kh.-Jaouiche [33] has published an edition of the text of this work, together with a French translation and commentary.) The implication that Thābit took the law as a premise is puzzling since Prop. 3 of Thābit's work is devoted to a proof of the law, though it would likely not have satisfied Abū Sahl, who no doubt considered it to be more of a discussion intended to make the result plausible than a proof.

135ᵛ:14 The attribution of an interest in mechanics to Abū Saᶜd is something new and indicates there was more 4th century (Hijra) interest in theoretical mechanics than has been thought up to now.

136ʳ:5 *et seq.* Abū Sahl's argument is that the line through the center of gravity of an equilateral triangle parallel to the base divides the triangle into two disjoint parts whose areas (or weights) are in the ratio of 4:5 but the triangle still balance about that line. The reason for the restriction to an equilateral triangle is not clear, but perhaps Abū Sahl thought his correspondent would feel more confident of the result in the case of a simple figure.

135ᵛ:22-23 According to W. Hinz [14, p. 35] the oke was generally 1/12 of a *raṭl* so Abū Sahl is dramatically emphasizing the point that balancing does not depend on the two weights being equal but rather on their positions relative to the balance point.

136ᵛ:1 137ʳ:6 The basic distinction in the first part of this passage is between premises *(muqaddamāt)* that are "generally accepted" *(musallamāt)* and those that are "necessary" *(dūrrurīyat)*. The first type seems to include *ad hoc* assumptions that need a proof (even if one may not be forthcoming for some time). The term *musallamāt* is a technical term in Arabic logic and according to A. – M. Goichon [10 and 11, pp. 151 and 13 resp.] *musallamāt* are "*admises*, sans être accompagnées de démonstration . . . " and are "admises (propositions), au

134v:15 This definition of "cylinder", if a definition is what is intended here, is not found in Euclid, whom al-Bīrūnī follows in the *K. al-tafhīm* in defining as a solid of revolution. Here again (see note to 131r:2-23), we observe a tendency to reduce to numbers what were once distinct geometrical *genera*.

134v:21 *et seq.* Abū Sahl, in calling lines "rational" or "irrational", is using the terminology of Book X of *The Elements*, where Def. 3 states that all lines commensurable with a fixed straight line, or commensurable with it in square, are to be called *rational*, and all other lines are called *irrational*. The phrase "more exotic than that" in line 22 would thus refer to lines not even commensurable in square.

134v:27-28 The theorem for circular cylinders is Euclid XII, 11, and for square cylinders is XI, 32.

135r:1-3 Abū Sahl must be referring to that fact that, given the theory of ratios as explained in Book V of Euclid, any proof of equality of ratios must be *implicity* comparing multiples. Certainly Euclid's proofs of his theorems on cylinders do not explicitly use multiples, although the theorem for parallelograms and triangles (Book VI, Prop. 1) does. (The Euclidean theory of ratios was known to the Arabic mathematicians from at least the ninth century onward. See [23], especially Chapters I and III.)

135r:3-5 This proposition does not occur in the Greek text of Euclid, although the corollary that "In equal cones and cylinders the bases are reciprocally proportional to the heights" is the first half of XII, 15.

135r:10-14 In his treatise *R. fī istikhrāj misāḥat al-mujassam al-mukāfī (On the Volume of the Paraboloid)* [26, No. 6, 15] Abū Sahl also makes the remark that the proof for the case of one-half is the same as the proof for "more than its half".

135r:16-135v:6 To summarize this proof we shall, in the spirit of al-Kūhī, denote a cylinder whose base is Y and whose height is B by $Y \cdot B$. Our author wants to show that if $A \cdot B$ is a square cylinder and $G \cdot B$ a circular one then $A \cdot B : G \cdot B = A : G$. Following the classical method of exhaustion he assumes first that $A \cdot B : G \cdot B = A : D$ where D is an area not equal to G. (Here in common with Euclid and Archimedes he assumes the existence of a fourth proportional.) Suppose $D < G$ so there is a polygon P inscribed in the circle G so that $D < P < G$. Then $A : P < A : D$ and $A : P = A \cdot B : P \cdot B$, "since Euclid proved that". Thus $A \cdot B : G \cdot B > A \cdot B : P \cdot B$ so $P \cdot B > G \cdot B$, which is a contradiction, since "the whole is not less than the part". A similar argument, replacing P by a circumscribed polygon, shows that neither is $D > G$. Hence, $D = G$ and the theorem is proved.

$(a - b):b = (c - d) : d$, the Arabic term, *tafṣīl*, corresponds to the Euclidean term διαίρεσις, and we have followed T. L. Heath's practice for the latter term and translated it *separando*.

133ʳ:16 *maᶜlūm al-ṣūra*. This means "known in form", *i. e.*, up to similarity. See Euclid's *Data*, Def. 3.

133ᵛ:19-20 *kammiya miqdār aḥadihimā min al-ākhar*. This is the very phrase al-Bīrūnī uses in his *K. al-tafhīm* [7, p. 11] in explaining "ratio", so the definition must have been a common one in the late 4th – early 5th Hijra centuries. The phrase also occurs, without "miqdār", in line 21. (See the commentary "Metamathematics" for our interpretation of this and the following discussion.)

133ᵛ:24 *et seq.* The relevant theorems in Archimedes' *Sphere and Cylinder, Book I*, are, for the first, the corollary to Prop. 34 (whose proof makes it plain that the surface of a sphere is equal to the lateral surface of its circumscribed cylinder) and, for the second, Prop. 14.

134ʳ:13-16 Since the chord of 72° is the side of a regular pentagon in the circle, it is constructible (*Elements*, IV, 11), and since $1° = (1/3)^2 (1/2)^3\, 72°$, it follows that the chord of 1° is constructible by anyone who can trisect the angle. Abū Sahl, in fact, wrote on a method of trisecting the angle by using a hyperbola [30, Vol. V, 318 – 191]), but the point of this passage is that if one wants, in addition to the geometrical construction, the numerical ratio of the chord of 1° to the diameter then he can only get approximations and never an exact expression in terms of parts of the diameter (*nisbat al-kamm*).

134ʳ:26-27 *the proof I gave that the straight line is equal to the curved line*. By this he may be referring to what he mentioned earlier, in 130ᵛ:14-15, or he may mean his purported rectification of the circumference of a circle. His next statement that "the area of the circle is equal to the square" must refer to a proof in a letter we do not have, although it would have followed easily enough from his alleged rectification and Theorem 1 of Archimedes' *Measurement of the Circle*.

134ᵛ:2 Abū Sahl refers here to the property of curves that Proklos, in his *Commentary on the First Book of Euclid's Elements*, ascribes to the cylindrical spiral, the circle and the straight line and calls "homeomeric". (See Morrow [19a], p. 85).

134ᵛ:5-6 That Abū Sahl knew of Archimedes' *Quadrature of the Parabola* only from its mention in the preface to Book I of *On the Sphere and Cylinder* is indicative of how little of the present Archimedean *corpus* was known to the Arabic authors.

132^r:4-5 ^{c}*alā takāfī* : al-Bīrūnī defines "takāfī al-nisba" in the *K.al-tafhīm* [7, p. 17] as inverse ratio and mentions the steelyard as an example.

132^r:6 *et seq.* The point of this example is that the premise Abū Sahl uses (the law of the lever) is unsound because it implies a body will balance about a point even when a plane through that point divides the body into two unequal halves. For comments on the misconception that balancing implies equality of weight of the objects see Berggren [5].

132^v:1 Wāsiṭ was a town about 200 km NW of Baṣra.

132^v:6 To judge from the list of its subjects (lines 8-10), the letter he refers to as having just arrived is the previous one in this collection of letters. Thus, the first part of this letter gives information on a previous letter of Abū Sahl to Abū Isḥāq, in fact the "First Letter" on our list, as is shown by Abū Sahl's reference to "my two writings" in 133^v:2.

132^v:25 This passage can be translated variously, but the supposition that "the shaykh" refers to a third person seems to be the only one consistent with Abū Sahl's reply starting on 138^r:21, for it appears from that passage that it was not Abū Sahl who posed the problem. Our comments on this problem may be found in Sec. 8.

133^r:1 *taḥlīl* This is the Arabic translation of the Greek word ἀνάλυσις, explained by Pappos in Book VII of his *Collection* [21, p. 634]. Though this book was not known to the Arabic authors, many of the work Pappos lists as belonging to the "Treasury of Analysis", such as Euclid's *Data* and various treatises of Apollonios, were, and on 140^r:15 Abū Sahl refers to Apollonios as one who treated problems by analysis and synthesis. The first Arabic work we know of mentioning analysis is the treatise of Ibrāhīm b. Sinān (296/909 –335/946), his *M. fī ṭarīq al-taḥlīl wa l-tarkīb. . .* (Hyderabad, 1947). Al-Kūhī himself wrote two short works on geometrical problems solved by the method of analysis (No's. 8 and 9 of Sezgin V [30, p. 319]), and among the list of titles of Ibn al-Haytham's works we find five mentioning analysis, only one of which, the *M. fī l-taḥlīl wa l-tarkīb*, is known to be extant today. These examples indicate the importance of this method in the fourth Hijra century.

133^r:2 *tarkīb*. This term translates the Greek σύνθεσις and can refer either to the reverse of *taḥlīl* (see above), in which case we translate it as "synthesis", or, as here, to an operation which produces from the proportion $a:b = c:d$ the proportion $(a+b) : b = (c+d) : d$, in which case we translate it as "composition". For the opposite operation, which deduces from the proportion $a:b = c:d$ the proportion

et seq. Since in Arabic the unpointed forms of the words for "seventy" and "ninety" are the same, Abū Sahl is right in suggesting that the discrepancy between his result and Archimedes' could be due to a copyist's error. In his discussion of this passage J. Sesiano points out that there did circulate in the Islamic world a version of *Measurement of the Circle* in which the proof of the last part of Prop. 3 was missing, precisely that part that establishes the lower bound $3\ ^{10}/_{71}$ for π, and suggests that this must have been the version Abū Sahl was familiar with [29, p. 288].

Perhaps it was the incompleteness of this proof combined with the approximative approach of Archimedes' treatise that, in the following letter (see 137ᵛ:14 *et seq.*), led Abū Sahl to dismiss the whole treatise as unworthy of the great geometer and probably a spurious work.

131ᵛ:16 Since there is no mention of square cylinders in Abū Sahl's previous letter, and the circular cylinder is mentioned only in the context of volume determinations (130ʳ:10-11), it seems that Abū Isḥāq is replying to an earlier letter of Abū Sahl which we do not have, and this impression is confirmed by Abū Sahl's mention of his two (previous) letters in 133ᵛ:2.

131ᵛ:24-25 It is hard to know how much to make of Abū Isḥāq's complaints about the lack of any "complete book" or "satisfactory work on the science of centers of gravity by any of the ancients or moderns". Certainly the Arabic authors had Heron's *Mechanics* and Book VIII of Pappos' *Collection*; but, were this all, Abū Isḥāq's remarks would be quite understandable. However, F. Sezgin [30, V, p. 136] quotes two titles of works of Archimedes, the first a *K. fī musāwāt al-mayl* ("The Equalization of Inclination") and the second a *K. fī' l-muᶜādalāt min al-ashkāl allati stuᶜmila fīhā'l-amhal* ("On the Equilibria of Figures, in which levers are used"). Both titles are in fact cited by Heron [13, 67:3] but we have not been able to ascertain whether actual MSS of these works are known. However, J. Hogendijk has drawn our attention to a passage that occurs in the beginning of Abū Sahl's *Treatise on the Construction of the Regular Heptagon in the Circle* where Abū Sahl refers to the high regard mathematicians of his time had for Archimedes' works, citing "his existing books such as the *Book of the Centers of Gravity* and the *Book of the Sphere and the Cylinder*. . ". Thus, Abū Sahl had as a base from which to begin his work a treatise of Archimedes dealing with centers of gravity, but which work this was is not clear. We do know, however, from Abū Sahl's remarks on 135ᵛ:12 and 136ᵛ:10, that, whatever work it was, it did not contain a proof of the law of the lever.

Al-Khāzinī reports another work of Abū Sahl on centers of gravity, [18, p. 27], containing theorems about heavy bodies in liquids ("jismun thaqīlun fī ajsāmin raṭbatin") but no references to "liquid bodies". Perhaps Abū Sahl means by liquid bodies those of irregular shape conceived of as blown in glass and filled with liquid in order to have weight.

130ʳ:27 Under the word "four" in this line there is an arrow and in the left margin is an arrow with *sabʿa* (unpointed) written next to it. There is no apparent reason for this.

130ʳ:27-29 The numeral forms are extremely close to those of the Bodleian MS of *al-Qānūn al-Masʿūdī* (copied 1082 A. D.) displayed by R.A.K. Irani [15, Plate 1, p. 4] in his study of Arabic numeral forms. The numerals found in *C* differ most in the form of "2", "6" and "8". The numerals do not appear in *D* since the chart itself does not appear.

130ᵛ:14-15 *that straight line is always equal to an arc.* He is referring to the straight line GD in Fig. 4, for, in his example of this on 130ᵛ:22, he names the line, and he says he has proved it – evidently-in his *Book of Centers of Gravity*.

131ʳ:2-23 Abū Sahl's proof may be explained as follows: By histheor em on the center of gravity of an arc, $BD : DE = \widehat{ABG} : AG = \frac{1}{2}(\widehat{ABG}) : \frac{1}{2} AG = \widehat{BG} : BD$, so $BD^2 = \widehat{BG} \times DE$. By assumption $ZD:DB = 3:2$ so $ZD^2 : BD^2 = 9:4$, and, thus, $ZD^2 : \widehat{BG} \times DE = 9:4$. Since his other theorem implies E is the center of gravity of the larger semicircle $\widehat{TZH}$, his "wonderful arrangement" implies $DE : ZD = 3 : 7$, so $\widehat{BG} \times DE : \widehat{BG} \times ZD = 3 : 7 = 4 : 9\frac{1}{3}$. *Ex aequali*, and simplifying, we conclude $ZD : \widehat{BG} = 9 : 9\frac{1}{3}$; but, since similar arcs are as their radii, $\widehat{BG} : \widehat{ZT} = 2 : 3 = 9\frac{1}{3} : 14$. Thus, again *ex aequali*, $ZD : \widehat{ZT} = 9 : 14$. Hence, $9 : 28 = 2(ZD) : 4(\widehat{ZT}) = HT : 2(\widehat{HZT})$.

The phrase *ex aequali*, which appears throughout this correspondence, renders the Arabic *bi'l-musāwāt* and refers to *The Elements*, V. 22.

The multiplication of an arc by a straight line on line 4 shows that for Abū Sahl the barriers separating number from magnitude no longer exist. He attempts to give no geometrical interpretation to the product, and he plainly behaves as if he were taking the product of a number by another number.

131ʳ:24 Abū Sahl here refers to Prop. 3 of *Measurement of a Circle*.

378/988 and their mutual interest in scientific matters led to a friendship which, later, when Sharaf al-Dawla died in 989 at the age of 27 and Abū Sahl left Baghdad to go to Baṣra, gave rise to this correspondence.

On the basis of these considerations we conclude that, although the year 373/983 is a possibility, the weight of evidence supports our conjecture that the correspondence took place during the year 381/991.

V. General Commentary

129ᵛ:9 *qiṭᶜa min dāʾira* This means, literally, "a segment of a circle", but it refers either to the area or arc of a sector of a circle, according to the context. For example, Abū Sahl's remark in 130ᵛ:3 about "*qiṭᶜatān min dāʾiratayn*", that, under certain conditions, "the center of gravity of the arc of the smaller of the two and the center of gravity of the surface of the larger of the two is one", is true for sectors, but not for segments. He goes on in line 9 to call this surface "a sector" *(qiṭāᶜ)*, which is not the usual name for the surface of a segment, so we shall translate *qiṭāᶜ* as "sector".

129ᵛ:14 In the *Fihrist* al-Nadīm cites this lost work of Apollonios (20, p. 637) "The Determined Ratio, two sections – Thābit (b. Qurra) corrected the first, the second is translated into Arabic but is not clearly understood". This latter remark conforms well to the impression created by the references in this correspondence (see also lines 24-25). We believe this work is an Arabic translation of thework cited by Pappos in the seventh book of his *Collection* under the title *Diōrismenē Tomē* (i. e. *The Determinate Section*) [21, p. 642] and whose subject, as explained by Heath [12, II, p. 180], is, "Given four points A,B,C,D, on a straight line, to determine another point P on the same straight line such that the ratio $AP \cdot CP : BP \cdot DP$ has a given value".

129ᵛ:26-27 *thalāthat ashkāl aw arbaᶜa mudawwara* To translate this as "three or four circular theorems" has a connotation not intended by Abū Sahl, so we have chosen to use the basic meaning "figures" as the translation of *ashkal*. What he means is "theorems dealing with circles", so they would have circular figures.

130ʳ:7 *ajsām sayyāla wa ghayr sayyāla*

The meaning of the phrase "liquid and non-liquid bodies" is obscure but this translation is the best we can do with a text that seems corrupt. Since all three MSS agree on the reading we have not attempted to amend the text; however, if the intended meaning was as we have translated it, one would have expected

مقالات في احوال مراكز الاثقال ثلاثة واربع < في > اجسام سيالة.

results on the barycentric theory, for the first letter we have from him announces in an obviously proud tone the many results he had discovered on centers of gravity. As to when he began investigating these matters we obtain a clue from the preface to his treatise *Fī ᶜamal al-musabbaᶜ al-mutasāwī al-aḍlaᶜ fī dāʾiratin maᶜlūmatin* (MS Paris BN 4821, f. 17ᵛ), which begins "There appeared in the time of *mawlānā*, the great, victorious King ᶜaḍud al-Dawla, may God prolong his life and continue his authority, many of the noble sciences, *belles lettres*, fine arts. . . just as there appeared many geometrical theorems which did not appear in the time of one of the (other) kings despite their efforts to make them appear and their struggle for their derivation, for the reason that they knew that this kind of the mathematical sciences (al-ᶜulūm al-taᶜlīmīyat), such as (the sciences of) astronomy, number, weights, centers of gravity and similar ones are among the philosophical disciplines. . . ".

Even discounting the flattery apparent in the above dedication it seems there was a flowering of the mathematical sciences under the patronage of ᶜAḍud al-Dawla (see eg. *E. I.*, II (8?), and we believe the reference to "centers of gravity" refers to Abū Sahl's own discoveries in this area. Thus, it appears that this correspondence, which was written after Abū Sahl had done a considerable amount of work on the barycentric theory, took place during or after the reign of ᶜAḍud al-Dawla, *i. e.*, the years 367/978 – 373/983 during which Abū Sahl made his first discoveries about centers of gravity.

The other clue to the date of the correspondence is the date Abū Isḥāq gives to his first letter, Sunday, the eighth of Ṣafar. Since he, who was by profession a government official, is not likely to have used the astronomers' calendar (see Kennedy [16, p. 232] for the different calendars) to date his correspondence, we are able to list the possible dates for the first letter of Abū Isḥāq, *i. e.* the years between 367 and 384 when 8 Ṣafar fell on a Sunday. They are the years 368/978, 373/983 and 381/991 (see Wustenfeld [31, p. 9]). The first is the least likely of the three since it was too early in the reign of ᶜAḍud for Abū Sahl to have done as much on the barycentric theory as this correspondence suggests he had. Also Abū Isḥāq had just been incarcerated by ᶜAḍud and told to start writing a history of the Būyids to atone for his past lack of support of ᶜAḍud's cause. The second one, just at the end of ᶜAḍud's reign, is perfectly possible, but our impression is that Abū Sahl was a favorite of ᶜAḍud and stayed in Baghdad during his reign, and if this is so, it hardly accords with Abū Isḥāq's lament in the correspondence that "the times do not give him his due". What would accord with this remark is the very last possibility, 381/991, for then the last of Abū Sahl's patrons, Sharaf al-Dawla, had died, and the observatory in his garden, where Abū Sahl had directed the observations Abū Isḥāq witnessed, had been closed. This would also explain how it happened that Abū Sahl and Abū Isḥāq had even begun the correspondence; namely, they got to know each other in Baghdad around the year

(5) The Qāḍī AbūᶜAlī Ribās b. Barnās (132ᵛ:4). The name is unpointed in all MSS and various pointings have not led to a name mentioned in the sources listed in (4).

(6) Abu l-Mufaḍḍal al-Anṣarī (132ᵛ:7). The name is completely pointed in all MSS but that has not helped to identify him.

(7) Euclid (134ʳ:9,12; 134ᵛ:27; 135ʳ:1,3,8_2,9; 135ᵛ:12; 136ᵛ:6_2,7,18,20). Although this Alexandrian mathematician is best known for his *Elements*, he is also cited in this correspondence for his *Data* and as the author of a work on the law of the lever.

(8) (Klaudaios) Ptolemy (134ʳ:16; 136ᵛ:29; 137ᵛ:16,26). Abū Sahl cites Ptolemy, who flourished in Alexandria around 135 A. D., as the author of *The Almagest*.

(9) (Abū Isḥāq) Ibrāhīm b. Sinān (b. Thābit b. Qurra) (134ᵛ:7; 136ᵛ:26-27; 138ʳ:6,11,13). A grandson of Thābit, he lived in the first half of the 4th Hijra Century and is mentioned here only for his treatise on the measurement of a parabola. Studies done to date on his works make it clear that he was one of the best mathematicians of his time.

(10) Abū Saᶜd (al-ᶜalā') b. Sahl (134ᵛ:7; 135ᵛ:14). Since Suter (32, p. 82) already noticed that Abū Saᶜd commented on Abū Sahl's treatise on the astrolobe, and since we now have the latter conveying an opinion of the former, it is certain that the two men were contemporaries. Although we do not know of a treatise on the area of a parabola by him, as mentioned by al-Kūhī, there is a short MS, Paris 2457/29, entitled *On the Properties of the Three Sections*.

(11) Aristotle (137ᵛ:8).

(12) Galen (137ᵛ:9). One of the greatest physicians of antiquity, he flourished in the last half of the second century A. D.

(13) Hipparchos (137ᵛ:12,13). He flourished in Rhodes in the mid–second century B. C. and was known to Abū Sahl through Ptolemy's mention of him.

IV. The Date of the Correspondence

There are two events which fix the interval during which this correspondence was written. The first is the accession of the Būyid ruler ᶜAḍud al-Dawla to the kingship of the Būyid dominions (largely Iraq and western Iran) in 367/978, and the second is the death of Abū Isḥāq al-Ṣābī in 384/994, (19). Although the relevance of the second event for dating the correspondence is plain enough the first requires some explanation.

To begin with, the correspondence leaves the distinct impression that it is taking place at a time when Abū Sahl had already obtained a large number of

is as the ratio of DZ to ZB, and the square of line ZB is equal to the product of line GZ by ZA, since the line ZB is (11) tangent to the circle, it follows that the ratio of the product of the line EZ by ZD to the product of the line GZ by ZA is known. Thus the point Z is known (12) by Apollonios' *Book of the Determinate Ratio*. Consequently, the line ZBW tangent to the circle is known, (13) and that is what we wanted to prove. (14) Other approaches: Similarly there are many approaches to the first figure but I wrote only one of them by synthesis, (15*) for if I had written the other approaches and used analysis and synthesis and division (into cases) and *diorismos*, as Apollonios did (16) in some of his theorems, our composition would be (very) long. I hope that he will attend to that (which we have written) with (his) blessing, God willing. (17) The letter is finished and much praise be to God, Lord of the worlds, and God bless and grant peace to His prophet Muḥammad and his family, the good.

III. Persons Mentioned in the Text

We provide, for persons (other than the authors) mentioned in the text, some bio – and bibliographical information based primarily on the material in Sezgin (27). We begin with the full name, as given by Sezgin, enclosing in parentheses those parts not cited by Abū Sahl or Abū Isḥāq. Immediately after the name parentheses enclose the page and line numbers in this treatise where the person is mentioned. The information following this mainly concerns the work (s) to which our authors refer. The order in our list is the order in which the names appear in the correspondence.

(1) Apollonios (of Perga) (129^v:14,23,28; 134^v:11; 136^v:29; 140^r:12,15). Astronomer and mathematician known for his *Conics* but cited in this treatise as the author of *Cutting-off a Determinate Ratio*. *Fl. ca.* 210 B. C.

(2) Archimedes (130^r:9; 131^r:24,29; 132^v:18; 133^v:26; 134^r:1,4; 134^v:6,11; 135^v:1,12; 136^v:5; 137^v:6,7,15,16,17,27,28; 138^r:6,11,13,14_2,16,17). The works of this greatest of the ancient mathematicians cited in this correspondence are *Sphere and Cylinder*, *Measurement of a Circle* and *The Lemmas*. *Fl. ca.* 240 B. C.

(3) (Abū'l-Ḥasan) Thābit b. Qurra (b. Zahrūn al-Ḥarrānī) . (130^r:11; 134^v:7; 135^v:12; 136^v:27-28; 138^r:6,11). He flourished a century before this correspondence occurred and was distinguished both for his translation of Greek and Syriac works as well as for such original compositions as his measurement of the parabola and paraboloid and his study of the unequal arm balance *(qarasṭūn)*, all of which are referred to in this correspondence.

(4) Abū Shujā^c Shahribān b. Sirkhāb (132^v:3). The name is pointed thus in *C* and *D* and this is consistent with what pointing there is in *I*. The name is not listed in Qifṭī, al-Nadīm, Ibn Abī Uṣaibi^{c}a or the standard Western bibliographies, but he and the following two were contemporaries of the correspondents.

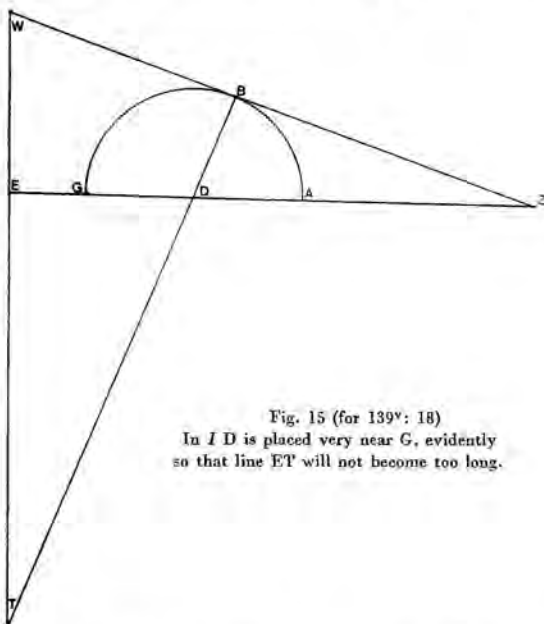


Fig. 15 (for 139ᵛ: 18)
In *I* D is placed very near G, evidently so that line ET will not become too long.

consequently the line ZBW is known, and that is what we wanted to prove. (8) Another approach: Since the known ratio of the line WZ to the line ZB is as the ratio of the product of line WZ by ZB to the square (9) of ZB, and the product of line WZ by ZB is equal to the product of line EZ by ZD, since the two triangles EWZ, BDZ are similar, (10) and (since) the ratio of WZ to ZE

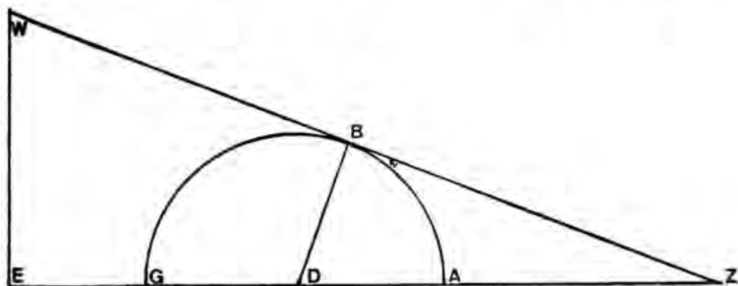


Fig. 16 (for 140ʳ: 8)

and the point D is known, so each one (9) of the two points Z, K is known. Thus, the line ZB tangent to the circle is known, and that is what we wanted to prove. (10) Another approach: Since the ratio of the line BZ to ZW is the known, if it is as the ratio of the known line DB to the line WT (11) the line WT will be parallel to the line BD, and it will also be known in magnitude,

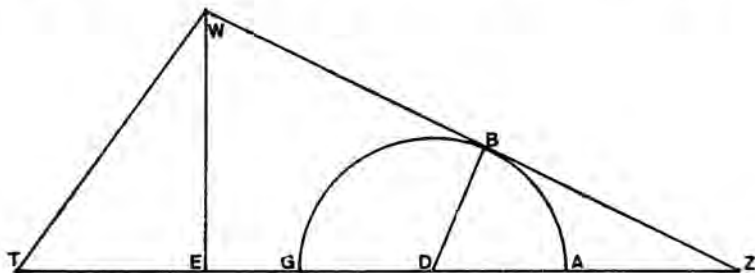


Fig. 14 (for 139^v: 10)

and so its square will be known; but, the square (12) of the line WT will be equal to the product of the line ZT by TE since the angle ZWT is right, being equal (13) to the right angle ZBD. Now the ratio of the product of line ZT by TE to the product of TE by TD is known, since it is (14) as the known ratio of the line ZT to the line DT. So the product of line DT by TE is known, and the line DE is known, (15) so the line ET is known. The point E is known, so the point T is known, and thus the point W is also known (16) since the line TW is known in magnitude. Consequently, the line WBZ tangent to the circle is known and that is what we wanted (17) to prove. (18) Another approach: If the known ratio of the line DE to the line DB is as the ratio of the line TE to ZB (19) the ratio of the line TE to ZB will be known, and the line TDB will be straight if the line TE is perpendicular (20) to the line GD. The ratio of the line ZB to the line ZW is known, so the ratio of the line ET to the ZW is known. (140^r:1) Thus the ratio of the square of the line ET to the square of the line ZW is known, and the ratio of the square of the line ZW to the product of the line (2) ZW by WB is known, since it is as the ratio of the line ZW to WB. Thus the ratio of the square of the line ET to the product of the line (3) ZW by WB is known. But the product of the line ZW by WB is equal to the product of TW by WE, by the similarity of the triangle ZWE (4) to the triangle TWB, and the ratio of ZW to WE is as the ratio of TW to WB. Thus the ratio of the square of ET to the product (5) of TW by WE is known, and so the ratio of the line TE to the line EW is known. Hence, the ratio of the line ZW to (6) the line WE is known, and the angle ZEW is known since it is right, so the triangle ZEW is known in form. (7) Thus the angle AZB is known, so

of the line TΓ to the line ΓX; (6) but, the ratio of the line Dd to the line dE is as the ratio of the line XΓ to the line Γt, so *ex aequali* the ratio (7) of line Bd to line dE will be as the ratio of line TΓ to line Γt. So, if we invert, the ratio of the line Ed (8) to dB will be as the ratio of line tΓ to the line ΓT. Now the ratio of line Bd to line dZ is as the ratio of line TΓ (9) to line ΓK. Thus, *ex aequali* also, the ratio of line Ed to line dZ will be as the ratio of line tΓ to (10) line ΓK. Now, if we compose, the ratio of the line EZ to the line Zd will be as the ratio of line tK to line KΓ; but, the ratio (11) of line dZ to line ZB is as the ratio of line ΓK to line KT, so *ex aequali* also the ratio of line EZ to (12) line ZB will be as the ratio of line tK to line KT, and the ratio of line WZ to line ZE (will be) as the ratio of line HK (13) to line Kt, since the two triangles EWZ, HKt are similar. Thus, *ex aequali* also, the ratio of the line WZ to the line (14) ZB will be as the ratio of the line HK to the line KT, so, if we separate, the ratio of the line WB to the line BZ will be (15) as the known ratio HT to TX, and that is what we wanted to prove.

(139^{v}:1) (1) And this, if the line AGE is not the diameter of the circle and the angle AEW is right. And as for (the case) if the line AGE is the diameter (2) of the circle and the angle AEW is right then we said it is easy, since the

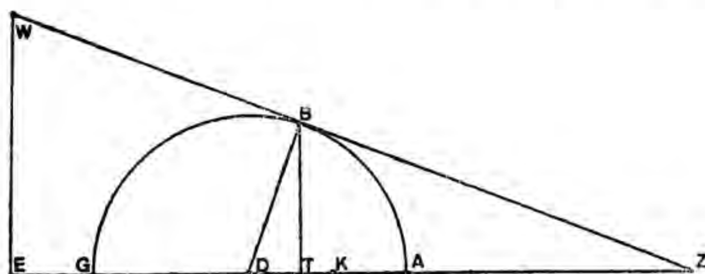


Fig. 13 (for 139^{v}: 1)
In *I* the line BT is drawn as a radius and D falls midway between T and G.

known ratio of the line WB to the line BZ (3) is as the ratio the line ET to the line TZ when BT is perpendicular to the line AG. So the ratio of line ET to line TZ (4) is known, and if we make this ratio as the ratio of the line DT to TK the ratio of the remaining known line, ED, (5) to the remaining (line), KZ, is known. Thus, the line ZK is known, and the ratio of the product of the line ZD by DK to the product (6) of the line ZD by DT is known, since it is as the ratio of the line DK to DT, DZ being a common altitude to them both. (7) The product of line ZD by DT is known, since it is equal to the square of the line DB, and so the product of line ZD by DK is known. (8) But we have proved the line ZK is known, so each one of the two lines ZD, DK is known

the angle HKt, and the construction of this is easy. Then I say that the ratio of the line WB to the line (10) BZ equals the ratio of the line HT to TK. The proof of that: If we make the line YK equal to the line DS so that (11) there remains the line kQ equal to the line SO, and we make Eθ equal to the line Yk also, so that the line EY will be (12) equal to the line θk, (then) since the ratio of the line Yk to the line kQ, I mean the ratio of the line DS to SO, is as the ratio (13) of the line DE to EN, and (since) the ratio of the line DE to EN is as the ratio of the line CE to the line YE, since the two lines CD, NR (14) are parallel, then the ratio of the line CE to the line EY is as the ratio of the line Yk to the line kQ. And the line YE is equal to the line (15) θk and the line Yk to the line Eθ, so the ratio of the line CE to the line θk is as the ratio of the line Eθ to the line kQ. (16) Thus the ratio of the sum of the two lines CE, Eθ, I mean the line Cθ, to the sum of the two lines θk, kQ, I mean the line θQ, is as the ratio (17*) of one to its associate, which is as the ratio of the line DE to EN. But the ratio of the line DE to EN is as the ratio of the line LT to (18) TM, and so the ratio of the line Cθ to the line θQ is as the ratio of the line LT to the line TM, and so, if we compose, then convert (and) then invert (19) the ratio of the line θC to CQ will be as the ratio of the line TL to LM. Also, since angle Q is equal (20) to angle M and angle QDE is equal to angle MtF, which is on arc MKF, and similarly (angle) EDC is equal (21) to angle FtL, then the remaining angle DCQ of the triangle DCQ is equal to the remaining angle tLM of triangle tLM and (22) the two triangles are similar. Thus the ratio of line CQ to line CD is as the ratio of line ML to line Lt, and *ex aequali* (23) the ratio of line θC to line CD will be as the ratio of line TL to Lt. Now the ratio of line DC to line CE (will be) (24) as the ratio of line tL to LX since the two triangles DEC, tXL are similar, as we proved. So *ex aequali* also (25) the ratio of line θC to line CE (will be) as the ratio of line TL to line LX. Thus, if we separate, the ratio of the line θE to (26) the line EC is as the ratio of the line TX to the line XL; but, the ratio of the line CE to the line ED is as the ratio of the line LX to the line Xt. (27) Thus, *ex aequali*, the ratio of the line θE to the line ED will be as the ratio of line TX to line Xt. Now the line θE (28) is equal to line DS, I mean line DB, since D is the center of the circle, and the ratio of line BD to line DE is as the ratio of line (29) TX to Xt. Also, since angle AZB equals angle TKΓ, and the right angle ZBD is equal to the right angle KTΓ the remaining angle BdZ,

(139r:1) I mean angle DdE, is equal to the remaining angle TΓK, I mean angle XΓt, since the two of them (2) are opposite (i. e. vertical angles); and, the angle dED is equal to angle ΓtX so the remaining angle is equal (3) to the remaining angle, so the two triangles EDd, tΓX are similar. Thus the ratio of line ED to line Dd is as the ratio (4) of line tX to XΓ and *ex aequali* also the ratio of the line BD to the line Dd will be as the ratio of line TX (5) to line XΓ. So, if we separate, the ratio of the line Bd to the line dD will be as the ratio

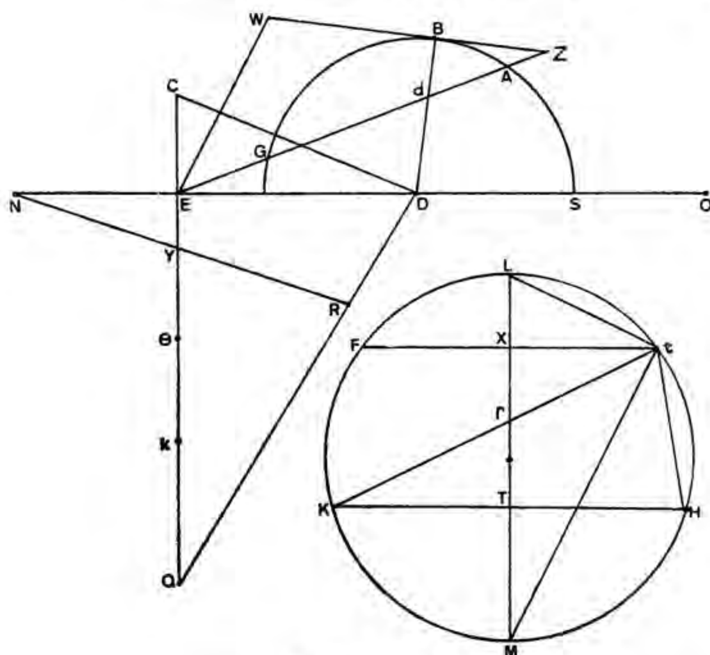


Fig. 12 (for 138r: 26)

to BZ is as the ratio of the line HT (29) to the line TK. Thus we construct on the line HTK an arc in which falls an angle equal to angle AEW, (138v:1) and let it be arc HLK, and we complete the circle HLKM and make the line LTM perpendicular to the line HTK. (2) We draw the line DE and produce it in a straight line in both directions and make the ratio of the line DE to the line EN equal to the ratio of the line (3) LT to the line TM. Similarly the ratio of the line DS to the line SO equals the ratio of the line LT to the line TM. Now we make (4) the arc KF so that the angle on it is equal to the angle DEG, and we make the angle EDC equal to the angle on the arc LF, and we make (5) the angle EDQ equal to the angle that falls on the arc MKF. We draw the line NR parallel to the line DC, (6*) and at the point E we draw the line CEQ so that there results from it the line YQ equal to the line DO. We have shown how to do that (7) in many places, and it may often happen that we do not need (for this purpose) to resort to conic sections. Then we make angle LMt equal (8) to angle DQE and join lines tK, tF, tL, tH. We make the line WBZ tangent to the circle (9) and the angle ABZ equal to

(6) way of measurement and the way of Archimedes, Thābit, and Ibrāhīm ibn Sinān, by which it appeared that the two (parabolic) sections (7) ABD, BGE are a third of the triangle ABG, exactly rather than only approximately. By the method of adding the triangles, by calculation (8) it is not possible that we are led to truth at all, since there are infinitely many triangles, and between the method which is only (9) by approximation and of which one does not except that it is ever exact and the method which is only exact, (10) and which cannot be approximate at all, there is no analogy. And if, despite this, I were to come upon a way to measure the parabola (11) by adding the triangles as we said, i. e. by adding the fourths and the fourths of the fourths and it were written "This is Ibrāhīm ibn Sinān's," (12) much less Thābit's or Archimedes', and it were of extreme precision, I would say that it is not his but (only) attributed to him. (13) Ibrāhīm is above seeking anything by this method, so how much more Archimedes. Similar to this, it is my opinion about the discovery of the ratio (14) of the diameter to the circumference by that method, that it is not Archimedes' but (only) attributed to him. Archimedes is above (15) seeking the measurement of the circumference of the circle by this method, and it is like the thing with the measurement of the parabola (16) by adding the triangles, and all of this is because of the greatness of Archimedes in our opinion and the abasement of that method of calculation. (17) So the shaykh should not conclude that between us and Archimedes (18) or any mathematician there is disagreement concerning anything, (19) and especially concerning what refers to geometry and a geometric proof, (20) such as the barycentric theorems and that which is known (21) that follows from them. As for the problem that was posed to my lord the shaykh and is divided into cases and (some of which) he solved – (22) may God maintain His support – and some of which he did not solve, I understood it and investigated what he solved and what remains. (23) I found what he solved to be pleasing and thought about the remaining, and so I solved this portion of it, that is if there is any angle (24) whatever and any section of a circle. As for when the angle is right and the section is (25) a semicircle, then it is easy, and when it is not like that but the angle and the section are arbitrary, (26) then let the circle ABG, whose centre is D, be assumed, and the line AGE be either the diameter of the circle (27) or otherwise, and the known angle AEW be internal or external. We want to find a line (28) that is tangent to it (the circle) and terminated by the two lines AZ, WE, such as the line WBZ, so that the ratio of WB

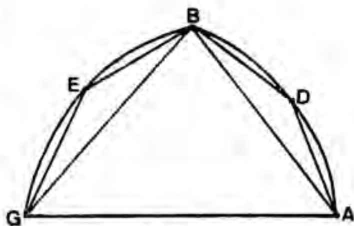


Fig. 11 (for 138r: 2)

assertion of the superiority of Hipparchos, and his (Hipparchos) advancement (13) and his accomplishment and his fairness and his preference for that which is true, says in his book *The Almagest* that there occurred in the calculation of Hipparchos (14) an error, but he does not intend by that to–degrate him – and how could he when he (Hipparchos) is in his opinion the most superior person. Similarly (for) the calculation (15) of the ratio of the diameter to the circumference by Archimedes. Although it is not clear to us that this calculation has missed the mark, in my opinion, (16*) it is (merely) attributed to Archimedes and does not befit him, so if we were to say it is not his work, it would be nearer (the truth) and it would be nearer to (17) praising (him) than our saying that it was his, because the opinion (expressed therein) is not his opinion, the purpose is not his purpose. Archimedes never had (18) as his purpose any such thing as this, neither in *The Sphere and the Cylinder*, nor in *The Lemmas*, nor in other books (19) of his. We never saw mention of this (book) anywhere in his writings, like the mention of the area of the parabola in the preface to the *Book of the Sphere* (20) *and the Cylinder*, along with the mention of some of his (other) derivations. Neither did he use that in some theorem, since (21) it is clear that that method does not lead to the truth at all. Rather it is an approximation and his purpose always is to discover (22) knowledge of things exactly – not approximately, such as the discovery of the ratio between the square and the parabola, (23) and between the circle and the spherical surface, and between the sphere and the cylinder and the cone, *etc.*, (24*) an exact discovery and not approximate. Also, this (method of) calculation (in *Measusurement of the Circle*) although it is impossible that it is ever exact, is not (25) very fine, since its calculator did not revert to chords finer than the chord of four degrees less one-fourth, (26) and this is very coarse compared to what is done in the *Almagest* since Ptolemy reverts to a chord approximating half (27) a degree, which is much finer than this by quite a bit. Because of (all) this I say this (work) is (merely) attributed to Archimedes and this calculation (28) is, in my opinion, not like a work of Archimedes. And it is not a work of proficient calculators or astronomers either, so that if (29) we were to attribute this derivation to one of our companions, he would not be pleased by it, much less glory in it, since this is like a work

(138ʳ:1*) of one who seeks the area of a parabola from the collection of triangles in it that are constructed on its diameters (2) by adding the fourth and the fourth of the fourth. For example, the triangle that is on the diameter of the parabola is first ABG, (3) and next the two triangles ADB and BEG, which two are a fourth of the triangle ABG, and similarly (we construct) the succeeding triangles, (14) which are a fourth of the fourth, and they proved that. And whoever adds the fourths more (times), I mean the triangles that are in the parabola (5) as we described, he will be finer (in his approximation) and nearer to the area of the parabola. But what a difference between this

of nine to twenty–eight, it is a consequence of two things, one of them a geometrical theorem about which there is no doubt (20) and the other is that arrangement, ordering, and natural thing of which we are not so certain as we are of a geometrical proof. (21) For this reason we say that the ratio of the diameter to the circumference being like the ratio of a straight line to a (straight) line or a number (22) to a number is without a geometrical proof, since we hesitated how we could be certain of it. As for this ratio being equal to the ratio of nine (23) to twenty–eight this is uncertain until a geometrical proof is established for the soundness of this, the evidence for which (24) is the arrangement and the natural matter, or (until one is established) for its falsity, or for the falsity of one of its consequences, *i. e.*, that its ratio is as the ratio of nine (25) to twenty–eight. Now if one were to establish a proof for the falsity of its consequence that would be astonishing, because it would be a proof of (26) the falsity of that ordering and arrangement and of this one being an exception to the arrangement of the five for which a proof was furnished, (27) as if it is in a natural arrangement, and more astonishing than that that there should be error in it that escaped the people whose (28) trust in certain things is on account of the natural matter, in contradistinction to the geometrical proof. In his opinion the reason becomes clear (29) for my difficulty in proving it up to now since it is an indication that it is not due to my inability but the thing (137^v:1) in itself is incorrect, non-existent, and it is for this (reason) we say that the result is in suspension. Now we had written to him (2) before that, "What is the path to the discovery of the ratio of the diameter to the circumference?", and I said that it was not among the totality (3) of the barycentric theorems, all of which are by a geometrical proof, that we may come to grips with it and demand of it what one would require of it in terms of (4) the soundness of its premises. By premises I mean the theorems to which it reverts. Furthermore, the shaykh wrote that if the ratio (5) of the diameter of a circle to its circumference is equal to the ratio of a number to another number, and particularly to the ratio of nine to twenty–eight (6*) that would be amazing. He said, "More astonishing than that is the discrepancy between it and what Archimedes has set forth". I understand that, but the matter is not as (7) he fancied, and (indeed) there never was disagreement between any of us an Archimedes. That cannot be, because disagreement between (8*) scholars in the things of which their knowledge is through opinion, dogma, an likelihood as it was between Aristotle (9) and Galen and other physicists in the matters of the psyche, and the conditions of the faculties, and similar things. (10) As for the things that refer to geometry and arithmetic they name "erroneous" that which is erroneous and (identify) negligence (11) where negligence occurs, for they know that disagreement quickly disappears when they look into it. Error in arithmetic, when it occurs, (12) is not strange, nor does it indicaet the inferiority of him who commits it. Do you not see that Ptolemy, in spite of his

(propositions) that need to be postulated as my lord the shaykh thinks; but I mean what our companions mean by this term, and they (26) mean by "premises" the theorems to which that thing aimed at reverts. Do you not see that (when) they say Ibrahīm (27) ibn Sinān deduced the area of the parabola without a premise they mean without any other theorem to which it reverted, and (when they say) that Thābit (28) ibn Qurra deduced it with such-and-such a premise they mean those theorems to which the thing aimed at reverted, (29*) and (when) Ptolemy says in the *Almagest* that Apollonios made a premise for this, he means by it the theorem that

(137r:1) was made before the theorem by which is known the situation (station) between the retrogradation of the planets and their forward motion, and the examples of that are many. (2) So it is evident they mean by premises only the very theorems to which the theorem reverts, not as the shaykh thinks, (3) and thus was my intention by the premises of which I wrote to him. Nothing else came to my mind, and for this reason I inquired when I saw (4) in his writing mention of "the generally accepted premise" – on which neither our companions nor we relied, nor is it (5) used in our science as it is used in the science of others. So, since the affair is thus, the notion that (6) a generally accepted premise is (used) in the science of others is nearer (the truth) than that it is used in our demonstrative science. As for the centers (7) of gravity of the six figures about which I wrote to my lord the shaykh, I said that they are arranged in a marvellous order (8) of numerical ratio, and I made a chart for them, and I ascribed them to an arrangement of deeds of the Creator, to Whom belong might and majesty. And my lord says (9) that if it is like that then it is a beautiful arrangement, as though a natural matter. We found all of it by a geometrical proof, (10) except that for the centers of gravity of five of them we found, after their discovery, that they really did occur according to that arrangement (of) which (11*) we wrote to him, by a geometrical proof, while (for) one of them, the semicircle, after the discovery of its center of gravity, (then) by a geometrical proof (12) we endeavored to inquire whether its center of gravity occurred on the diameter at that point which that arrangement indicated for it (13) or not. However up to now a proof of it has not been furnished, as had been furnished that the five are arranged according to that ratio, (14) except, in all liklihood and almost certainly, that that one is also in this arrangement (seems) nearer (the truth) than that it is an exception (15) to it, because of the arrangement and the natural matter. If, up to now, the proof of it has been impossible , it is due only to its distance (16) and its obscurity from our knowledge, and we attribute that to our weakness in this art and our need of greater power than (17*) that (we have) to manage a proof of that as we managed for the five cases and (that of) the ratio of the diameter to the circumference being equal to the ratio (18) of a straight line to a straight line or a number to a number. As for this ratio (19*) being equal to the ratio

plained about centers of gravity and have given a proof of it. And as for his pointing out (136^v:1) that this premise belongs to the category of those (premises) generally granted, if he means that it was generally granted by the ancients, who were (2) before us and investigated this science, then "Yes", but if he means that it was granted by us, then "No", since we proved it. (3) By our proof it left (the realm of) premises, whether necessary or otherwise. There occur in the totality of geometrical theorems (4*) (such statements) as the statement that two sides of a triangle are longer than the remaining side. That was a necessary premise (5) according to Archimedes, since the knowledge that the shortest line joining two points is the straight line (6) was necessary in his opinion and up to the time of Euclid, but when Euclid proved it it was removed from the totality of premises (7) and was transferred to the geometrical theorems and for this reason it was not (simply) a generally accepted premise for Euclid or the people who (8) came after him who investigated his proof, even if it had been considered so for those who came before him. Thus the ratio of weight (9) to weight, according to what we have described, is not a premise for us or for the people who will come after us and who will look into the proof (10) that (we gave) for it, even if it was (considered) a premise by our predecessors since there was no proof for it, as we know. (11) Since we discovered the proof of it, it was removed from the realm of premises and was put into the realm of theorems. Since the matter is (12) thus, there is neither here a generally accepted premise, in any way, nor in any other place at all, (13) and we never assumed a premise for ourselves in anything, but proved it, for how could this be since our knowledge is so extensive as not (14) to need any generally accepted premise, neither is this our wont nor that of our companions. Indeed, how (15) could that be allowed, in our opinion, since a generally accepted premise might be false and whatever is deduced from the false is false. (16) How could we rely on a premise which is of this sort according to us? When was that? Where is it found? What place and in what (17) theorem? How could we use a generally accepted premise in our demonstrative sciences when, in our opinion, whatever is deduced from a hundred (18) premises, ninety-nine of which are necessary like the necessary ones of Euclid and one of which is generally accepted, (19) will follow that one and not the ninety-nine. How could we use a thing when (20) we consider it to be as false as we have described. As if the necessary ones of Euclid did not suffice us in our science (21) and we want more than them and their consequences. No. It is nothing of that (sort), nor is a generally accepted premise used in our sciences. (22) But if he means by "generally accepted premise" those necessary ones themselves, as some people do, then this is a matter for discussion between us (23) and them. As for the premises that I mentioned in my writing, and to which I said reverts the discovery of the center of gravity of a segment of the sphere (24) and a section of the circumference of a circle and of curved line and that the curved line is equal to a straight line, and the like, I do not mean (25) by premises

him, that the area from (4) the place of suspension to the line AB must incline. (5*) (Here is) a demonstration for that. The center of gravity of the equilateral triangle ABG, (6) which he does not doubt is (7) its (the triangle's) middle (point), let it be D. D is in the place (8) where the ratio of the line ED to the line AD (9) is equal to the ratio of one to two and this is clear; so, if we compose, the ratio of the line AE to the line AD is equal to the ratio of three to (10) two. Hence, the ratio of the square of the line AE to the square of the line AD is equal to the ratio of nine to four. But the ratio of the square (11) of AE to the square of AD is equal to the ratio of triangle ABG to triangle AZH when the line ZH is parallel to the line BG (12) because the two triangles ABG, AZH will be similar. Thus, the ratio of triangle ABG to triangle AZH is (13) nine to four. So, if we subtract, the ratio of the trapezoid ZBGH to triangle AZH is equal to the (14) ratio of five to four, so these two are not equal. Rather, the area of ZBGH, the trapezoid, is greater. Despite (15) this, the center of gravity of the two of them taken together is D, and (so) it is the (proper) place (16) of suspension without doubt, since triangle ABG (17) is equilateral. So, if someone thinks that when (18) the place of suspension is at the point D it (the triangle) inclines to (19) the side BG, since the area in the direction of BG, (20) *i. e.*, the trapezoid, is larger, it would be a mistake, and that is what we wanted to show. (21) Clearer than this is that if someone were to consider a piece of wood, on whose top is a piece of iron, such as an axe for example, and it were to balance (22*) parallel to the horizon by some attachment, he would see that (it does not incline) either in the direction of the iron (which) is perhaps nearly a *raṭl* or in the other direction (23) (though it be) not even an oke. He would know that experience is contradictory to the thought (he had), and (so) it will not occur to him about other objects that, the place of suspension (24) being in the direction of the larger (weight), it is necessary that there be an inclination. And it is clear that experience in what he sees is conformable to the premise (25) without doubt. So, if the matter is thus, it is certain that the premise which the ancients used about centers (26) of gravity does not need a condition or limitation relative to place, since (if) any two weights remain in whatever place they are, (27) then the ratio of weight to weight is inversely as the ratio of distance to distance with respect to the three centers of gravity, (28) I mean the center of gravity of the two of them together and the center of gravity of each of them. Now in spite of its not needing condition or limitation (29) it cannot avoid needing a little explanation, but I have already ex-

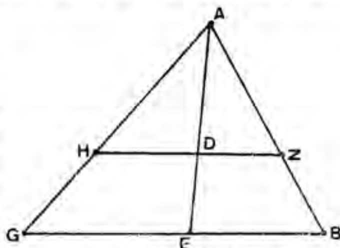


Fig. 10 (for 136r: 5)
MS *I* has mislabelled "D" as "G".

are equal, and that is what we wanted to show. (7) Then my lord, the shaykh, said that he thought about the premise used in centers of gravity, that the ratio of the weight (8) to the weight is inversely as the ratio of the distance to the distance, and that he found it in need of a condition and limitation according to (9) the place and the figure, since if these two are used unrestrictedly there befalls it (the premise), along with the lack of restriction, something that spoils it. As an example of that, he made (10) a parallelogram. So I inquired into it and his intention, and, by my life, (the fact) that the ratio of weight to weight is the ratio (11) of distance to distance inversely was a premise for the ancients, and like one of the necessary parts of knowledge (*i. e.*, "essential assumptions") in their opinion (12*) and in the opinion of those who investigated the science of centers of gravity, such as Archimedes and Euclid and other mathematicians so that (13*) it ultimately got to Thābit ibn Qurra and to this, our own time. They did not doubt it but we do not know if its validity was, in their opinion, (14*) by trial, and it was taken from the senses, as Abū Saᶜd al-ᶜAla' b. Sahl thought, or if there was a proof of it which has (15) vanished with the length of time, as other people think; but (whatever is the case), a premise of this description and standing (16) in their opinion, and which has now been proved, how is it possible that testing could spoil it, as my lord the shaykh thinks in (17) the matter of the two equal parallelograms ABGD, LMNS as he described it? He said that since it is necessary from (18) this premise that the center of gravity of the two planes ABGD, LMNS taken together is in the interior of the plane NLMS, as the point F, (19) and if we make on the point F a strap, and we raise by it the whole of the two planes, it does not stay parallel to the plane of the horizon but (20) inclines to the side AB. He thinks so because the area in the direction of AB is bigger than the area in the direction of (21) MN, and on account of that it occurred to him that what the premise necessitates, that the plane is parallel to the horizon and does not incline to (22) one of the sides, is then opposed to what the trial necessitates. For this (reason) he says it needs a condition and limitation. But by my life,

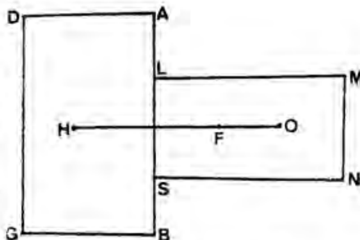


Fig. 9 (for 135ᵛ: 17)

(136ʳ:1) if (actual) test were consistent with the thought (he made) the premise would indeed be destroyed and would need a condition and limitation; (2) however, the affair is not thus, since, if he had inquired extremely closely into that and tested it according to his ability, he would have found (3) the test conformable to this premise and opposed to the thought that occurred to

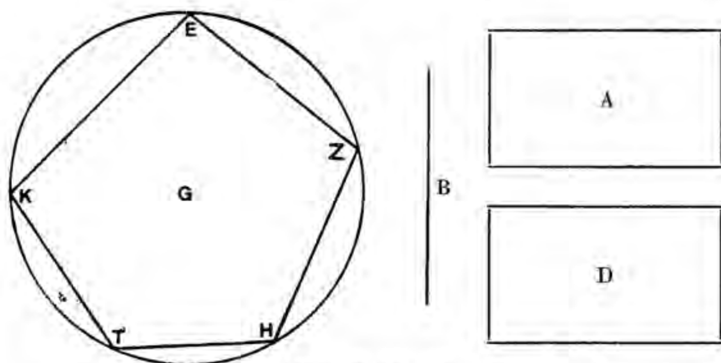


Fig. 8 (for 135r: 16)

Then in the circle G there is a regular polygon greater than the area D, as (21) Archimedes proved. Let it be the figure EZHTK. Then the ratio of the square A to the area D is greater than its ratio to the figure (22) EZHTK since the area D is less than the figure in the circle G and the ratio of the square A to the figure EZHTK (23) is as the ratio of the cylinder whose base is the square A and whose height is the line B to the cylinder whose base (24) is the figure EZHTK and whose height is the line B, since their bases are polygons. There is no disagreement about it since Euclid (25) proved that. Thus the ratio of the square A to the area D, which is equal to the ratio of the cylinder whose base is the square A and whose height (26) is B to the cylinder whose base is the circle G and whose height is B, is greater than the ratio of the cylinder whose base (27) is the square A and whose height is the line B to the cylinder whose base is the figure in the circle and whose height is B. (28) So the cylinder whose base is the figure in that circle and whose height is the line B (is greater than the cylinder whose base is the circle and whose height is the line B) and this situation is impossible, (29) since the whole is not less than the part. And if the plane D is greater than circle G then there is a polygon (135v:1) around the circle less than the plane D, as Archimedes proved, and in this case it happens that the cylinder whose base is (2) the circle G and whose height is the line B is greater than the cylinder whose base is the figure surrounding the circle and whose height is B. (3) This situation is also impossible since the part is not greater than the whole. And if the ratio of the square cylinder to the (4) circular cylinder is not equal to the ratio of its base to an area that is either greater or less than the circle that is the base of the other cylinder, (5) then it is equal to the ratio of the square to the circle. Thus, the ratio of the cylinder whose base is a square to the cylinder whose (6) base is a circle is equal to the ratio of the square to the circle when their heights

If he doubts this, then let him doubt the other, since he cannot make a distinction between them in (27*) this regard. Or, let him revert to the book by Euclid and examine the proof he gives that (28) the ratio of two circular cylinders, the one to the other, is as the ratio of the base to the base, and similarly the ratio of two square cylinders. (29) Is that proof valid for two cylinders, if one of them is circular and the other square, or not? And if (135r:1*) the shaykh had looked into that and considered it he would have found the matter to be just as we described it, since the proof of Euclid reverts to taking multiples, the first (2) and the third an equal number of times with the second and fourth. It is like his proof about parallelograms and triangles, (3*) that the ratio of one of them to the other is as the ratio of the base of the one to that of the other. In like manner, since Euclid says that (4) the ratio of cylinder to cylinder is compounded of the ratio of base to base and the ratio of height to (5) height without exception, then, if the ratio of height to height is the ratio of equality (and) if we then eliminate that ratio, there remains the ratio (6) of cylinder to cylinder as the ratio of base to base in whatever shape it is – circular or square or (7) one of them a circle and the other square, or some other figure than that. Thus, if the shaykh says that the matter is not thus, since if it were (8) as we say it is, Euclid would have mentioned it in his book by way of comment, so when Euclid says nothing about it, we know that the matter is (9) different from that. Then we say, in answer to that, that perhaps Euclid omitted a comment like this because he did not need it for his purpose (10*) even if it is allowed in the proof, as in the first theorem of the tenth book, in which he proves that when there is separated from (11) the larger of two magnitudes more than its half, and from the remaining more than its half and from the remaining more than its half, and that is done (12) continuously, then ultimately a quantity will be reached less than the smaller (of the two quantities). This very same proof allows that if there were separated from (13) the greater of two quantities its half, and from the remainder its half and (we proceed) like this continuously, then eventually a quantity would be obtained less than the smaller quantity. (14) But he did not mention that since he did not need it for his purpose, and the shaykh knows that. And if, after this, he says, "Leave all this and give (15) the proof that the ratio of a circular cylinder to a square cylinder is as the ratio of base to base," (16*) then I say, "I hear and I obey." The proof of that: If the ratio of the square cylinder, whose base (17) is the square A and whose height is the line B, to the circular cylinder, whose base is the circle G and whose height is the same line B, (18) is not as the ratio of the square A to the circle G, then let the ratio of the square cylinder to the circular cylinder be (19) as the ratio of the square A to another area, and let it be D. The area D is larger or smaller than the circle G, so let it first be smaller (20*) than the circle G, if possible.

straight line than the circumference of the circle is from it, because the parts of the circumference of the circle fit (3) on each other and the circumference of the parabola has no such property, and this circumstance separates the circumference (4) of the parabola further from the straight line than (it separates) the circumference of the circle from it. So, with greater reason, since the parabola is not of (5*) the kind of the square according to this then two are not equal. But despite this we find a segment of a parabola is equal to a square (6) by a proper proof: firstly, from the mention of Archimedes in the preface to the *Book of the Sphere and the Cylinder* that he had found it and next (7) in the proof of Thābit ibn Qurra and the proof of Ibrāhīm ibn Sinān and the proof of Abū Sa'd ibn Sahl and other (8) mathematicians who relied on proper proofs, and there is no disagreement about this among people (9) who are acquainted with the contents of the geometrical theorems. It is because of this I say that I am astonished at whomever is acquainted with the contents of the geometrical theorems. (10) As for those who know nothing of these it is no marvel, but my amazement is at their pronouncing judgement on things in contradiction to what (11) geometrical proof shows, since I see them as people who pass judgement on the theorems of Archimedes and the theorems of Apollonios and on (12) what follows from them apart from it without knowledge of these theorems on their part. As for my saying that the ratio of the circular cylinder (13) to the square cylinder is as the ratio of the base to the base when their height is the same, (14) I said this without explanation since this, in my opinion, is too clear to need an explanation. The proof: What we mean (15*) by any kind of cylinder is simply a solid that is (formed) from the product of the base of each of the two with the height of each of the two, and so if there were (16) two level, plane figures. of any shape whatever and if the ratio of one of them to the other is not known (17) in any way at all, when we give to both of them some straight line as a common height – just as we do between (18) two lines – then always the ratio of the product of one of the two (figures) by that line, i. e. one of the two cylinders, to the product of the other figure (19) by that very same line, *i. e.*, the other cylinder, is as the ratio of one of the two figures to the other. And we do not consider the shape of the base of them, (20) beyond their being level, just as we do not consider (for) the bases of the two parallelograms, if (21*) the height of the two of them is equal, the type of their ratio – if they are unknown or known, rational or irrational, or if one of them (22) is irrational and the other is rational, or more exotic that that – once they are two straight (lines), just as when it is (the case of) two plane (surfaces). And the shaykh, (23) just as he does not hesitate to accept that, in taking the common height between two straight lines, be (24) the sort of ratio between them, unknown, doubtful, or known, so he must not doubt about taking the common height (25) between two level planes when one of them is a circle and the other is a square, that this is sound, since the state of the ratio between them (26) is no worse than unknown or doubtful.

existent ratio, according to the sense in which we use it, how could it not be known between the circle and the square (8) while each of them is known. If two magnitudes known then indeed the ratio of one of them to the other (9) is, in our opinion, known – as Euclid proved in the first theorem of *The Data.* How could it not (10) be known, when we are able to find a circle equal to a circle and a square equal to a square so that, if we exchange (middle terms), (11) the ratio of the circle to the square will be as the ratio of the circle that we found to the square that we found. (12) And with respect to every two quantities there exist two quantities in the ratio of the two and so the ratio of one of them to the other is known, as Euclid mentioned, (13*) also. This sense of "known" is not from the point of view of quantity, and so because of this the chord of one degree, (14) I mean one part of the three hundred sixty parts of the circle, is known in the opinion of whoever divides the angle (15) into three equal parts since he found it (the chord), and whatever it is possible to find is, in our opinion, known. Yet, that very same chord (16) is not known according to Ptolemy and the astronomers since by "known" they mean its measure relative to the diameter and so, when (17) we find one and the same thing "known", in the opinion of some people, according to one sense, and "unknown", in the opinion of others, according to another sense, (18) then we know that "known" has two senses, and similarly "known ratio". Clearer than this is that if there were a straight line (19) postulated on which any point whatever falls then the ratio of each of the two sections to the other (20) is known, in our opinion, since each one of the two of them is known, even if we do not know if one of them relative to the other is bigger, (21) or smaller or equal. But according to them what is like this is not known since by "known" they mean the measure of the thing (22) and by "known ratio" the measure of one of the two of them relative to the other, as we said. So, the matter being thus, it is clear that if I had (23) said that the ratio of the circular cylinder to the square cylinder is known in this sense, or (that) the ratio (24) of the circle to the square is known, it would (still) have been permissible; but, I avoided saying that so there would be no uncertainty and no (25) ambiguity regarding "known", which has two senses – as if I understood what would come to the mind of (some) people about this. (26*) I did not use that (expression) since I did not need to use it in the proof I gave that the straight line (27) is equal to the curved line and the area of the circle to the area of the square. And when the matter is thus, (28) it is desirable that the shaykh please examine that theorem once more and ponder it more since I am astonished at people (29) who claim that the area of a circle is not permitted to be equal to the area of a square, and that there is no ratio between the two of them, and who say (so) since the circumference

(134ᵛ:1) of the circle is curved and not of the kind of the circumference of the square, and especially at whomever knows the contents of the geometrical theorems, (2*) since the circumference of the parabola is further from the

to that theorem which I wrote to (13) the shaykh and examined it, but no mention of "known" was in it at all, in any way, and I did not say (14) in it that between the circular and square cylinders there is a known ratio, nor between (15) the circle and the square. I said nothing I do not have need of and I am astonished at his mention of it; although, (16) had I said it, it would have been permissible according to our companions, since we say of a certain magnitude that it is known when it is possible to find an equal to it, (17) and of two magnitudes that the ratio of one of them to the other is known when we are able to find two magnitudes in the ratio of the two, (18) whether they be two lines or two planes, although we may not know whether one of them is greater than, less, than, or equal to the other. For (19*) we do not mean by this aspect of "known" the amount of a thing, nor by "known ratio" the measure (20) of one of them as compared with the other, which is what the algebraists mean by "known ratio" in number and (21) computation and the astronomers (mean) in chords and sines – the amount of one of them as compared with the other. The ratio that they maintain (22) between the circle and the square, that it is not known or it is known, they mean "known" only from the aspect (23) of quantity since they maintain that between the circle and the square there is no equality and no ratio, since (24*) they are not of the same kind, according to their claim. And we say to them "Why is it not permissible for there to be a ratio between them, just as there is between (25) the spherical surface and the cylindrical surface and between the conical surface and the plane surface (26) a ratio of likeness, and (similarly for) others than these, as Archimedes proved in *The Book of the Sphere and Cylinder*, while the difference (27) between these surfaces is most certainly greater than the difference between the two plane surfaces, one of which is a square (28) and the other a circle? And if, in spite of this, the square is not of the kind of the circle according to your claim then it is necessary that none (29) of these surfaces which we mentioned is of the kind of the other and there is no proportionality between them, and yet

(134^r:1) between them there is a proportionality and an equality. Archimedes has proved that, so why is it not permitted that there be between the circle (2) and the square something like that, even though they are not of the same kind according to your claim, (where) we mean by "known ratio" a quantitative ratio? (3) Thus they cannot mean by their doctrine that there is no ratio (of any kind) between these two since they are not both of the same kind, and that if there were (4) it would be found, (for then it would be) as if they do not understand our doctrine, or they doubt Archimedes' proof, or they believe that every ratio (5) that exists between two magnitudes can be found. If they believe that, how ridiculous! Thus it is clear that they intend their statement that the ratio (6) of the square to the circle is not known (to be taken in the sense of) quantitative ratio, not an existent ratio – just as we said. As for (7) the

and the angle ABD is known so the triangle (16*) ABD is known in form. Thus, the angle D is known, and we may produce from G the line GT at an angle equal (17) to the angle D so that the position of the line GT (18) is known. Then we produce from the center E a perpendicular (19) onto the line TG, namely EH, so it will be (20) known in position and it will be terminated at the point (21) Z, so the point Z is known. (22) This proof is more general since it accomplishes both cases (23) together. A third case: If the line AB is not tangent to the circle, but rather disjoint from it (24) and the line BD either passes through the center or does not pass throught it, but, it does bound with the line AB a known angle, (25) namely angle B, then how will we find the tangent line, namely AZD in accordance with the known ratio? A fourth case: (26) If the line AB is a secant of the circle and the line BD either passes through the center or does not pass through it, but it bounds with the line AB (27) a known angle, namely angle B, how will we find the tangent line, namely the line AZD, according to the known ratio? (28) He will have the goodness to show me the way to the derivation of these two cases, God willing, for it is difficult for me. (29) The letter has ended and praise to God, Lord of the Worlds.

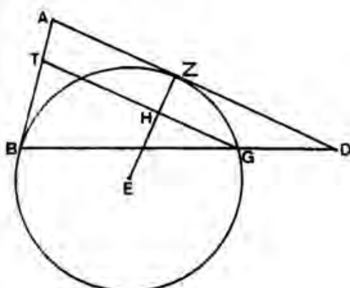


Fig. 7 (for 133r: 12)

(133v:1) The answer of Abū Sahl al-Qūhī (*sic*) concerning the writing of Abū Isḥāq al-Ṣābī (2). The writing of my excellent lord the shaykh arrived answering my two writings, the one, in which was the premier theorem of (3) one of the chapters of centers of gravity, and mention of the two cylinders, the circle and the square, (4) and the other, in which was mention of the discovery of particulars of matters of centers of gravity, and the description of the way to the discovery of the ratio of the diameter (5) to the circumference. I rejoiced first of all at his good health that it showed, and I praised God for it and asked Him for its continuance (6) and the increase in it. In it he wrote he doubted the premises that I used were sound, that (7) the ratio of the circular cylinder to the square cylinder is known, it being necessary for that, that (8) the ratio of the base of one of them, a circle, to the base of the other, a square, is known. He said, "By my life, the ratio of (9) cylinder to cylinder is as base to base if the heights are equal but (10) that is true only of cylinders of the same kind, *i. e.* that are both circular or both square. As for the circular (11) and square, the ratio between these two is unknown." I understood that and know that doubt (12) in the right place is better than certainty in the wrong place, and I returned

precedes them, in order that I might share his certainty as well as the elimination of doubts (21) and the objections of the adversaries. I hope that he will be so good and comply with my wishes for that, one-by-one, (by) the excellence of his grace, and (22) his benefit to me will be complete. Thus he knows, may God support him, that these things are magnificent and of great significance, and when (23) the geometers hear of them they will wonder and desire to know the true state of affairs. Confidence in these things will not come about except with (24) the security of the premises from doubts and objections, and so for this reason I ask that he send them to me, (25*) in order, from beginning to end. A problem was presented to me, may God support the shaykh (who presented it), divided into cases, (26) some of which he elucidated and others of which he did not, and I will explain them so that he may consider them and make me learn the way to the derivation (27) of the remainder of the cases and send his views on it. May God not deprive me of his existence and benefit from him. (28) The circle BG is assumed and a line BA tangent to it at B and the line BGD is its diameter and the point E (29) its center and we want to find a line tangent to it, termintated at the two lines AB, BD as the line AZD, so that the ratio

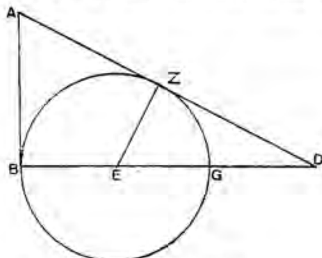


Fig. 6 (for 132ᵛ: 28)

(133ʳ:1*) of AZ to ZD is as a known ratio. The analysis: Since the ratio of AZ to ZD (2*) is known the ratio AD:ZD is known by composition. But it is as the ratio of the product of AD by DZ to the square (3) of ZD, so that the ratio of the product of AD by DZ to the square of ZD is known. We draw ZE, so the angle Z is right, and similarly (4) the angle B is right, so that the points A,Z,E,B are on the circumference of a circle. Thus, the product of BD by DE is equal to the product of AD by DZ and so the ratio of the product of BD by DE to the square of ZD is known. Also (5) the square of ZD is equal to the product of BD by DG, so the ratio (6) of the product of BD by DE to the product of BD by (7) DG is known, and it is as the ratio of DE to (8) DG since BD is a common height. Thus, (9) *separando*, the ratio of EG to GD is known, (10) and EG is known, since it is half (11) of the diameter, and so the line GD is known. Thus the point D is known and hence the position of the line DZA is known. (12) Another case: If the line BD is not a diameter for the circle, (but) rather it is a chord in it that bounds, along with the tangent line AB, (13) a known angle, namely the angle ABD, and we desire that the ratio of AZ to ZD is as a known ratio, (14) then, by analysis, the ratio of AZ to ZD is known (so), when we compose, the ratio of DA to AZ will be known. (15) But AZ is equal to AB, since they are both tangents, (and so the ratio of) DA to AB is known,

the sum of the two planes, it will not happen that the two are parallel to the plane of the horizon. (27) Rather, the side that is near the line AB is heavier than the side that is near the line NS, and the figures and positions are (28) considerably at variance. So how (can we find) the way to guard against that, and is the use of this premise permitted (29) unrestrictedly with the variance that has appeared in it? He will be so good as to inform me what he thinks about that, God willing.

(132ᵛ:1) There came to me some of his news about his trip to Wāsiṭ, so that I was much delighted, and I told myself that he (2) would come to Baghdād so that I will enjoy the sight of him and meeting with him and the benefit from him and conferring with him about these matters (3) and others in person. And when the victorious army arrived I asked Abū Shujāʿ Shahribān ibn Sirkhāb (4) and he informed me of his (Abū Sahl's) return to Basra and he explained to me about his affairs and the affairs of the *Qāḍī* Abū ʿAlī Rībās ibn Barnās, (5) which reassured me except for a feeling of desolation at postponing the meeting, and the difficulty of its realization is still lingering as it was. God will protect both of them, (6*) near and far, with His mercy. When I had finished my writing up to this place, his composition came to me from (7) Abū-l Mufaḍḍal al-Anṣārī. I understood it and was reassured by his health that it showed. I praised God for it (8) and asked Him for its continuance and its increase. I studied the discovery he mentioned he had deduced of the center of gravity (9) of the triangle and its solid the cone, and the discovery of the center of the parabola and its solid and the discovery of the center (10) (of gravity) of the semicircle and its solid, the hemisphere, and I marvelled greatly at it and at the matter that appeared in it, (11) like something natural in the necessity of that succession and arrangement that he explained and showed. And my excitement doubled (12) at the magnificent gift in it, and by God, he never saw the like of himself and we cannot hope to see his like. It pains (13) me that the (present) time and its people do not give him his due. Who will grant to me that some town will bring him and me together in the remainder of my life, (14) so that I might occupy my time with him and with benefit from him? Then I attended to all he mentioned about the discovery (15) of the center of gravity of a section of the circumference of a circle and the proof that the ratio of every arc to its chord is as the ratio of half (16) the diameter of the circle in which it is to the line joining the center of the circle and the center of gravity of that arc, and the discovery (17) of the ratio between the diameter of the circle and its circumference, that it (the ratio) is as the ratio of a number to a number, I mean the ratio of nine (18) to twenty eight. This is astonishing, but more astonishing is the difference between it and what Archimedes sets forth, and (19) he (Abū Sahl) has mentioned that there are fundamental principles and premises for all that, on which he built. For this reason I am greatly in suspense (20) that I might know their consequences and what

place of doubt such as appeared to me in the matter of the ratio between the circular cylinder and (3) the square cylinder. The shaykh assumed the detailing of that to a great extent in the first chapter, then the second, then the third, one- (4*) by-one until the end of the book. I considered the premise used for the centers of gravity, that the ratio of weight (5) to weight is as the ratio of distance to distance inversely, and I found it in need of some condition or limitation depending on the position (6*) and the shape, since, if it is used unrestrictedly, there appears in it, with the generality, something that spoils it. An example of that: If we (7) lay down two planes ABGD, GDEZ, equal to each other and having right angles, and if AB is greater than AE and AG the equal of GE and the side (8) GD common to the two of them, and (if) the center of gravity of the plane ABGD is the point H and the center of gravity of GDEZ the point T (9) and if we want the center of gravity of the sum of these two planes, *i. e.* ABEZ, then if we join the two points H, T (10) with a straight line, which is TH, and we divide it into two halves so that the division falls on the point K, which (11) is on the middle of the line GD, then the point K will be the center of gravity for the sum of the two planes. That is because (12) the division of the distance between the two centers at its half is in the ratio of equality and the compensation and the non-compensation are one. Then, if (13) we fix the plane ABGD in its place and remove the plane GDEZ from its place and we put it in the place (14) of the plane LMNS, on the condition that the line LN is (15) the equal of the line GD and the line LM the equal of the line GE (16) and the line LK the equal of the line KM, and the point 0 (17) is the center of gravity of the plane LMNS, then we seek (18) the center of gravity of the sum of the two planes ABGD, LMNS (19) it is necessary that we extend the line HKT to the point O. (20) Then we divide the line HO into two halves at the point (21) F, so the point F will be the center of gravity of the sum of the two of them according to what the premise necessitates. But the point K was already the center (22) of gravity of the sum of the two of them, and so the two centers differ along with the difference of the two places whereas the two weights did not change from (23) their state of equality. So if we require that the center of gravity of the two of them is the first point, K, (24) then the point K is not on the middle of the distance HO and in that it violates the premise; but, if we require that (25) the center of gravity of the two planes ABGD, LMNS is the point F, which is half the distance HO, then we imagine (26) that we put on the point F an attachment and by it we raise



Fig. 5 (for 132r: 7)
We have followed C in the relative positions of the letters on line HO.

that most of my research in this matter is but to bring (4) me near to him, and so much as he reads me (my works) and is pleased with me so will my activity be in that. If we do not seek to please (5) him in that (matter) in this age of ours whom will we seek to please, and if we do not glory in him then in whom will we glory, and whom, in this time of ours, (6) do we and our scientific colleagues have in this science other than him, and who except him knows the (same) amount of this science? (7) Surely God will prolong his life and will continue his grace. May He not deprive me of him, (in) His grace and His Mercy. (8) End of the epistle and much praise to God and prayers (9) on the Chosen Muḥammmad and his family, the good (?). (10) In the name of God the Merciful, the Compassionate, I rely on God (11) The letter of Al-Ṣābī to Abū Sahl al-Kūhī, of whom he asks the view concerning doubts that occurred to him about what he derived. May God the Exalted have mercy on both. (12) My writing. May God lengthen the duration (of life) of the shaykh. As for (my) health, may God be praised, the Lord of the Universe. The writing of the shaykh arrived some time (13) ago, including the theorem which he made about the discovery of a straight line equal to the circumference of a circle and the existence (14) of a rectilineal area equal to the area of a circle, and according to it he made his position, and I approved (15) the method he followed except I doubted the premise that he used was sound, namely that the ratio (16*) of the circular cylinder to the square cylinder is known. For that it is necessary that the ratio (17) of its base, a circle, to its base, a square, is known, and by my life the ratio of the cylinder (18) to the cylinder is as the ratio of the base to the base if the two heights are equal, but (19) that concerns two cylinders of one kind, I mean if the two are both circular or both square, so that if (one) is circular and (the other) is square (20) the ratio between the two of them is unknown. Thus, if the shaykh has a proof of this that has already preceded, or a basic principle on which he has built, he will be so good (21) as to present it to me and benefit me by it. Indeed my heart is much in suspense over this matter since, may God support him, he knows that the ancient (22) geometers died while in their hearts was despair of discovering what he discovered, but (it was) impossible (for them). It is with his superiority and his high (23) rank that he found what they did not find. Also, my heart is in suspense over the knowledge of the things that he derived about centers (24*) of gravity. Without doubt they are wonderful, since we did not obtain a complete book on this science, I mean centers of gravity, (25) nor was there done any satisfactory work by one of the ancients or one of the moderns. In my opinion it is in the rank of a separate art, which (26) needs to have a book of basic principles. But what I prefer is to dwell on what he deduced one-by-one and chapter-

(132^r:1) by-chapter and step-by-step until there comes to me knowledge of the basic principles on which it is built and there remains (2) in myself no

product of the arc BG by the line DE is equal (5) to the square of the line BD. Furthermore, since the ratio of the line ZD to the line DB is as the ratio of three to two, the ratio (6) of the square of the line ZD to the square of the line DB is as the ratio of nine to four. Also, the square of BD is equal to the product (7) of the arc BG by the line DE, and (so) the ratio of the square of ZD to the product of the arc BG by the line DE is as the ratio of 9 (8) to 4. Further, the ratio of the product of the arc BG by the line DE to the product of the arc BG by the line ZD is as the ratio (9) of four to nine and a third since the two of them are in the ratio of three to seven, and *ex aequali* the ratio (10) of the square of the line ZD to the product of the arc BG (11) by the line ZD will be as the ratio of nine to nine (12) and a third, and the ratio of the product of the arc BG (13) by the line ZD to the product of the arc ZT by (14) the line ZD is as the ratio of the arc BG to (15) the arc ZT since the line ZD is a common altitude to the two of them. Also the ratio of the arc BG to the arc ZT is as the ratio (16) of the line BD to the line ZD since the two arcs BG, ZT are similar and D is the center of the circle. Further, the ratio of the line BD (17) to the line DZ is as the ratio of two to three, so the ratio of the product of the arc BG by the line ZD to the arc ZT (18) by the line DZ is as the ratio of two to three, which is as the ratio of nine and a third to fourteen. *Ex aequali* (19) the ratio of the square of the line ZD to the product of the line ZD by the arc ZT will be as the ratio of the line ZD to (20) the arc ZT and so the ratio of the line ZD to the arc ZT is as the ratio of nine to fourteen and the ratio of twice (21) the arc ZT, the arc HZT, to twice DZ, the line HT, is as nine to fourteen. (22) But the line HT is the diameter of the circle and the arc HZT is half its circumference, so the ratio of the diameter to the whole circumference (23) is as the ratio of nine to twenty-eight, and it is as the ratio of a number to a number. So the circumference turns out (24*) to be three likenesses of the diameter and a ninth. Thus, when that occurred to us we looked into the work of Archimedes in which he says that (25) the circumference of the circle is less than three likenesses of its diameter and ten parts of seventy parts, I mean (26) the seventh, and this is conformable to our dictum, not contradictory to it, since the ninth is less than the seventh without doubt. However, (27) he also says in it that it (the circumference) is greater than three likenesses and ten parts of seventy-one parts, and this (28) is not conformable unless he says ninety-one parts in place of seventy-one parts so that it is conformable. (29) And according to us it is no more (serious) than that. We do not suspect any of the ancients (of being anything) but beautiful and good, so how much more Archimedes, (131^{v}:1) the leader in that. If the shaykh is eager to examine the proof of these theorems, which I said are premises (2) for this theorem, before my meeting with him, let him write with what he wants of them, in order that I might separate it off from the chapters along with their premises (3) and I will send it to him and will take great pride in his examining it. God knows

theorem since that straight line (15) is always equal to an arc of the circumference of the circle. This is a wonderful thing that has not been mentioned. The example of that. (16) If the arc AEB is part of the circumference of the circle whose (17) centre is G and whose radius is GE, (18) and the center of gravity of the arc AEB is the point D, (19) I say that the ratio of the arc AEB to its chord (20) AB is always equal to the ratio of the radius, (21) EG, of the circle to the line GD, and it is between the center of the circle and the center of gravity of the arc AEB, (22) *i. e.*, the point D, and I proved that the straight line GD is always equal to a curved line from the circumference (23) of the circle. All of these things are from the totality of the theorems of the *Book of Centres of Gravity*. As for the ratio of the diameter to the circumference (24) (being) equal to the ratio of a number to a number it is not part of it (the totality), but when these facts from (the science of) the centers of gravity occurred to us (25) we looked into the matter of the diameter (compared) with the circumference and we postulated the semicircle ABG of the circle whose (26) center is D, and the line DB perpendicular to the diameter AG, and the point E, the center of gravity of the arc ABG, and we knew (27) that the ratio of the arc ABG to the line AG, its chord, is equal to the ratio of the radius of the circle, the line (28) BD, to the line DE, since we proved that concerning every section of the circumference of a circle so particularly for the semicircle. (29) Then we made the ratio of the line DZ to the line DB equal to the ratio of three to two and we drew about the centre D and with distance

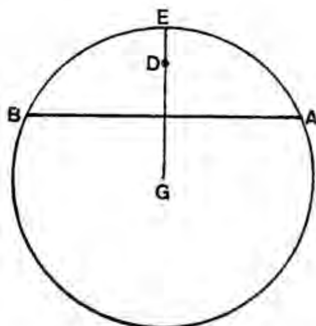


Fig. 3 (for 130^v: 16)

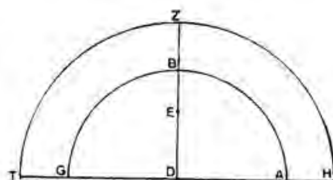


Fig. 4 (for 130^v: 25)

(131^r:1) DZ the circle HZT so that the point E is the center of gravity of the surface of the semicircle HZT also, as we said. (2*) Since the ratio of the line BD to the line DE is equal to the ratio of the arc ABG to the line AG it is equal to the ratio of half (3) the arc ABG, the arc BG, to half the line AG, the line BD, since the point D is the center of the circle, and the ratio (4) of the arc GB to the line BD is equal to the ratio of the line BD to the line DE. Thus the

to (21) the ratio of one to four (parts) (22) of the diameter, and of the paraboloid (23) according to the ratio of two (24) to six, and of the (hemi) sphere according to the ratio of three to eight. Now the planar (figures). As for the center of gravity (25) of the triangle (it occurs) according to the ratio of one to three, and of the parabola according to the ratio of two to five. (26) and of the semicircle according to the ratio of three to seven. And this is a chart for htat.

(27*)	Center of gravity:	
	of the triangle according to one of three	(1 of 3)
	and of the cone according to one of four	(1 of 4)
(28)	and of the parabola according to two of five	(2 of 5)
	and of the paraboloid according to two of six	2 of 6
(29)	and of the semicircle according to three of seven	3 of 7
	and of the hemisphere according to three of eight	3 of 8

(130ᵛ:1) (1) This is the natural sequence in which we found the centers of gravity and we were amazed at the occurrence of this arrangement. Next, (2) one theorem is a premise for the discovery of the center of gravity of a section of the circumference of the circle, and it has premises also. And it (the first-mentioned theorem) is that (3) if there are two sectors of two concentric circles, and the ratio of the radius of one of the two to (4) the radius of the other is the ratio of 3 to 2, and they are similar (sectors), then the center of gravity of the arc of the (5) smaller of the two and the center of gravity of the surface of the larger of the two is one. An example of that. If the point E is the center of two circles (6) AB,GD and the line EBD is straight, (7) and similarly the line EAG, and the ratio of the line GE (8) to the line EA is equal to the ratio of three to two (9) and the center of gravity of the arc AB is the point Z then the point Z is the center of gravity of the surface GED, the sector, also. (10) I proved that in the chapter whose (11) premier theorem I sent in (12) the writing which I wrote before that. In that chapter is also another theorem and it is the proof that the ratio (13) of every arc to its chord in the circle is equal to the ratio of the radius of that circle to the line between (14*) the center of the circle and the center of gravity of the arc, and it is a good (and) very remarkable

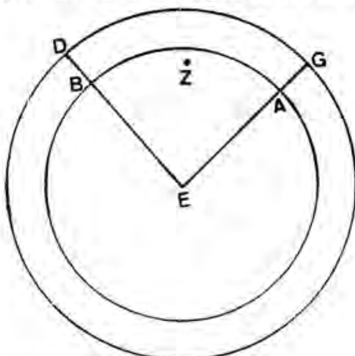


Fig. 2 (for 130ᵛ: 5)

are of the sort of those figures which he derived and started with, and that is his own investigation (28) into the chords of the arcs of the circle just as Apollonius looked into the straight line in *The Determinate Ratio.* (29) For this reason I simply must meet with him (Abū Isḥāq) and get his opinion and his help in the completion of these

[1] (130r:1) theorems, and I hope that the meeting will be soon, God willing. However, if the shaykh wants that before (2) the meeting and he simply must have it, then I must have those theorems which he has and I do not in order that I might look into them for the relatioship (3) of their arrangement and their method since they are (the right ones) for my business with the theorems of the centers of gravity. As for the centers of gravity, (4) there remains of them a slight thing until six consecutive chapters are finished, four of them which I have done here (5) in Basra and two there in Baghdad. Then there will be done after that, God the Exalted willing, a chapter in which there are problems about centers (6) of gravity and it will be the best of the chapters and biggest of them. Next chapters will be appended to this chapter about the matters of the centers (7*) of gravities, three or four (chapters about) liquid and non-liquid bodies. After all this (introductory detail I turn to) the first of these chapters, (8) God willing. As for the four chapters which I did here. all of them point to (9) an arrangement of deeds of the Creator, to Whom belong might and majesty, like the things that are in Archimedes' *Sphere and Cylinder.* Are we not (10) astonished at the occurrence of the sphere's happening (to be) two thirds of the cylinder according to what he described and proved, and at the paraboloid, (11) that it is its (the cylinder's) half as Thābit ibn Qurra proved, and at the cone that it is its third as the ancients made plain? (12) And so we found in the matters of centers of gravity an arrangement more wonderful than that. Among them (our discoveries) is that if we rotate (13) the semicircle ABG, whose center is D, along with the parabola whose axis is BD, and along with the rectilineal triangle ABG (14) around the line BD perpendicular to the line AG, so that there results from the rotation of the semicircle (15) a hemisphere and from the parabola the paraboloid and from the triangle a cone, then (16) the cone is a solid for the triangle as the paraboloid is for the parabola and the hemisphere for the semicircle. (17) We found the arrangement for these solids, as regards centers of gravity, more wonderful than the corresponding arrangement for measurement. As for the centers (18) of gravity of these solids, (19) the center of gravity of the solid of the triangle, (20) I mean the cone, falls according

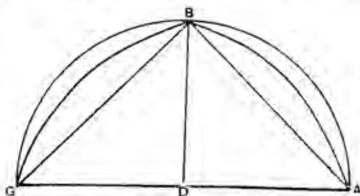


Fig. 1 (for 129v: 13)

1 *Small letter because it is a continuation of the previous sentence. We left it thus for the simplicity of printing. And this form is used throught the article.*

letter, may God extend the duration (of the life) of my lord the excellent shaykh, (composed) Sunday, the eighth of Ṣafar, is from a state of health, for which I praise (4) God and ask its like for him. The writing of my lord the shaykh reached me a long time ago (5) with the praiseworthy, sound investigation, which is his wont, and I wrote a reply to it in which I asked things to which (6) I am still awaiting an answer, and there was nothing from him about that until now. The length of time since he last wrote fills me with worry (7) as does the interruption of that praiseworthy subject matter, so I wrote this letter seeking to know his news, may God make it good, (8) and asking that he complete those things. Among them, may God support him, he mentioned to me in the writing that came from him his discovery (9*) of the centre of gravity of a segment of the circumference of a circle, and that he found the proof that the ratio of the diameter to the circumference equals the ratio (10) of a number to a number, and other results of his, and I asked him, may God not deprive science and scholars of him, (11) that he present me with the whole of his discoveries, especially that the ratio of the diameter to the circumference equals the ratio of a number to (12) a number, for it is a thing I myself was striving mightily to know and to use. And I reminded him of what (13) he promised me namely that he will complete his book about centers of gravity and will (send) a copy of it to me, (14*) and the remaining theorems of the second book of the treatise of Apollonios on the *Cutting-off of a Determinate Ratio*. (15) I am returning to and repeating the questions about all of that, and if he will be so gracious to me, may God support him, as to send it to me, either all together (16) or singly, according to his convenience, along with mention of his news and his circumstances and the course of his affairs and the obstacles of his (17) necessities and whether he intends to return to the City of Peace (Baghdad), so that we may feed on hope and busy ourselves with wishes, then (18) God knows my longing for his opinion and my lonliness because of his separation (from me). My lord the shaykh has power over what he sees (19) and he will grant it (my request) in that (matter), God the Exalted willing. (20) Copy of the answer from the shaykh Abū Sahl al-Kūhī (21) the letter of my lord the excellent shaykh arrived and I understood it. I was reassured by his health and I praised God for it, (22) and what was mentioned of the book of centers of gravity, the discovery of the center (of gravity) (23) of a sector of a circle, the ratio of the diameter to the circumference (being) equal to the ratio of a number to a number, and the remainder of the theorems of *The Determinate Ratio* of Apollonios. (24) As for my view, singly, about the remainder of the theorems of *The Determinate Ratio*, my opinion is that there does not follow from it what we want (25) and it is not complete except with him and with his help, and its aspect is like what was in the theorems that originated with him and with his help. (26*) I also thought of something else, namely, that in the beginning of the second book of this treatise there are three or (27) four circular figures, and I think that they

Third Letter: (Extant, the first of the present correspondence.) This is written by Abū Isḥāq to express his worry at the interruption in the correspondence and to repeat the requests of the previous letter.

Fourth Letter: (Extant, the second letter of the present correspondence.) Abū Sahl writes to Abū Isḥāq and says they must meet soon to discuss the theorems in *The Determinate Section*. He refers to a book he has written on centers of gravity, of which he has completed six chapters and plans to write four or five more. He introduces his chart on centers of gravity and states two theorems dealing with centers of gravity of sectors and arcs of circles. Finally, he uses the chart and the above results to show that π has the value 28/9.

Fifth Letter: (Extant, the third of the correspondence.) From Abū Isḥāq to Abū Sahl, in which he says he does not believe the ratio of a circular cylinder to a square cylinder of the same height is known. Further, he constructs what he believes is a counter-example to the unrestricted validity of the law of the lever. After praising the lovely relationships revealed in Abū Sahl's chart of centers of gravity, he attacks the value of π Abū Sahl derives and cites its inconsistency with the lower bound established by Archimedes. Finally, he states a problem concerning a given circle cut by at least one side of a given angle.

Sixth Letter: (Extant, the fourth of the present correspondence.) From Abū Sahl to Abū Isḥāq, in which he discusses the various senses of the word "known" as it applies to ratio as well as the question of when two magnitudes are of the same kind. He concludes with a proof that the ratio of two cylinders, of the same height, whatever level planes be their bases, is as the ratio of these bases. Next, Abū Sahl exposes the error in Abū Isḥāq's counterexample to the law of the lever, and he shows that not every line through the center of gravity of a triangle, for example, divides it into two parts having equal areas. In the following discussion, Abū Sahl emphasizes that he has given a proof of the law of the lever, and he distinguishes between "generally accepted" and "necessary" premises. Then he turns to his chart and admits that, although he has proved only five of the six entries, the beautiful pattern of the chart gives him confidence that the sixth – on the location of the center of gravity of a semicircle – will turn out to be as true as the others. As for the discrepancy between the value for π obtained from this result and the bounds established by Archimedes, he argues that the style of argument in *Measurement of the Circle*, with its use of approximative methods, is quite unlike that of any other known work of Archimedes, and thus the work is not genuine. Finally, the letter ends with the construction that solves Abū Isḥāq's problem and a proof of the validity of this construction.

II. Translation

(129^v:1) In the name of God, the Merciful, the Compassionate. I ask him for help. (2) The letter of Abū Isḥāq al-Ṣābī to Abū Sahl al-Kūhī (3) My

letters in the text referring to points in the diagrams, since they reveal that *D* is wrong whenever *C* is wrong. In addition, *D* contains errors of its own, for example, the "slip of the eye" of the scribe of *D* on 131ʳ: 11, 12 in passing from one *fī* to the next and so omitting these two lines. The foregoing are grounds for believing that *D* is a copy of *C*. However, the fact that all MSS omit a phrase in 135ʳ: 28 and all have the incorrect ZT (clearly pointed) for DT in 139ᵛ: 7 suggests all three ultimately derive from the same copy of the correspondence.

In the translation parentheses enclose words we have supplied, either to amplify the text when it appears to be elliptical or to enclose translations not of the text but of what we feel the text must have been when Abū Sahl or Abū Isḥāq wrote it. Parentheses also enclose references to figures in the manuscripts, and these figures are copied as nearly as possible from AS 4832. They are essentially the same as those in the Cairo MS, while the Damascus MS has only blank spaces where figures ought to be.

In transliterating the letters denoting points in geometrical diagrams we have followed the system of Kennedy and Hermelink (17), as far as it goes (to *shīn* in the abjad order), which we complete as follows:

ت = t	ض = d
ث = θ	ظ = z
خ = k	غ = Γ
ذ = Δ	

This represents a slight modification of a system proposed by A. I. Sabra incorporating suggestions of Y. Dold Samplonius and J. Hogendijk (private correspondence from J. Hogendijk).

The Correspondence in Outline

Since the correspondence occupies over 20 folio pages and ranges over a large number of topics the reader may find the following brief overview of the correspondance and its contents useful.

First Letter: (Not extant) From Abū Sahl to Abū Isḥāq. This letter states Abū Sahl's results on the center of gravity of an arc of a circle and announces the rationality of π . Abū Sahl promises to send a copy of his book on centers of gravity as well as the "remaining theorems" of Apollonios' *The Determinate Section*, *Book II*.

Second Letter: (Not extant) From Abū Isḥāq to Abū Sahl. This letter requests details on the subjects Abū Sahl has mentioned in the previous letter, especially about the value of π .

Some time passes and Abū Sahl does not reply. This prompts Abū Isḥāq to write again.

knew, and it contains an extended discussion of a difficult geometrical problem not previously encountered in the literature.

For these reasons we think it worthwhile to present an English translation of the entire correspondence, accompanied by an edition of the (text based on the three extant manuscripts. Our translation is followed by a series of commentaries, including a short study of the metamathematical issues discussed and a final commentary on the geometrical problem referred to above.

Our previous study was based on a copy of the Istanbul MS. AS 4832 supplied to us through the kindness of A. I. Sabra. Subsequently, D. King sent a copy of the same correspondence found in Cairo, and the authorities of the Ẓāhirīya Library of Damascus provided a copy of the remaining version of the correspondence.

We employ the following sigla for our discussion of the three MSS. on which our edition is based (dates as in Sezgin (30), V, pp. 320, 402):

(*I*) : MS Ayasofya 4832, 129^{v} – 140^{r} (5th Cent. Hijra = 11th C. A. D.)

(*C*) : MS Cairo Dār al-Kutub, rīyāḍ. 40m, 209^{v} – 221^{v}
(from 12th Cent. Hijra = 17th C. A. D.)

(*D*) : MS Damascus, Ẓāhirīya, 5648, 196^{v} – 214^{v}
(from 14th Cent. Hijra = 20th C. A. D.)

Both *C* and *D* are written in neat hands and are carefully pointed; however, *D* has no diagrams and its scribe has left out phrases and even whole lines in several places. Though not so carefully pointed, *I* has a complete text with all diagrams and about the same number of scribal errors as *C*. Thus, we have referred our translation to *I* and have used the notation ($X^{r/v}$: Y) to denote line Y of folio X, side 1 (r) or 2 (v), whereas, (Y) alone refers to line Y of a folio already mentioned. An asterisk following Y refers to the General Commentary, Sec. V, and we have included in the text parenthetical references of the form (*I* 130^{v}), for example, to indicate where the various folios of the source manuscripts begin. Three orthographic differences between the text of *I* and those of *C* and *D* are that in *I* "Aristotle" is أرسطاطالس , while in *C* and *D* it is أرسطاطاليس , in *I* the name "Euclid" is أقليدس while in *D* and *C* it is أوقليدس , and *D* and *C* always write القوهي for *I*'s الكوهي (although *I* once spells it with a qāf). The closeness of *C* and *D* in matters of detail is well-illustrated by both referring to the area NLMS on 135^{v}: 18 of *I* as the area LMNS. Another example is a series of pious phrases, identical in *C* and *D* at the end of letters, but which do not appears in *I*. On the other hand, there are enough places in the mathematical parts where the scribes of *C* and *D* have correctly written something that is erroneous in *I* to establish that *I* was not the source of *C* or *D*. In addition, only in *I* are letters referring to points in geometrical diagrams written with bars over them. We have not listed common orthographic variants, such as ثلاثة vs. ثلثة ; however, we have recorded variations in

The Correspondence of Abū Sahl al-Kūhī and Abū Isḥāq al-Ṣābī: A translation with Commentaries

J. L. Berggren*

I. INTRODUCTION:

In 1979 J. Sesiano and the present author independently presented studies of a portion of the correspondence between Abū Sahl al-Kūhī and Abū Isḥāq al-Ṣābī, (see (29) and (6)). Abū Sahl, who enjoyed the patronage of the two Būyid rulers ᶜAḍud al-Dawla and his son Sharaf al-Dawla, was famed as a mathematician, astronomer and one skilled in the craft of observational instruments (see Qifṭī (25, pp. 351-354). In 359 A. H. (969/70 A. D.) he assisted in observations of the sun at Shīrāz and by 378 A. H. (988/989 A.D.) he was sufficiently respected to be put in charge of the observations ordered by Sharaf al-Dawla in Baghdād. These observations must have been regarded as being of some importance, for Abū Sahl had them witnessed (and the record signed) by a group of people including two *qāḍīs* (judges), the celebrated astronomers Abū Ḥāmid al-Ṣaghānī and Abū'l-Wafā' al-Būzjānī, and his correspondent Abū Isḥāq al-Ṣābī. Abū Isḥāq was a high official under the Būyid rulers Muᶜizz and ᶜIzz al-Dawla but then fell into the disfavor of ᶜAḍud al-Dawla, only to be freed from prison by ᶜAḍud's son Sharaf al-Dawla. He lived but six years after the observations he witnessed in 378 since, according to *E. I.* (19), he died in 384 (994). The two letters in the present correspondence are the only writings on mathematics attributed to him, and he seems to have been an enthusiastic amateur whose many official duties left him little leisure for a pastime he much enjoyed.

The studies mentioned in the previous paragraph dealt with but two of the many topics discussed in this correspondence, namely the barycentric theorems Abū Sahl had proved and, on the basis of one he had conjectured, his unfortunate proof that the ratio of the circumference to the diameter of a circle is equal to 28/9. (In the remainder of the paper we shall refer to this ratio as π, though this symbol was foreign to medieval mathematics). We shall not repeat the contents of those studies here; however, the correspondence offers us a chance to read the mail of two important figures of the late 4th Hijra Century, (10th c. A. D.) whose spirited discussion of mathematical issues, conducted with elaborate politeness, reveals much about the attitudes of an important mathematician and an interested layman of that time. In addition, it tells us more about the travels of Abū Sahl and the people he

* Department of Mathematics, Simon Fraser University, Burnaby, B. C. V5A 156

APPENDIX A

The Arabic text of al-Bazdawī's treatise edited from MS Cairo Dār al-Kutub B 19385

رســالة في سمــت القبلة ص ١

دافيد كينج

(١) // بسم الله الرحمن الرحيم الحمد لله العلي العظيم الحليم الكريم الحكيم ص ٢
العليم الملك الحق المبين ذي العزة والقوة المتين على ماأنعم علينا مــن أنواع الفضائل ومكارم الأخلاق والشمائل والصلاة على رسوله المصطفى الأمين المجتبى المكين وعلى آله وأصحابه وأزواجه الطاهرين أجمعين .

(٢) قال الشيخ الإمام والقرم الهمام صـــدر الإسلام أبو اليسر البزدوي[١] رحمه الله أما بعد فإن أعظم العبادات بعد الإيمـــان بالله تعالى الصلاة[٢] فإن النبي عليه الصلاة والسلام قال الصلاة عماد الدين فمن تركها فقد هدم الإيمان وجعل[٣] الإيمان بلا صلاة كالبيت المنهدم والدار المنهدمة[٤] دار إلا أنه لا يمكن الانتفاع بها فدلنا هـــذا الحديث أن الصلاة من أعظم العبادات وأن تاركها ليبطل[٥] إيمانـــه .

(٣) ثم كل مـــن هو يحتاج إلى أداء الصلاة في كل يوم مراراً كثيرة لا يقدر على أدائها إلا بعد معرفة أركانها وشروطها ومن شروطها التي تحتاج إليه في كل صلاة التوجه إلى الكعبة فلا بد من معرفة الكعبة انها في أي جهة فإن السلف من الأئمة رحمهم الله وضعوا مسائل كثيرة في كل شرط من شروطها وأظهروا دلائل صحتها وما اكتفوا فيها بالتقليد وكذلك وضعوا مسائل كثيرة في الزكـــاة // وإن كان أكـــثر الناس لايحتاج إلى معرفـــة مسائل الزكاة ص ٣
ووضعوا مسائل كثيرة في الصوم وإن كانت الحاجة تقـــل إلى معرفة مسائله[٦] ووضعوا مسائل النكاح والطلاق والبيوع والجنايات ومسائل أخرى في[٧] كل

ملاحظة : كل ماورد في الحواشي هو وارد في الاصل ، إلا ماذكر خلافه .

١ – البزدوى   ٢ – ناقص   ٣ – جعل   ٤ – المنهدم
٥ – لايبطل   ٦ – مسائلها   ٧ – اخر

فن واتبعوا دلائلها وتأملوا فيها وما اكتفوا فيها بالتقليد وإن كانت عامة الناس لايحتاجون إلى تلك المسائل في عامة الأزمان نظراً للناس حتى إذا وقع لإنسان حاجة يجدها أو يجد مثلها ولا يتحير فيها وكان أبو حنيفة رحمه الله رئيسنا في وضع المسائل بدلائل وأصحابه[1] بعده تأملوا في تلك المسائل وكذلك فقهاء الأمة من غيرهم رحمهم الله فما وجدوا له دليلاً يدل على صحته اعتقدوه وقالوا به وما لم يوضح لهم دليل صحته طرحوه ولم يكتفوا بالتقليد[2] .

(٤) ثم إن السلف من الأئمة أكثرهم أعرضوا عن التأمل في أمر القبلة واكتفوا بالتقليد وإن كان وضع القبلة ليس بواجب عليه[3] التقليد وإنما فعلوا ذلك لأنه لم يكن لهم آلة معرفة القبلة فإن القبلة لا تعرف إلا بعلم الحساب وما كان لهم بصر بالحساب فقلدوا غيرهم لعجزهم عن معرفتها بالدلائل فإن عامة السلف من الأئمة ما كانوا اجتهدوا في علم الحساب وقد كان لبعض أصحابنا // بصر في علم الحساب فطلبوا دلائل القبلة ووقفوا عليها ولكن ص ٤
لم يصنفوا فيه كتاباً لغموض علم الحساب ولإعراض أكثر الناس عن علم الحساب خصوصاً الفقهاء منهم وبعضهم صنفوا كتباً ولكن صنفوها غامضة لا يقف على ما فيها إلا المتبحرون في[4] علم الحساب فتعطلت تلك الكتب وبقي التقليد في الناس أجمع .

(٥) ثم إن بعض المتأخرين من أصحاب الشافعي ممن لم يشم رائحة الحساب بما وراء النهر وخراسان خطأوا السلف الصالح وحرفوا القبلة ما بين مشرق الشتاء ومغربه واعتمدوا على حديثين أحدهما ما[5] رووا عن النبي عليه الصلاة والسلام أنه قال القبلة ما بين المشرق والمغرب والثاني ما رووا عنه عليه الصلاة والسلام أيضاً أنه قال لا تستقبلوا القبلة عند الخلاء ولا تستدبروها ولكن شرقوا أو غربوا وهذان الحديثان لا تعرف صحتهما لأن ما رواهما[6] الثقات في كتبهم ثم وإن ثبت فلا يخفى على عاقل أن الاحتجاج بـه غير صحيح فإنه يعرف كل عاقل ببديهة عقله أن قبلة البلاد كلها لا تكون بين المشرق والمغرب وإنما تكون قبلة بعض البلاد وليس في حديث النبي عليه الصلاة والسلام أن

١ – با ٢ – واضح ٣ – ناقص ٤ – من ٥ – ناقص
٦ – روى

ص ٥ هذه القبلة قبلة أي ناحية فلا يصح التعلق بهذين الحديثين فإن قالوا // قد روى قبلة أهل العراق ما بين المشرق والمغرب فنقول[1] هـــذه الزيادة ليست بصحيحة فإن العراق لم تكن فتحت يومئذ فالأولى[2] أن المراد من هذين الحديثين قبلة أهل المدينة فإنها بين المشرق والمغرب .

(٦) وإن السلف الصالح وضعوا قبلة ما وراء النهر وخراسان حين فتحوا البلاد إلى مغرب الخريف وهو المغرب عند استواء النهار والليل فالشمس إذا نزلت في برج الميزان ومضى عشرون يوماً حتى قطعت قريباً مـــن عشرين درجة فمن واجه الشمس عند الغروب فتلك القبلة التي وضعها أولئك السلف وهو وقت فراغ عامة بخارى مـــن زراعة الحنطة والشعير وكذلك إذا نزلت الشمس في برج الحمل .

(٧) وما ذهب أصحاب الشافعي منهم إليه من تحريف القبلة خطأ محض لا يخفى خطأه على من له عقل كامل وتأمل قليل تأمل فضلاً من أن يكون شم رائحة من الحساب فإنه إنما يستقيم أن تكون قبلة بلاد ما وراء النهر وخراسان ما[3] بين مشرق الشتاء ومغربه إذا كانت هـــذه البلاد مساوية لمكة في الطول أو طول هذه البلاد قريباً مـــن طول مكة كطول مكة مع طول المدينة يعني بالطول بعد البلدة مـــن بحر المغرب المحيط بالأرض وبعد مكة من بحر المغرب سبع[4] وستون درجة وبعـــد بخارى[5] // من بحـــر المغرب ســـبع[6] وثمانون ص ٦
درجة وبعد سمرقند منه تسع[7] وثمانون درجـــة وبعد نسف منه ثمان[8] وثمانون درجة فيكون التفاوت بين بعد مكة وبعد بخارى عشرين درجة وكل درجة قريبة[9] من خمسة وعشرين فرسخا فيكون التفاوت بين مكة وبخارى في الطول خمسمائة فرسخ أو قريباً منه وبين سمرقند وبين مكة التفاوت أكثر من هذا في الطول وكذلك بين مكة ونسف فمن جعل وجهه إلى ما[10] بين مشرق الشتاء ومغربه لا يكون متوجهاً إلى مكة بيقين وبينهما من البعد في الطول قريب من[11] خمسمائة فرسخ[11] فمن جعل وجهه إلى ما بين مغرب الشتاء ومشرقه يعلم يقينا

١ – نقول ٢ – على ٣ – با ٤ – سبعة ٥ – وبعد بخارى (مكرر) ٦ – سبعة ٧ – تسعة
٨ ثمانية ٩ – قريب ١٠ – ناقص ١١ – خمسين فرسخا : خمسائة فرسخ (انظر ص ٤ رقم ١٣)

أنه لا يكون متوجها إلى مكة لأن بعد[1] ما بين مكة وبخارى في الطول خمسمائة فرسخ فإذا قد[2] وقع اليقين على خطأ ما أحدثه المتأخرون من أصحاب الشافعي في[3] القبلة .

(٨) وأما القبلة التي وضعها الذين فتحوا البلاد وهي التي يصلي عليها أصحاب أبي[4] حنيفة رحمه الله ففيه انحراف إلى يمين المصلى وهو يسار القبلة فإن وجه القبلة إلى المشرق فإنا قد ذكرنا أن هذه القبلة إلى مغرب الاستواء وهو وسط المغارب ومغرب الاستواء ليس بمساو لهذه البلاد في العرض وإنما يستقيم هذا إن لو كان عرض هذه // البلاد وعرض مكة سواء وبينهما مقاربة في العرض ص ٧
حتى يكون المحاذي لمغرب الاستواء محاذياً لمكة وبين مكة وهذه البلاد تفاوت عظيم في العرض فإن عرض مكة إحدى وعشرون درجة وعرض بخارى ثمان[5] وثلاثون درجة وعرض سمرقند أربعون درجة وعرض نسف قريب من ست[6] وثلاثين درجة ويعني[7] بالعرض بعد البلدة عن خط الاستواء وهو وسط السماء[8] فإن العمران[8] كلها في أحد النصفين من الأرض وهو النصف الذي في يسار القبلة وكان بين مكة وبخارى من التفاوت في العرض[9] ست عشر[9] درجة كل درجة قريبة[10] من خمسة وعشرين فرسخا فيكون بينهما من الفراسخ أربعمائة فرسخ وبين مكة وسمرقند التفاوت أكبر[11] فلا يستقيم البتة أن يكون المحاذي لمغرب الاستواء متوجها إلى مكة لما بينهما من التفاوت الكبير[12] في العرض قريب من[13] خمسمائة فرسخ[13] ولأن الشمس تغرب عند الاستواء على يسار مكة لاموازياً لمكة فلا يكون المتوجه إلى المغرب يومئذ متوجهاً إلى مكة وإنما وقع[14] لهم هذا الغلط لأنهم وضعوها[15] بالتحري من غير أن تكون[16] لهم معرفة بالحساب والمتحري عامل بلا دليل بل هو عامل بتحكيم القلب وكثيراً ما يخطئ المتحري ولكن مع هذا تجوز[17] صلاة المتحري إذا لم يكن معه دليل آخر[18] ومن صلى ولا دليل معه[18] فتكون صلاته جائزة وصلاة من تقلدهم كذلك ولكن // إذا بين إنسان ص ٨

١ — البعد ٢ — ناقص ٣ — من ٤ — أبو
٥ — ثمانية ٦ — ستة ٧ — وتعين ٨ — فإن العمران : قال العمراني
٩ — ست عشر : ستة عشر ١٠ — قريب ١١ — اكثر ١٢ — الكثير
١٣ — خمسين فرسخاً : خمسائة فرسخ ١٤ — رفع ١٥ — وصفوا
١٦ — يكون ١٧ — يجوز ١٨ — ومن صل ولا معه دليل : ولا معه دليل

خطأهم بالدليل لاتجوز[1] الصلاة إلى تلك القبلة بعد ذلك .

(٩) وقد سمعت أناساً أثق بهم أيام مقامي بسمرقند حين كنت قاضياً بالحضرة[2] يقولون إن[2] العلماء تكلفوا في القبلة التي وضعها من فتح بلاد ما وراء النهر واتفقوا أنها منحرفة عن الكعبة يساراً فرجعوا إلى أهل الحساب الذين لهم بصيرة في هذا الباب فوضعوا لهم قبلة إلى يسار المصلى ويمين الكعبة وهو ما بين قبلة أصحاب أبي حنيفة رحمه الله وما أحدثه المتأخرون من أصحاب الشافعي رحمه الله وقبلة مسجد الجامع بسمرقند وضعوها على ذلك وعليه اتفق أصحاب أبي حنيفة والشافعي يومئذ وهو قبلة لا انحراف فيها إلى جهة وقد امتحنتها حين دخلت سمرقند سنة ثلاث وسبعين وأربعمائة وكانت الشمس في برج الجوزاء فوجدتّها مستقيمة قويمة .

(١٠) ثم إني لما رأيت هذا الاختلاف الفاسد الباطل في أمر القبلة بين أصحاب أبي حنيفة وأصحاب الشافعي المتأخرين منهم فإنه اختلاف الجهال فإن العالم بالقبلة يخطئهم جميعاً والذي لا علم له بالقبلة وله تقوى وعقل كامل لا ينازع في القبلة ويقر بالجهل فإنما تبقى المنازعة بين عوام لا تقوى لهم ولا كمال عقل مع حدة[3] تأمل أردت أن أصنف[4] كتاباً قصيراً في أمر القبلة وأبين فيه ماهو الصواب وأدل عليه بدلائل نيرة وأبين فيه طريق معرفته بأسهل الوجوه طالباً لثواب الله والتوفيق // لإتمامه معتصماً به من الزلل والخطأ راجياً مرضاته . ص ٩

(١١) فأقول قد بينا في أول الكتاب ما تبين به خطأ ما أحدثه المتأخرون من أصحاب الشافعي في أمر القبلة وذكرنا ما وضع الذين فتحوا البلاد من القبلة أنه ليس بمستقيم وقد سمعت من أثق به من الفقهاء الصلحاء أن من خرج من مكة وتأمل في أمر القبلة ثم رجع إلى بلاد ما وراء النهر عرف أن القبلة منحرفة[5] إلى يسار القبلة وكان جدنا الشيخ الإمام الزاهد أبو محمد عبد الكريم بن موسى خرج إلى مكة حاجاً وتأمل ثم في أمر القبلة فلما رجع إلى بلده حول قبلة مسجده إلى يسار المصلى وهو يمين القبلة لما أنه استيقن

١ — يجوز ٢ — إن : أن ٣ — حد ٤ — أضيف
٥ — منحرف

خطأ تلك القبلة إلا أنه نقضها وردها إلى ما كانت لكثرة قيل[1] الناس فإن الجهل مع الحسية غالبان في عامة بلده[2] وقد سمعت هذا من قوم عدول ثقات وكذلك الحسّاب اتفقوا وحولوا قبلة المسجد الجامع بسمرقند عما كان إلى يسار المصلى واتفق عليه الأئمة من الفريقين فدل اجتماعهم على خطأ كلتي[3] القبلتين .

(١٢) وما قاله أصحابنا إن الجدي ينبغي أن يكون على شحمتي أذن الإنسان إذا أراد أن يصلي ليس بصحيح فإنه يستقيم هذا إذا كان عرض مكة وعرض هذه البلاد سواء وليس كذلك بل بينهما في العرض تفاوت عظيم كما بينا وما قاله بعض أصحاب الشافعي إنه[4] ينبغي أن يكون الجدي على قفا الإنسان إذا أراد أن يصلي خطأ محض // أيضاً فإنه إنما يستقيم هذا إن لو[5] كان طول مكة وطول هذه البلاد سواء وقد بينا أنه ليس كذلك وما ذهب إليه أصحاب الشافعي أشد خطأ مما ذهب إليه أصحاب أبي حنيفة والذين فتحوا البلاد لأن طرق هذه البلاد إلى مكة وضعها المتقدمون إلى مغرب الاستواء وما وضعوها إلى مغرب الشتاء ومشرقه . ص ١٠

(١٣) فأبين الآن طريق معرفة القبلة في بلاد ما وراء النهر بخارى[6] وسمرقند ونسف وما يتبعها من البلاد والقرى بقدر مايقع في أفهام الناس أجمع الحساب وأصحاب التجارب سوى الحساب على[6] أن الشمس إذا نزلت برج الجوزاء فإن الشمس تصير مسامتة[7] لمكة وقت الزوال كالترس على رأس الإنسان حتى لايبقى في موضع من المواضع ظل حتى قالوا لايبقى في الآبار ظل وكذلك إذا نزلت الشمس برج السرطان وقطعت[8] منه عشرين درجة تصير الشمس أيضاً مسامتة[9] لمكة وقت الزوال ولكل بلدة يكون طولها مثل طول مكة فإذا قابل الشمس إنسان وقت الزوال حين نزلت الشمس برج الجوزاء أو حين قطعت[10] الشمس عشرين درجة من برج السرطان يكون ذلك قبلة تلك البلدة وكل بلدة يخالف طولها[11] طول مكة وكان طول تلك البلدة أكثر من

١ — يعني : قيل وقال ٢ — بردد ٣ — كلف ٤ — ناقص
٥ — بخارا ٦ — ناقص ٧ — مسامتا ٨ — وقطع
٩ — مسامتا ١٠ — قطع ١١ — ناقص

طول مكة مثل بخارى[١] وسمرقند يكون زوال مكة بعد زوال تلك البلدة وقد ذكرنا التفاوت بين طول هذه البلاد وطول[٢] مكة فإنما تزول الشمس بمكة عن كبد السماء بعد زوال بلدة بخارى وبلدة سمرقند وبلدة نسف بساعتين وثلثي[٣] ساعة فإذا مضت ساعتان وثلثا ساعة بعد الزوال ببلدة بخارى وسمرقند
ص ١١ ونسف // فمن استقبل قرص الشمس في ذلك الوقت والشمس في أول برج الجوزاء أو في آخر برج السرطان في بلدة من هذه البلاد فذلك قبلة تلك البلدة فإن كان الإنسان ممن يقف على الساعات يعمل[٤] بعد معرفة الساعات على ما بينا وإذا كان لايعرف حقيقة الساعات فإذا صار ظل كل شيء بعد الزوال مثل نصفه وهو وقت يؤدي صلاة الظهر أصحاب أبي حنيفة رحمهم الله في ذلك الزمان فإنه زمان الصيف فمن استقبل قرص الشمس في ذلك الوقت في بلدة من هذه البلاد فهو قبلة تلك البلدة فإن كان الإنسان ممن يعرف دخول الشمس في البروج وإلا يرجع إلى من يعرف ذلك فيسأل فيسوي القبلة حينئذ على ما ذكرنا وكذلك إذا نزلت الشمس برج الجدي وهو أول الشتاء حين يكون النهار في غاية القصر فإذا كادت الشمس تغرب فمن استقبل الشمس حينئذ في بلدة من هذه البلاد بلدة سمرقند وبخارى ونسف فذلك قبلة تلك البلدة .

(١٤) ولكن تسوية القبلة بقبلة مسجد الجامع بسمرقند في بلدة بخارى ونسف هو[٥] أن ينظر إلى قرص الشمس بعد الزوال في بلدة سمرقند وفي مسجد الجامع حتى يصير محاذياً لقبلته وينظر كم ظل كل شيء فيأخذه ثم يعود إلى بخارى أو نسف أو كرمنية أو كش بالعجلة ويستقبل الشمس بها بعد الزوال إذا صار ظل كل شيء مثل ماصار بسمرقند فذلك قبلة تلك البلدة فإن في اليوم واليومين إلى عشرة لايقع إلا تفاوت يسير لايعتبر مثل ذلك التفاوت .

(١٥) وقد وضع الحسّاب[٦] طريقاً آخر لمعرفة القبلة وتسويتها يمكن //
ص ١٢ العمل به في كل يوم فإن الشمس تصير مسامتة[٧] للكعبة في كل يوم في[٨] وقت من الأوقات فمن عرف ذلك الوقت واستقبل الشمس في بلدة من هذه البلاد في ذلك الوقت فذلك قبلة تلك البلدة ولكن من أراد تسوية القبلة

١ — بخارا ٢ — مكرر ٣ — وثلث ٤ — بمعنى : فليعمل
٥ — وهو ٦ — الخشاب ٧ — مسامتا ٨ — من

في كل يوم ينبغي أن يتعلم ما يعرف به ارتفاع الشمس فإذا كانت الشمس في برج الحمل في أول درجة منه وكان ارتفاع الشمس بعد الزوال أربعين درجة فمن استقبل قرص الشمس في ذلك الوقت في بلدة من هذه البلاد فذلك قبلة تلك البلدة وإذا كانت الشمس في برج الحمل في الدرجة الثانية منه وكان ارتفاع الشمس بعد الزوال إحدى[1] وأربعين درجة فمن فمن استقبل الشمس في بلدة من هذه البلاد في ذلك الوقت فذلك قبلة تلك البلدة وهكذا يزداد في كل يومين وأكثر من ذلك درجة درجة حتّى تنزل الشمس برج السرطان وتقطع منه ست عشرة درجة فإذا نزلت[2] في الدرجة السادسة عشر وكان ارتفاع الشمس بعد الزوال ست وستين درجة فمن استقبل الشمس في ذلك الوقت في بلدة من هذه البلاد فذلك قبلة تلك البلدة ثم ينقص في الدرج هكذا حتّى تنزل الشمس برج الجدي وتقطع منه ست عشرة درجة فإذا نزلت[3] إلى الدرجة التاسعة[4] عشر منه وأخذت الارتفاع بعد الزوال في بلدة من هذه البلاد وكان الارتفاع إحدى[5] عشر درجة فمن استقبل الشمس في بلدة من هذه البلاد في ذلك الوقت فذلك قبلة تلك البلدة ثم تأخذ[6] الدرجة في الزيادة كل يومين وأكثر حتّى تصير إلى الحمل وقد كتبت زيادة الدرجة ونقصانها في السنة كلها في جدول وضعته[7] وكتبت ذلك بحروف الجمل وهي حروف[8] ابجد .*

١ – آحاد ٢ – نزل (انظر ٣ – ٢) ٣ – نزل (انظر ٢)
٤ – التاسع ٥ – احد ٦ – يأخذ ٧ – وضعتها
٨ – حرف

* ملاحظة للناسخ . بعون الله تم نسخ هذه الرسالة في يوم الخميس ٢٤ صفر سنة ١٣٥٥ الموافق ١٥ مايو سنة ١٩٣٦ على نفقة دار الكتب المصرية نقلا عن النسخة الخطية المستحضرة من مجلس محلي سوهاج تحت نمرة ٢١ أصول وكتبها راجي عفو المتين محمود عبد اللطيف فخر الدين النساخ بدار الكتب المصرية العامرة .

Al-Bazdawī on the Qibla in Early Islamic Transoxania

David A. King

Sayili	A. Sayili, *The Observatory in Islam*, Ankara: Turkish Historical Society (Series VII, No. 38), 1960.
Sayyid	F. Sayyid, *Fihrist al-makhṭūṭāt*, 3 vols., Cairo: Dār al-Kutub, 1961-1963.
Sezgin	F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, 8 vols. to date. Leiden: E.J. Brill, 1967 to present.
Taqizadeh	S. H. Taqizadeh, *Old Iranian Calendars*, London: Royal Asiatic Society, 1938.
Troupeau	G. Troupeau, "Le Livre des Temps de Jean ibn Māsawayh," *Arabica*, 15 (1968), pp. 113-142.
Wensinck	A. J. Wensinck *et al.*, *Concordance et Indices de la Tradition Musulmane*, 7 vols., Leiden: E. J. Brill, 1936-1969.
Zasypkin	B. N. Zasypkin, *Arkhitektura Srednei Azii*, Moscow: Izdatel'stvo Akademii Arkhitektury S.S.S.R., 1948.

3	———, "A Fourteenth- Century Tunisian Sundial for Regulating the Times of Muslim Prayer," in W. G. Saltzer and Y. Maeyama, eds., *Prismata: Festschrift für Willy Hartner*, Wiesbaden: Franz Steiner Verlag, 1977, pp. 187-202.
4	———, "Architecture and Astronomy: The Ventilators of Medieval Cairo and Their Secrets," *Journal of the American Oriental Society*, 104:1 (1984), pp. 97-133.
5	———, "Astronomical Alignmnents in Medieval Islamic Religious Architecture," *Annals of the New York Academy of Sciences*, 385 (1982), pp. 303-312.
6	———, *The World About the Kaᶜba: A Study of the Sacred Direction in Medieval Islam* (in preparation), to be published by Islamic Art Publications S. p. A. (Summaries are to appear in *Interdisciplinary Science Reviews*, 10 (1985), and *Proceedings of the Second International Quran Conference, (New Delhi*, 1982*)*.
Le Strange	G. Le Strange, *The Lands of the Eastern Caliphate*, London: Frank Cass & Co. Ltd., 1966 (reprint of 1905 edition).
Muñoz	R. Muñoz, "Un Calendario Egipcio del Siglo XVIII," *Awraq*, 1 (1978), pp. 67-81 (to be continued).
Nemtseva	N. B. Nemtseva, "The Origins and Architectural Development of the Shāh-i Zinde," translated from the Russian by J.M. Rogers and A. Yasin, *Iran*, 15 (1977), pp. 51-73.
Pellat	Ch. Pellat, *Le Calendrier de Cordoue*, Leiden: E. J. Brill, 1961.
Pugachenkova	G. A. Pugachenkova, *Puti Razvitiya Arkhitektur'i Youjnogo Turkmenistana . . .* , Moscow: Izdatel'stvo Akademii Nauk S.S.S.R., 1958.
Pugachenkova & Rempel 1	G. A. Pugachenkova and L. I. Rempel, *V'idaioushiesya Pamyatniki Arkhitektur'i Uzbekistana*, Tashkent: Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Khudozhestvennoi Literatury Uz. S. S. R., 1958.
2	———, *Istoriya Iskusstv Uzbekistana*, Moscow: Iskusstvo, 1965.
Renaud 1	H. P. J. Renaud, *Le Calendrier d'Ibn al-Bannā' de Marrakech* (1256-1321 *J. C.*), Publications de l'Institut des Hautes-Etudes Marocaines, tôme XXXIV, Paris: Larose Editeurs, 1948.
2	———, "Astronomie et Astrologie Marocaines," *Hespéris*, 29 (1942), pp. 41-63.
Rudloff & Hochheim	G. Rudloff and A. Hochheim, "Die Astronomie des Maḥmūd ibn Muḥammad ibn 'Omar al-Ǧagmīnī," *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft*, 47 (1893), pp. 213-275.
Samsó 1	J. Samsó Moya, "Las "Pháseis" de Ptolomeo y el "Kitāb al-Anwā'" de Sinān b. Ṯābit," *al-Andalus*, 41 (1976), pp. 15-48.
2	———, "De nuevo sobre la traducción árabe de las "Pháseis" de Ptolomeo y la influencia clásica en los "Kutub al Anwā'"," *al-Andalus*, 41 (1976) pp. 471-479.
3	———, "La tradicion clásica en los calendarios agricolas hispanoarabes y norteafricanos," *Second International Congress of Studies on Cultures of the Western Mediterranean*, (Barcelona, 1975), pp. 177-186.

Bibliographical Abbreviations

Ali	J. Ali, *The Determination of the Coordinates of Cities: al-Bīrūnī's Taḥdīd al-amākin*, Beirut: American University of Beirut Publications, 1966.
Bābur	*Bâburnâma*, E. J. W. Gibb Memorial Series, vol. 1, 1905, trans. by L. King, 2 vols., London, 1921.
al-Bīrūnī	al-Bīrūnī, *Kitāb Taḥdīd nihâyât al-amâkin*, ed. P. Bulgakov, *Majallat Ma*ᶜ*had al-Makhṭūṭāt al-*ᶜ*Arabiya*, vol. 8 (1962).
Brockelmann	C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2 vols. (2nd. ed.), Leiden: E. J. Brill, 1943-49, and *Supplementbände*, 3 vols., Leiden: E. J. Brill, 1937-42.
Cairo Cat. and *Survey*	D. A. King, *A Catalogue of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in Arabic), 2 vols., Cairo: General Egyptian Book Organization in collaboration with the Smithsonian Institution and the American Research Center in Egypt, 1981 and 1985 (?), and *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in English), Publications of the American Research Center in Egypt, Winona Lake, Ind.: Eisenbrauns 1985.
Cohn-Wiener	E. Cohn-Wiener, *Turan: Islamische Baukunst in Mittelasien*, Berlin: Ernest Wasmuth Verlag, 1930.
EI_1	*Encyclopaedia of Islam*, 1st. ed., 4 vols., Leiden: E. J. Brill, 1913-34.
EI_2	*Encyclopaedia of Islam*, 2nd. ed., 4 vols. to date, Leiden: E. J. Brill, 1960 onwards.
Gafurov & Litvinskii 1	B. G. Gafurov & B. A. Litvinskii, *Istoriya i Kultura Narodov Srednei Azii*, Moscow: Nauka, 1976.
2	———, *Srednyaya Aziya v Drevnosti i Srednevekov'e*, Moscow: Nauka, 1977.
Goldstein	B. R. Goldstein, "On the Theory of Trepidation . . . ," *Centaurus*, 10 (1964), pp. 232-247.
Habib	I. Habib, "Cartography in Mughal India," in *Medieval India: A Miscellany*, IV (Aligarh Muslim University), Bombay: Asia Publishing House, 1977, pp. 122-134. (I have used Prof. Habib's typescript.)
Irani	R. A. K. Irani, "Arabic Numeral Forms," *Centaurus*, 4 (1955), pp. 1-12.
Kennedy 1	E. S. Kennedy, *A Commentary upon al-Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd al-Amākin*, Beirut: American University of Beirut Press, 1973.
2	———, "A Survey of Islamic Astronomical Tables," *Transactions of the American Philosophical Society*, N. S., 46:2 (1956), pp. 123-177.
Kennedy & Haddad	F. I. Haddad and E. S. Kennedy, "Geographical Tables ofMedieval Islam," *al-Abḥāth*, 24 (1971), pp. 87-102.
King 1	D. A. King, "Ibn Yūnus' *Very Useful Tables* for Reckoning Time by the Sun," *Archive for History of Exact Sciences*, 10 (1973), pp. 342-394.
2	———, "Some Medieval Values for the Qibla at Cordova," in "Three Sundials from Islamic Andalusia," *Journal for the History of Arabic Science*, 2 (1978), pp. 358-392.

These results are interesting, but it is clear that a proper survey of the orientations of all of the principal medieval religious monuments in Central Asia would reveal much more.

APPENDIX A

The Arabic Text of al-Bazdawī's Treatise

See pp. of this issue.

APPENDIX B

An Addition to *King* 2

H.P.J. Renaud, on p. 58 of his article on astronomy and astrology in medieval Morocco (see *Renaud* 2 in the bibliography), quotes the ninth-century Andalusian historian and jurist Ibn Ḥabīb (on whom see the article in EI_2 by A. Huici Miranda) as saying that the qibla at Cordova is the rising point of the star α Scorpio "because it rises at the corner of the Black Stone." This azimuth was about 30° south of east for the latitude of Cordova at Ibn Ḥabīb's time, and corresponds precisely to the azimuth of the rising sun at the winter solstice. See now the commentary on Paragraph 13 of al-Bazdawī's treatise above.

Transoxania is rather poor, and most modern plans purporting to give orientations are not to be trusted.[4] Also, aerial and satellite photographs of the architectural sites in this particular area are hardly likely to fall into the hands of scholars in the near future. It is to be hoped, therefore, that future researchers will make careful measurements of orientations of individual buildings and, when interpreting these, will take into consideration the kind of information presented by al-Bazdawī.

Added in proof:

(1) In September, 1983, I had the privilege of researching in the Library of the Oriental Institute in Tashkent. There I came across in manuscript no. 177 a work by the late–tenth–/early–eleventh–century legal scholar cum mathematician ᶜAbd al-Qāhir al-Baghdādī (*Brockelmann*, I, p. 482 and SI, pp. 666–667, and *Sezgin*, V, pp. 357) on the divergences of opinion on the qibla in early Islamic Iran. This treatise was not previously known to exist, and a study is in progress.

(2) In January, 1984, I was able to measure the orientations of various religious edifices in Samarqand. The magnetic declination there is currently ca. 4° E, and my readings with a pocket compass have been adjusted by ca. 5°. I anticipate that the values given below are correct to within ca. ±5°.

(a) The site identified as a mosque in Afrasiab faces roughly 245° (= 25° S. of W.), that is, towards winter sunset (ca. 250°). On the Jāmiᶜ Mosque in Samarqand (which faced roughly the same direction), see the commentary to Paragraph 9 above.

(b) The basic orientation of the Shāh-i-Zinde complex (most surviving monuments date from the fourteenth and fifteenth centuries) is north-south, with most mihrābs rom facing south, according with the Shāfiᶜī practice.

(c) The basic orientation of the Bībī Khānum Mosque (ca. 1400) is in the cardinal directions with the mihrab facing due west, thus corresponding to the Ḥanafī practice.

(d) The tombs of Timur and Ulugh Beg in the Gur-Emīr Mausoleum (fifteenth century) face roughly 255° (= 15° S. of W.). I cannot explain this orientation.

(e) The basic orientation of the Registan complex (built in the 15th–17th centuries) is ca. 200° (= 20° W. of S.). Again, this orientation corresponds to none of those mentioned by al-Bazdawī.

(f) The Mosque of Khōja Zulmurād in the quarter known as Chahār-rakh (built in the 19th (?) century and still in use) faces ca. 265° (= 5° S. of W.), probably intended as an alignment towards due west in accordance with Ḥanafī practice.

4. See *King* 7, Section 4.9, for a survey, based mainly on *Cohn-Wiener*, *Pugachenkova* *Pugachenkova & Rempel* 1 and 2, *Zasypkin*, and *Gafurov & Litvinskii* 1 and 2.

is about 30° S. of W., is fortuitous.) A less likely reason may be that the qibla was computed from available geographical data: al-Bazdawī's data can be used to derive a qibla of about 40° S. of W.

It is instructive to compare al-Bazdawī's treatise with a treatise by his earlier contemporary from further south, the celebrated scholar Abu'l-Rayḥān al Bīrūnī. In his work entitled *Taḥdīd nihāyāt al-amākin*, "The Determination of the Coordinates of Localities," al-Bīrūnī's ultimate purpose was to establish the geographical coordinates of Ghazna and hence determine the qibla there. As well as achieving these ends admirably, he provided us with a richly-documented essay on mathematical geography and spherical astronomy.[1] al-Bīrūnī would have been dismayed by the weakness of al-Bazdawī's reasoning and shallowness of his scientific knowledge. In the *Taḥdīd* he wrote as follows:[2]

"... Let us point out the great need for ascertaining the direction of the qibla in order to perform the prayer which is the pillar of Islam... It is known that this direction varies with the place at which the direction of the Kaᶜba is to be determined. This is witnessed in the Sacred Mosque itself, and should be more evident when considered from other places. If the distance from the Kaᶜba is small, its direction may be determined by a diligent seeker, but when the distance is great, only the astronomers can determine that direction. Every challenge calls for the right men........ Some scholars have been discussing completely irrelevant phenomena, like the directions from which the winds blow, and the risings of the lunar mansions. Even the professional astronomers find the qibla problem difficult to solve, so you can imagine how difficult it is for the non-astronomer."

al-Bazdawī was not the only medieval writer to discuss the qibla in Samarqand. Bābur, in *ca.* 1500, noted that the orientations of the qiblas in the Masjid al-Muqatta' and the madrasa of Ulugh Beg were different, and attributed the orientation of the latter to the astronomers.[3] No doubt other such discussions are to be found in the literature.

The state of documentation of orientations of Islamic architecture in

1. This treatise is published by Bulgakov in *al-Bīrūnī*, translated in *Ali*, and commented upon in *Kennedy* 1.

2. *cf. Ali*, pp. 11-12.

3. *Babur*, 1, p. 80, cited in *Sayili*, p. 24.

See also the valuable study *Nemtseva*. With regard to the qibla corresponding to Ulugh Beg's geographical coordinates for Samarqand and Mecca, see already E. S. Kennedy's comments in *Nemtseva*, p. 52. These coordinates are:

	φ	L
Samarqand	39;37°	99;16°
Mecca	21;40	77; 0

and the accurately computed qibla is 53;8,30° W. of S. According to the standard Islamic approximate formula the value would be 50;53°.

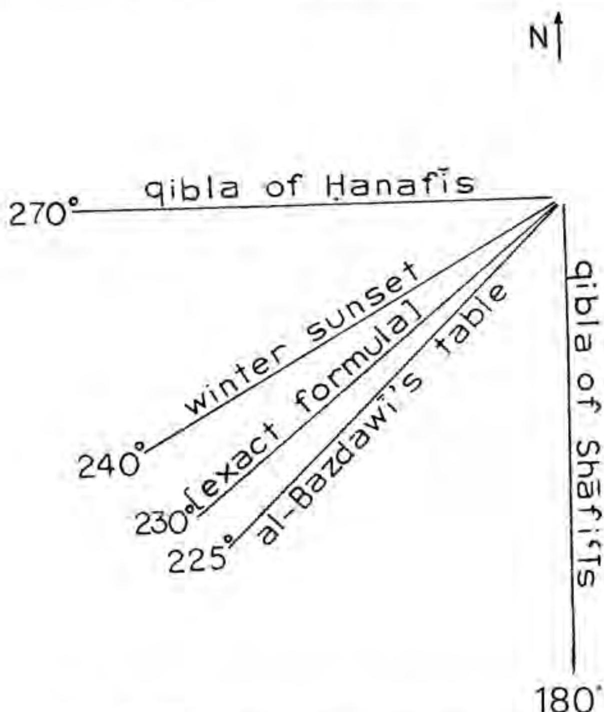


Fig. 4. The different qiblas for Samarqand mentioned by al-Bazdawī

al-Bazdawī's knowledge of astronomy was such that he confused months and zodiacal signs. He presented various geographical coordinates in his treatise, but was apparently incapable of using them to compute the qibla, even by the simple approximate method which was common knowledge amongst contemporary astronomers. The table that al-Bazdawī included in his treatise would enable one to lay out the qibla at Samarqand at 45° S. of W. It seems probable that whoever computed the table considered this a compromise between the Shāfiʿī qibla (due south) and the Ḥanafī qibla (due west). This is about 10° S. of the direction al-Bazdawī was aiming at, namely, the orientation of the Jāmiʿ Mosque of Samarqand, which is at about 35° S. of W. The reason for this orientation may well be that the qibla was taken as the direction of the setting sun at midwinter, which is at about 31½° S. of W. (The proximity of this direction to the modern qibla for Samarqand, which

Table 1
Sample Recomputed Values of $h_q(\lambda)$ for
$\varphi = 40°$, $\epsilon = 23;35°$, and $q = 44°$, $45°$, and $46°$

λ \ q	44°	45°	46°
0°	40;36°	40; 7	39;37
1	41; 5	40;36	40; 6
2	41;33	41; 4	40;35
·			
·			
·			
90	68;48	68;33	68;16
·			
·			
·			
270	12;24	11;42	10;58

al-Bazdawī) was close enough to $\Delta\varphi$ ($= 19°$ according to al-Bazdawī) that one could take $\Delta L = \Delta\varphi$ and hence derive $q = 45°$ by the standard approximate method. Alternatively, he may have decided that $q = 45°$ was a happy compromise between the qibla of the Shāfiᶜīs (due south) and the qibla of the Ḥanafīs (due west). Similar situations occur in medieval Andalusian and Maghribi sources, where the qibla may be due south, due east, or conveniently south-east (see *King* 2, pp. 370-387, and 3, pp. 190-191). Another possibility is that the qibla was taken as south-west in order to "face" the north-east wall of the Kaᶜba (see further *King* 7, Section 3 and the commentary to Paragraph 11 above).

4. *Concluding remarks*

al-Bazdawī informs us that the *Ṣaḥāba* and later Ḥanafīs took the qibla in Transoxania as due west, and that the Shāfiᶜīs took it as due south. He rightly criticizes both traditions, the latter more than the former, since the road to Mecca from Samarqand goes due west rather than due south. He himself prefers, without presenting any valid reasons, to accept the orientation of the Jāmiᶜ Mosque in Samarqand.

sources, but none is known to have been compiled for the region of Transoxania other than the table of h_q which al-Bazdawī is about to present. (All such tables are discussed in my forthcoming *Studies in Astronomical Timekeeping in Medieval Islam*.)

Unfortunately the table is missing from the Cairo manuscript and I wonder whether it was also missing from the Sohag manuscript. However, al-Bazdawī gives sufficient information on his table to enable us to investigate its accuracy. He gives the following values of h_q for various solar positions:

Solar position	h_q
Aries 1°	40°
Aries 2°	41°
Cancer 16°	66° (maximum)
Capricorn 16°/19° ??	11° (minimum)

Firstly, it is not clear whether the table was arranged according to solar longitude or days of the Syrian calendar. al-Bazdawī confuses these systems and when he implies that the tabulated function reaches its maximum at Cancer 16° he is misinterpreting the fact that the sun enters Cancer on June 16th. Likewise when he implies that the function reaches its maximum at Capricorn 16° and, in the next sentence, 19°, he is misinterpreting the fact that the sun enters Capricorn on December 16th/19th. Since he earlier implies (Paragraph 4) that the autumnal equinox is on September 20th, the change from a figure 20 to 16 or 16/19 may indicate that he did not compute the table himself. Indeed, I doubt if he had the vaguest notion how the entries in such a table would be computed. The function $h_q(\lambda)$ for $\varphi = 40°$ and for $q = 45°$ does indeed assume a value of about 40° at $\lambda = 0°$ (and even 41° when rounded at $\lambda = 1°$!), a maximum of about 69° at the summer solstice $\lambda = 90°$, and a minimum of about 12° at the winter solstice $\lambda = 27°$. Selected recomputed values for $\varphi = 40°$, $\varepsilon = 23;35°$, and $q = 44°$, 45°, and 46° are shown in Table 1.

From an inspection of these recomputed values, I think that it is safe to assume that whoever computed the table from which the four values mentioned in the text were taken, was using some approximate means of determining the solar altitude in the direction of south-west. Approximate values for the equinoxes and solstices could be found very easily (and more accurate values by taking additional care) by using an analogue computer device such as an astrolabe or by geometric construction (involving a technique known as the analemma).

The next question for us to consider is how the person who computed the table arrived at a value $q = 45°$ for the qibla at Samarqand. There are at least three possible answers to this. Perhaps the unknown compiler of the table considered that for Samarqand and Mecca, ΔL ($= 22°$ according to

The time-difference of $2\frac{2}{3}$ hours between Mecca and Transoxania given by al-Bazdawī is grossly inaccurate. In fact, it is double the correct amount for a longitude difference $\Delta L \approx 20^{\circ}$. The time difference should be determined by reckoning 1 hour for each 15 degrees of ΔL, since 24 hours corresponds to the 360° of the apparent daily rotation of the heavens.

It is unlikely that anyone other than an astronomer would "know the truth about the hours," as far as the determination of equinoctial hours from the instantaneous solar altitude is concerned. Simple arithmetical rules for regulating the seasonal hours (which, as twelfth divisions of the length of daylight, depend on terrestrial latitude and vary throughout the year) by means of shadows are attested in the non-technical literature of the Muslims. (A survey of these shadow-schemes is contained in my forth coming *Studies in Astronomical Timekeeping in Medieval Islam.*)

From al-Bazdawī's remark about the shadow at the *ẓuhr* prayer we may conclude that the Ḥanafīs in Transoxania performed the *ẓuhr* some time after midday, rather than as soon as the sun had declined from the meridian, which is the standard definition. When the horizontal shadow s of a vertical object of length n is $\frac{1}{2}n$ the solar altitude is 60°, and at midsummer in Transoxania this is about one hour after midday. Since the midday shadow would be about $\frac{1}{4}n$. it may be that the beginning of the *ẓuhr* was defined by $\Delta s = \frac{1}{4}n$, where Δs is the increase in the shadow beyond its midday minimum. This is the definition for the beginning of the *ẓuhr* usually associated with Andalusian practice (see, for example, *King* 3, pp. 191 and 193-194). Notice that the time defined by $s = \frac{1}{2}n$ is much earlier than the 2 2/3 hours after midday which al-Bazdawī has just prescribed.

Finally, al-Bazdawī remarks that the setting sun at midwinter defines the qibla in Transoxania. This direction, about $31\frac{1}{2}^{\circ}$ S. of W. for latitude 50°, is at variance with the direction he advocates in Paragraph 15 by about 15°. However, it may be that here we have the reasons behind the orientation of the Jāmiᶜ Mosque in Samarqand. The direction of the *rising* sun at midwinter was used as the qibla in early Islamic Egypt and also in Andalusia (cf. *King* 1, p. 372; *King* 2, p. 371; and also Appendix B of this paper).

§ 15: Given the local latitude φ, the azimuth of the qibla q, and the solar longitude λ or declination $\delta(\lambda)$, it is possible to determine the solar altitude h_q and the hour-angle t_q when the sun is the direction of Mecca. Thus, for example, the tenth-century Cairo astronomer Ibn Yūnus compiled a table of h_q for Cairo as a function of solar longitude, giving values in degrees and minutes for each degree of solar longitude, which corresponds roughly to each day of the year. The corpus of tables which was used in medieval Cairo contains tables of both h_q and t_q as well as of the corresponding functions in the direction perpendicular to the qibla (see further *King* 1, p. 368). Various later tables of these functions for different latitudes are attested in the Islamic

due west. The road from Bukhara to Marw and Nisapur on the way to Mecca is in a direction of roughly 45° S. of W. Between Nisapur and Rayy (Tehran) the road is again roughly due west. (See *Le Strange*, Map 1 facing p. 1.) Note that the fact that the road from Samarqand to Bukhara is more or less due west did not lead al-Bazdawī to question why their latitudes should differ by 2°.

:.:.: al-Bazdawī is trying to say that the sun is in the direction of the qibla when it is in the zenith of Mecca, but his explanation is confused by his ignorance of spherical astronomy. The sun is in the zenith at Mecca at midday on two days of the year, namely, when its longitude λ is such that its meridian altitude

$$90^\circ - \varphi_M + \delta(\lambda)$$

is equal to 90°, that is, when

$$\delta(\lambda) = \varphi_M = 21^\circ,$$

using al-Bazdawī's value for the latitude of Mecca.

The solar longitudes corresponding to the situation $\delta(\lambda) = \varphi_M$ are described by al-Bazdawī here and below as "when the sun enters Gemini" and "when the sun enters the sign of Cancer and has moved through twenty degrees of it". Since these positions should be symmetrical with respect to Cancer 0°, the summer solstice, al-Bazdawī probably means Gemini 10° and Cancer 20°, the two solar positions which are 20° on either side of the solstice; however, he never specifically mentions Gemini 10°. These solar positions $\lambda = 70^\circ/110^\circ$ implied by al-Bazdawī are approximations, and the corresponding solar declination is about 22°, which is too large for φ_M.

The same method for finding the qibla occurs in other medieval Islamic sources, of which I shall cite just two examples. In the popular *Mulakhkhaṣ fiʾl-hayʾa* of Maḥmūd ibn ʿUmar al-Jaghmīnī, compiled in Khwārizm (modern Khiva in the U.S.S.R.) in 618H(=1221), the author advocates first the approximate geometrical construction outlined above and then mentions this second method, stating that the longitudes of the sun are $\lambda = 67;21^\circ/112;39^\circ$ since he uses $\varphi_M = 21;40^\circ$ and $\epsilon = 23;35^\circ$ (see *Rudloff & Hochheim*, p. 272, for a translation of this passage). In a Yemeni manuscript of this work copied *ca.* 1500, namely MS Cairo Dār al-Kutub *hayʾa* 69, the two solar positions are copied incorrectly (fol. 18v) as Gemini 7;8° and Cancer 28°, *i.e.* $\lambda = 67;8^\circ/118^\circ$, which are not even symmetrical with respect to the solstice. Again, in an Egyptian treatise on the use of the sine quadrant in 24 chapters extant in MS Istanbul Topkapi A 3509,7 (copied 676H), the anonymous author solves $\delta(\lambda) = 21^\circ$ with $\epsilon = 24^\circ$ and obtains $\lambda = 64^\circ/116^\circ$ (fols. 318v–319r). In fact these values of λ correspond to $\epsilon = 23;35^\circ$, and the solution of $\delta(\lambda) = 21;30^\circ$ (another popular medieval value for the latitude of Mecca) with $\epsilon = 24^\circ$ is $\lambda = 64^\circ/116^\circ$! With $\delta(\lambda) = 21;30^\circ$ and $\epsilon = 23;35^\circ$ one obtains $\lambda = 66^\circ/114^\circ$.

in Mecca was associated with different geographical regions (see *King* 6 and *King* 7, Section 3.3). Furthermore the Ka^cba is itself astronomically aligned (see *Hawkins & King* and *King* 7, Section 3.5). Thus someone standing in front of the eastern wall of the Kaᶜba is facing winter sunset. al-Bazdawī and others, assumed that, since the qibla of Transoxania was towards the north-eastern wall of the Kaᶜba, it was appropriate to use winter sunset as the qibla in Transoxania – see Fig. 3.

One can only feel sympathy for al-Bazdawī's grandfather when he was forced to annul the new qibla (towards winter sunset?) that he found by actually going to Mecca, and reinstate the erroneous qibla (toward due west?) that was generally accepted.

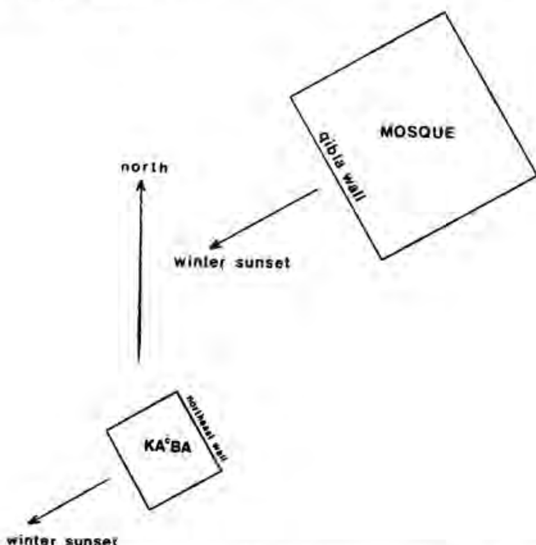


Fig. 3: al-Bazdawī's conception of the qibla in Transoxania. The qibla there is towards the northeastern wall of the Ka'ba. When standing in front of this wall one is facing winter sunset. Therefore the qibla in Transoxania is towards winter sunset.

12: The mode of formulating these two statements that the qibla is due west and due south, respectively, is typical of the kind of information contained in the early *kutub dalā'il al-qibla*.

al-Bazdawī favors the western qibla of the Ḥanafīs against the southern qibla of the Shāfi'īs, and quite reasonably invokes the example of the roads from Transoxania to Mecca. The road from Samarqand to Bukhara is roughly

printouts of medieval geographical coordinates described in *Kennedy & Haddad* which have been brought up-to-date by Dr. Kennedy in Cairo during 1978-79.

For al-Bazdawī's coordinates I compute that the *qiblas* (measured from the south) for Bukhara, Samarqand, and Nasaf are:

51;6° 51;8 56;23

according to the exact formula, and

49;28° 49;0 54;10

according to the standard approximate formula. (The modern coordinates are:

Mecca	21;27°	39;49°
Bukhara	39;48	64;25
Samarqand	39;40	66;58

so that the true *qiblas* for Bukhara and Samarqand are respectively 56;4° and 59;48° measured from the south, but these are, of course, irrelevant to any discussion of medieval qiblas or orientations.)

§ 9: The expressions "inclined away from the Kaᶜba towards the left" referring to the qibla in the direction of due west and "to the left of a person praying (in the qibla of due west) and to the right of the Kaᶜba" referring to the new qibla (in the direction of winter sunset?) are extremely awkward. They *seem* to relate to the direction of the local qibla as seen from the Kaᶜba.

We know from modern excavations (according to a sketch attached to a letter from Prof. N. B. Nemtseva to Prof. L. Golombek of the University of Toronto and The Royal Ontario Museum dated June 5, 1977) that the qibla of the Jāmiᶜ Mosque at Samarqand is about 35° S. of W. This corresponds roughly to the azimuth of the setting sun at midwinter for latitude $\varphi = 40°$ and obliquity $\varepsilon = 23\frac{1}{2}°$, which is about $31\frac{1}{2}°$ S. of W., but I have no information on the local horizon at the site to confirm whether this is indeed a solstitial alignment. In Paragraph 11 al-Bazdawī seems to imply that the qibla of the Jāmiᶜ Mosque was originally due west and was changed to the left, probably towards winter sunset. *Allāhu aᶜlam*. Finally, it is probably quite fortuitous that the alignment of the mosque corresponds fairly closely to the qibla that can be computed from al-Bazdawī's geographical data, namely, about 40° S of W.

It would be interesting to know how al-Bazdawī checked this qibla when he came to Samarqand in the year 473 Hijra. The sun was conveniently in Gemini (see below), and he probably checked that the sun was in the direction of the qibla of the mosque at a certain time after midday (see below).

§ 11: At first it seems strange that al-Bazdawī thinks one can gain more insight into the matter of the qibla by actually going to Mecca and then going back to one's own country. However, each side and corner of the Kaᶜba

riyāḍa 238, where the value is 18°) and a later eighteenth-century Moroccan star catalogue (*cf. Delphin*, p. 181, where the value is 16°). There is a considerable amount of unstudied material relating to trepidation available in the Islamic sources, and more basic research is necessary in this field. See already *Goldstein* and the literature there cited.

7: On the longitude values given by al-Bazdawī, see the commentary to Paragraph 8 below.

On the *farsakh*, see the article in EI_2 by W. Hinz. The value 1° = 25 *farsakhs* is attributed to Hermes (*cf.* the article *Hirmis* in EI_2 by M. Plessner) by al-Bīrūnī, quoting the eight-century astronomer al-Fazārī (*cf. Ali*, p. 177 and *Kennedy* 1, p. 132). Other values cited by al-Bīrūnī include three values around 18 or 19 *farsakhs* attributed to "the Indians," and to the early ninth-century astronomers al-Farghānī and Ḥabash. Yet other values are attested in the Islamic sources: for example, the seventeenth-century scholar Ḥājjī ʿAbd al-ʿAlī Tabrīzī of Hyderabad used 1° = 20 to 22 *farsangs* (*cf. Habib*, p. 25 of the author's typescript).

8: The remark that the qibla of the Ḥanafis "has a devation to the right of the person praying (in the true qibla) and he is (facing) to the left of the qibla" is an obscure way of saying that the qibla of the Ḥanafīs, which was due west, was too far to the right. al-Bazdawī goes on to say that the qibla could only be due west if the latitudes of the cities in Transoxania were the same as the latitude of Mecca (this is in fact erroneous).

al-Bazdawī gives the following geographical coordinates in Paras. 7 and 8:

Locality	Latitude	Longitude
Mecca	21°	67°
Bukhara	38	87
Samarqand	40	89
Nasaf	36±	88

al-Bazdawī's coordinates for Samarqand are attested elsewhere only in the geographical work of the late thirteenth-/early fourteenth-century Syrian ruler and scholar Abu'l-Fidā', quoting the unidentified source *Kitāb al-Aṭwāl*, but this source has (39;20°, 87,50°) for Bukhara, (39;0°, 88;40°) for Nasaf, and (21;40°, 67;13°) for Mecca. The latitude 38° for Bukhara, which is in error by almost two degrees, is not attested in any known medieval source. Likewise, no known medieval sources list a latitude for Nasaf less than 39°. al-Bazdawī's values for Mecca are common to several early Islamic sources, including the geographical work of the ninth-century Baghdad scholar al-Khwārizmī. However, al-Khwārizmī has (37;30°, 89;30°) for Samarqand and (37;50°, 87;20°) for Bukhara. For this information I have relied on the computer

5: al-Bazdawī is stating here that some Shāfi'īs took the qibla to be due south: this is made clearer in a later passage (see Paragraph 7) when he states that their qibla would be correct only if there was no difference in longitude between Transoxania and Mecca. The phrase "between the rising point (of the sun) at (mid-) winter and its setting point" is an awkward way of refering to due south. The qibla at Medina is indeed almost due south.

6: al-Bazdawī is informing us that the *Ṣaḥāba* took the qibla as due west. In Paragraph 8 he states that this qibla was accepted by the Ḥanafī school. When he implies that at the equinox the sun has been in the sign of Libra for 20 days, he means that the sun enters Libra about September 20.

The identification of the autumnal equinox with agricultural activity is typical of the kind of information recorded in the almanacs that were common in medieval times. Examples are attested for Iraq, Egypt, Andalusia and the Yemen, but not, as far as I know, for the Eastern provinces of the Muslim world. On the almanacs of Ibn Māsawayh (Baghdad, early 9th century) and ᶜArīb b. Saᶜd (Cordova, 10th century), see *Troupeau* and *Pellat*. On a nineteenth-century Tunisian almanac, based on a much earlier Andalusian tradition, see *Samsó* 4. On an anonymous Egyptian almanac of uncertain date (but certainly earlier than the 18th century), see *Munoz*. On a late Yemeni almanac, see *Serjeant*. On the origin of certain of these almanacs, see *Samsó* 1, 2, and 3.

According to *Taqizadeh*, p. 40, the Avestan time of harvest in Iran began on September 14th. The following dates for the sun's entry into Libra are given in *Troupeau*, p. 135; *Pellat*, pp. 140-142; and *Serjeant*, p. 455:

Ibn Māsawayh	September 22
al-Bīrūnī	16/17
al-Qazwīnī	18
al-Marzūqī	24
Ibn ᶜArīb	18/23*
Muḥammad Ḥaydara (20th century)	23

(* according to the *Mumtaḥan Zij* (*Kennedy* 2, no. 51) and *Sindhind Zij* (*Kennedy* 2, no. 28), respectively; on this, see now *Samsó* 3, pp. 178-179.)

One might be forgiven for supposing that al-Bazdawī is suggesting that the equinox is at Libra 20°. Certain Muslim astronomers adhered to a (false) late-Hellenistic notion known as trepidation, which attributes to the equinox an oscillatory motion about the sidereally-fixed point Aries 0°. Other examples of specific values given to the current distance between the equinox and Aries/Libra 0° occur in later Maghribi sources, such as some prayer-tables for Morocco by Muḥamamd b. Muḥammad al-Jannād (MS Cairo Taymūr

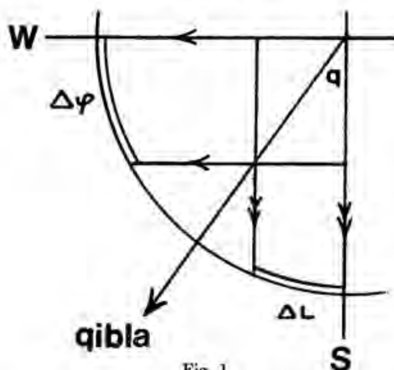


Fig. 1

which is equivalent to the approximate formula

$$q = \text{arc tan} \left\{ \frac{\sin \Delta L}{\sin \Delta\varphi} \right\}$$

For a survey of these methods, see my article *Ḳibla* in EI_2, and also *King* 5, Section 2.

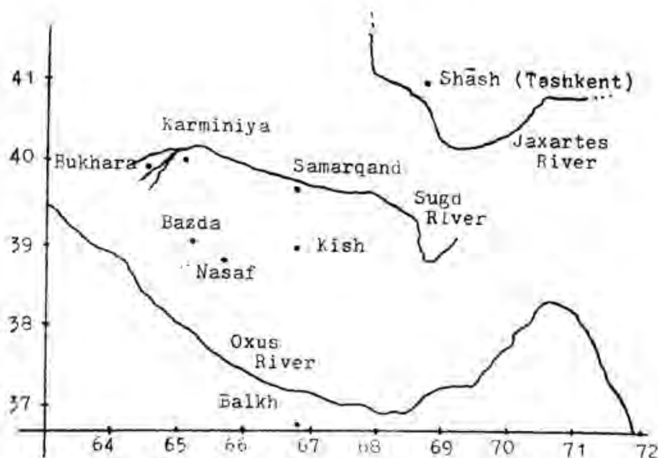


Fig. 2 : Map of Transoxania (from *Le Strange*, map IX facing p. 433

3. *Technical Commentary on al-Bazdawī's Treatise*

The commentary relates to the numbered paragraphs in the translation in Section 2.

In the commentary I use the following notation freely:

h_q solar altitude in the azimuth of the qibla

L terrestrial longitude

L_M longitude of Mecca

n length of gnomon

q qibla (measured from the meridian)

s length of gnomon shadow

t_q hour angle when the sun is in the azimuth of the qibla

δ solar declination

ΔL difference in longitude from Mecca

Δs increase of gnomon shadow over midday minimum

$\Delta\varphi$ difference in latitude from Mecca

ϵ obliquity of the ecliptic

φ solar longitude

φ terrestrial latitude

φ_M latitude of Mecca

The mathematical problem of determining the qibla q for any locality in terms of the geographical coordinates of the locality (L,φ) and of Mecca $L_M, \varphi_M)$ has the solution:

$$q = \text{arc cot} \left\{ \frac{\sin\varphi \cos\Delta L - \cos\varphi \tan\varphi_M}{\sin\Delta L} \right\},$$

where $\Delta L = | L - L_M |$. Equivalent exact trigonometric or geometric solutions were known to Muslim astronomers from the ninth century onwards. Also, however, various approximate methods were devised in the ninth century, of which the most popular method, which has been used for over a millenium, was to use the construction:

shadow of any object is the same as it was in Samarqand: this (direction) will be the qibla of that city, for in a period of one or two, or up to ten, days, no more than a small difference (in shadow length) will occur, and such a difference need not be taken into consideration.

(15) The calculators have devised another method for finding the qibla and laying it out which can be used on any day (of the year). The sun is in the same direction as the Kaʿba at some particular moment on every day (of the year), so whoever knows that moment and faces the sun at that moment in any of these cities, then that (direction) will be the qibla of those cities. But whoever wants to lay out the qibla on any day must learn how the solar altitude is found. When the sun is in the first degree of the sign of Aries and the altitude of the sun after midday is forty degrees, then anyone who faces the sun at that moment in one of these cities will be facing the qibla of that city. When the sun is in the second degree of the sign of Aries and the altitude of the sun after midday is forty-one degrees, then whoever faces the sun in one of these cities at that moment will be facing the qibla of that city. In this way (the required altitude of the sun) increases degree by degree every two days or more, until the sun enters the sign of Cancer and has moved through sixteen degrees of it [*sic*] and when it enters the sixteenth degree and the altitude of the sun after midday is sixty-six degrees, whoever faces the sun at that time in one of these cities will be facing the qibla of that city. Then (the required altitude of the sun) decreases in this way until the sun enters the sign of Capricorn and moves through sixteen degrees of it [*sic*]. When (the sun) enters the nineteenth [!] degree and you measure the altitude after midday in one of these cities and the altitude is eleven degrees, then whoever faces the sun in any one of these cities at that moment will be facing the qibla of that city. Then the degree(s of the altitude of the sun) start to increase every two days or more until (the sun) reaches Aries. I have written the increase and decrease of the degree (of altitude of the sun) throughout the year in a table which I prepared, and I have written this in alphanumerical notation which is *abcd* . . . (for 1234 . . .).[10]

[THERE IS NO TABLE IN THE CAIRO MANUSCRIPT !]

10. On the *abjad* notation for numbers in Islamic astronomical tables, see *Irani*.

lators and those who practice disciplines other than arithmetic agree that when the sun enters Gemini [and has moved through ten degrees of it], it becomes in the same direction as Mecca when it is midday (at Mecca), (the sun being then) like a shield over a man's head, so that there remains no shadow anywhere and so they have the expression "there is no shadow left in the wells." Similarly when the sun enters the sign of Cancer and has moved through twenty degrees of it, the sun is again in the same direction as Mecca when it is (in the zenith of Mecca) at midday, and in every place whose longitude is the same as the longitude of Mecca, so that if a person faces the sun at midday (in Mecca) when the sun has entered the sign of Gemini [and moved through ten degrees of it] or when the sun has moved through twenty degrees of the sign of Cancer, then that (direction) will be the qibla of that place. Midday at Mecca will be after midday in every place which differs in longitude from Mecca and whose longitude is greater than that of Mecca, such as Bukhara and Samarqand. We have already noted the difference between the longitude of these cities and that of Mecca; thus the declining of the sun from the meridian at Mecca takes place only after the midday at the cities of Bukhara, Samarqand, and Nasaf, by two and two-thirds hours. So when two and two-thirds hours have passed after midday in the cities of Bukhara, Samarqand,
p. 11 and Nasaf, // whoever faces the disc of the sun at that moment when the sun is at the beginning of the sign of Gemini or the end of the sign of Cancer in one of these cities, this will be the qibla of these cities. So if the person is one of those who understands the hours he will after finding the hours proceed according to what we have explained. If he does not know the hours precisely, then when the shadow of every object after midday becomes half (the length of the object), which is the time when the followers of Abū Ḥanīfa – may God have mercy upon them – perform the *ẓuhr* prayer at that time (of the year), *viz.* the summer. whoever faces the disc of the sun at that time in any of these cities, this (direction) will be the qibla of that city. If the person is one of those who knows the entry of the sun in the zodiacal signs, this is good, otherwise he should have recourse to someone who does know this, and inquire. and lay out the qibla at that time according to what we have stated. Likewise, when the sun has entered the sign of Capricorn, which is at the beginning of winter when the day-light is at its shortest, then when the sun has almost set, whoever faces the sun at that time in any of these cities of Samarqand, Bukhara, or Nasaf, this (direction) will be the qibla of those cities.

(14) However, the way to make the qibla in Bukhara and Nasaf the same as the qibla of the Jāmiᶜ Mosque in Samarqand is to look at the disc of the sun after midday in the city of Samarqand in the Jāmiᶜ Mosque until it is in the same direction as the qibla (of the mosque), and to see how long the shadow of any object is, and to measure it, and then to return to Bukhara or Nasaf or Karminīya or Kish with haste, and there face the sun after midday when the

method of knowing (the qibla) by the easiest means. I pray for God's ultimate
.9 reward and His guidance // in completing it, relying upon Him for protection from slipping and falling into error, and hoping for His good pleasure.

(11) So I say: We explained at the beginning of the book that which proved the error of what was introduced by the more recent followers of al-Shāfiʿī concerning the qibla, and we mentioned that the qibla laid out by those who conquered the(se) regions was erroneous. I heard from one of the upright legal scholars in whom I have confidence that anyone who leaves Mecca and gives careful consideration to the matter of the qibla and then goes back to Transoxania will recognize that the qibla (there) is inclined to the left of the (true) qibla. My grandfather, the shaykh, the ascetic imam, Abū Muḥammad ʿAbd al-Karīm ibn Mūsā, travelled to Mecca as a pilgrim and whilst there thought about the matter of the qibla. When he returned to his own town he changed the qibla of his mosque to the left of the person praying, *i.e.* to the right of the qibla (?), because he had become certain of the error of the (first) qibla. But then he annulled (the new qibla) and put (the qibla) back to what it had been previously, on account of the people's gossiping so much, because ignorance together with fanaticism prevailed amongst the unlearned of his town. I heard this (story) from honest and reliable people. Likewise, the experts in arithmetic were of one mind and changed the qibla of the Jāmiʿ Mosque in Samarqand from what it had been to the left of the person praying, and the religious leaders of both schools agreed upon it. Their agreement indicated the error of both qiblas.

(12) The position of the followers of our school (*i.e.* the Ḥanafīs) that the Pole Star should be aligned with a person's two earlobes when he wishes to pray is incorrect, since this would be correct if the latitude of Mecca and the latitude of that region were equal, which is not the case. Indeed, there is a large difference in latitude between them, as we have shown. The statement of some of the followers of al-Shāfiʿī that the Pole Star should be at the neck
10 of a person when he wants to pray is also completely erroneous. // It would be correct only if the longitude of Mecca and the longitude of these cities were equal, and we have shown that this is not the case. The opinion of the followers of al-Shāfiʿī is more erroneous than the opinion of the followers of Abū Ḥanīfa and those who conquered this region, because the roads in this region (leading) to Mecca were laid out by the ancients towards the setting point of (the sun at) the equinox, and they did not lay them out towards [what is between] the setting point of (the sun at mid–) winter and its rising point.

(13) I shall now demonstrate a method for finding the qibla in the cities of Transoxania – Bukhara, Samarqand, and Nasaf, and the towns and villages which belong to them – in such a way that people can understand. The calcu-

and Samarqand the difference is greater. Thus it is not correct at all that the person facing the setting point of (the sun at) the equinox is facing Mecca, because of the large difference in latitude between the two, close to five hundred (text has: fifty) *farsakhs*. Because the sun sets at the equinox to the left of Mecca and not in a direct line with Mecca, the person facing west on that day will not be facing Mecca. This error occured on their part simply because they laid (the qibla) down in approximation, without having any knowledge of calculation. One who uses an approximation is acting without adequate evidence; he is in fact functioning by the dictates of the heart. The one who judges by approximation often errs, but despite this he may (validly) pray if he has no other evidence. The prayer of those who have no adequate
8 evidence is permissable and likewise the prayer of those who follow them, but // when someone has revealed their error with the correct evidence, they may no longer pray towards the qibla (that has been shown to be incorrect).

(9) During the time of my stay in Samarqand, when I was a judge at the *ḥaḍra*, I heard some people in whom I have confidence say that the religious scholars took it upon themselves to make a thorough investigation of the qibla laid out by those who had conquered the region of Transoxania, and that they agreed that it was inclined away from the Ka^{c}ba towards the left (?). So they had recourse to those who are experts in calculation and who have insight in this matter and they laid out for them a qibla to the left of the person praying and to the right of the Ka^{c}ba (?), *i.e.* it is between the qibla of the followers of Abū Ḥanīfa – may God have mercy on him – and that introduced by the (more ?) recent followers of al-Shāfi^{c}ī – may God have mercy upon him. They laid out the qibla of the Jāmi^{c} Mosque in Samarqand in the same direction, and the followers of Abū Ḥanīfa and al-Shāfi^{c}ī at that time agreed on this, *i.e.* a qibla which has not inclination in any direction (from the true direction of Mecca). I checked it when I came to Samarqand in the year four hundred and seventy-three and the sun was in the sign of Gemini: I found it correct and proper.

(10) Afterwards when I realized that this vain and absurd disagreement concerning the qibla between the followers of Abū Ḥanīfa and the recent followers of al-Shāfi^{c}ī is a disagreement of ignorant men who do not really know – since anyone who really knows the qibla would say that both parties are wrong, while anyone who has no true knowledge but does have piety and normal adult intelligence will not enter into an argument over the qibla but will acknowledge that he does not know, so that the dispute will continue only between unlearned men who have neither piety nor normal adult intelligence together with precise reflection – I felt a desire to compose a short work on the question of the qibla in which I would show what is right and demonstrate it with brilliant reasoning from the evidence and also show in it the

Transoxania and Khurasan should be between the rising and setting point of (the sun at mid–) winter only if these cities have the same longitude as Mecca, or if the longitude of these cities is close to the longitude of Mecca, like the longitude of Mecca (as compared) with the longitude of Medina. By "longitude" is meant the distance of the city from the sea in the west which encircles the earth (*i.e.* the Atlantic). The distance of Mecca from the sea in the west is sixty-
. 6 seven degrees, and the distance of Bukhara // from the sea in the west is eighty-seven degrees, and the distance of Samarqand from it is eighty-nine degrees, and the distance of Nasaf from it is eighty-eight degrees. Thus the difference between the distance of Mecca and the distance of Bukhara is twenty degrees, and each degree is approximately twenty-five *farsakhs*, so that the longitudinal difference between Mecca and Bukhara is five hundred *farsakhs* or thereabouts. The differences in longitude between Samarqand and Mecca, and between Mecca and Nasaf, are greater than this. So whoever (in these parts) puts his face in the direction between the rising point (of the sun) in winter and its setting point will certainly not be facing Mecca. There is about five hundred (text has: fifty) *farsakhs*' distance in longitude between (Mecca and these parts), so whoever puts his face in the direction between the setting point (of the sun) in winter and its rising point knows with certainty that he is not facing Mecca because the distance in longitude between Mecca and Bukhara is five hundred *farsakhs*. Thus the error in what recent scholars of the Shāfiʿī school introduced in the qibla is established with certainty.

(8) The qibla laid out by those who conquered this district, which is (the qibla) used for prayer by the followers of Abū Ḥanīfa – may God have mercy upon him, has a deviation to the right of the person praying (in the true qibla) and he is (facing) to the left of that qibla (*i. e.* due west). Thus the face (?) of the qibla . . . [LACUNA ?] ... is to the east (!!), for we have stated above that this qibla is towards the setting point of (the sun at) the equinox, *viz.*, is at the middle of the setting points of the sun. The setting point of (the sun at) the equinox is not equal . . . [LACUNA ?] . . . for these cities in latitude (?). This
. 7 would be correct only if the latitude of these // cities and the latitude of Mecca were the same (or) their latitudes were close, so that the (person) facing the setting point of (the sun at) the equinox would be facing Mecca. But there is a large difference in latitude between Mecca and these cities, for the latitude of Mecca is twenty-one degrees, the latitude of Bukhara is thirty-eight degrees, the latitude of Samarqand is forty degrees, and the latitude of Nasaf is approximately thirty-six degrees. By "latitude" is meant the distance of the locality from the equator, which is mid-heaven [!]. Now all the inhabited part (of the earth) is in one of the two halves of the earth, namely, the half which is to the left of the qibla (??). The latitudinal difference between Mecca and Bukhara is sixteen degrees, each degree being close to twenty-five *farsakhs*, so that there are four hundred *farsakhs* between them, and between Mecca

(5) Some of the more recent followers of al-Shāfiᶜī in Transoxania and Khurasan who had never smelled the fragrance of arithmetic found fault with the righteous men of the first generations and they made the qibla in the direction between the rising point (of the sun) at (mid–) winter and its setting point. They relied on two Prophetic statements, one of which is their relating from the Prophet – may (God) bless him and grant him salvation – that he said: "The qibla is between the east and west,"[7] and the second is their likewise relating from him – may (God) bless him and grant him salvation – that he said: "Do not face towards or away from the qibla when you are relieving yourself; rather face east or west."[8] The authenticity of these two Prophetic sayings is not recognized because the reliable authorities did not relate them in their books.[9] Furthermore even if the reports are true, it is plain for any intelligent person that the argument based on these reports is not valid, for every intelligent person knows by immediate intuition that the qibla of all localities is not between the east and the west. The qibla of some localities only is (in this direction). There is no (mention) in the statement of the Prophet – may (God) bless him and grant him salvation – that this qibla is the qibla of any (particular) place, and therefore one cannot rely on these two Prophetic statements. If they say // the Prophetic statement: "the qibla of the people of Iraq is between the east and the west" is related, then we reply that this addition (*viz.* "of the people of Iraq") is not authentic because Iraq had not been conquered in those days. Rather it is more probable that what is intended by these two Prophetic statements is the qibla of the people of Medina, for it is (indeed) between the east and the west.

(6) When the righteous first generations conquered the(se) lands, they made the qibla of Transoxania and Khurasan at the setting point of (the sun in) the autumn, which is the setting point when day and night are equal. When the sun has entered the sign of Libra and twenty days have passed [of the month of Aylūl (= September)!] so that (the sun) has moved about twenty degrees (during that month), then whoever faces the sun at sunset (is facing) the qibla laid out by the men of the first generation. (The season) is the time when the peasants of Bukhara finish sowing wheat and barley. The situation is the same when the sun has entered the sign of Aries.

(7) The distorted qibla which is accepted by the Shāfiᶜite school is altogether erroneous. That it is erroneous is obvious to anyone of normal adult intelligence who has given a modicum of thought (to the matter), let alone having smelled the fragrance of arithmetic. It is correct that the qibla of the cities of

7. See *Wensinck*, V, p. 259b for references to this *ḥadīth*.

8. This *ḥadīth* is not in the canonical collections.

9. This is true only of the second *ḥadīth* quoted: see notes 7 and 8 above.

wherefore one has to know in which direction is the Kaᶜba. Imams in the first generations – may God have mercy on them – formulated many (legal) problems relating to each of the conditions (of prayer) and they expounded solutions demonstrating their correctness; they were not satisfied to follow the authority of others in these (matters). Likewise they formulated many solu-
p. 3 tions to problems relating to (obligatory) alms-giving // , even though most people do not need to know the solutions to such problems. They (also) formulated solutions to many problems relating to fasting, even though there was not much need to know the problems and solutions relating to it. They (further) formulated the solutions to many problems relating to marriage and divorce, sales and crimes, and to other problems as well, relating to every (conceivable) subject. Even though ordinary people have no need of solutions to such problems most of the time, they *(viz.* the imams*)* pursued the evidence that leads to the correct solution of these problems, thought about them, and were not content to follow the authority of others, speculating on behalf of the people as a whole, so that when an individual happened to need a particular response he should find it or something similar to it and not be perplexed about it. Abū Ḥanīfa – may God have mercy upon him – was our leader in formulating the solutions to problems, reasoning on the basis of their evidence, and his followers after him thought about those solutions, as did the other legal scholars of the community – may God have mercy upon them. Solutions for which they found provative evidence to indicate their validity they adhered to and asserted as valid, but where no provative evidence of the correctness (of a solution to a given problem) became apparent to them, they rejected it, and were not content to follow the authority of others.

(4) Now most of the imams of the first generations avoided thinking about the matter of the qibla and were content to follow the authority of others, even though the laying out of the qibla is not a matter in which one is obligated to follow the authority of another. They did this only because they did not have the means (*āla*) to know the qibla, since the qibla can be known only by the science of arithmetic, and they had no insight into calculation. Accordingly they followed the authority of others because of their inability to find it by using (the traditional method of invoking) legal evidence. Most of the imams of the first generations had not made any efforts (*ijtahadū*) in arithmetic, and
p. 4 some of the followers of our school had // insight into it and so sought solutions to the problems relating to the qibla and they got them right. But the (imams) did not compile any books on (the subject) because of the abstruse nature of arithmetic, and because most people, especially the legal scholars, avoided arithmetic. Some of them did compile books but they compiled them in such a way that they were so difficult to comprehend that only those thoroughly familiar with arithmetic could understand what was in them. So these books fell into disuse and everybody ended up relying on established authority.

2. *Translation of al-Bazdawī's Treatise*

There follows a free translation of al-Bazdawī's treatise. Words in parentheses have no counterpart in the original and have been added to clarify the meaning. In general the meaning of the text is clear. Page references in the margin relate to the pagination of the Cairo manuscript. The paragraph numbers accord with those used by me in the edition of the text presented in the Appendix.

1 *Treatise on the Azimuth of the Qibla*[1]

2 (1) In the Name of God, the Merciful and Compassionate. Praise be to God the Most High, the Mighty, the Mild, the Benificent, the Wise, the Knowing, the Ruler, the Truth, the Revealer, the Possessor of strength and power, the Firm[2] – for the (different) kinds of virtues, high moral standards, and ood qualities with which he has blessed us. Blessings upon His chosen, faithful, elected, and distinguished Prophet, and on all of his pure family, his companions, and his wives.

(2) The shaykh, imam, the gallant master, the leader of Islam, Abu'l-Yusr al-Bazdawī,[3] may God have mercy on him, said:

The greatest of the religious observances after faith in God – may He be exalted – is prayer,[4] for the Prophet – may (God) bless him and grant him salvation – said: "Prayer is the pillar of religion; whoever neglects it has destroyed (his) faith."[5]

He considered faith without prayer to be like a ruined house, and a ruined house is a house but is no (longer) of any use. This Prophetic statement shows us that prayer is one of the greatest of the religious observances, and that anyone who neglects it indeed invalidates his faith.[6]

(3) Now anyone who needs to perform the prayer several times each day cannot perform it except after he knows its basic elements and conditions. One of the conditions required in every prayer is that one should face the Kaᶜba,

1. The title *Risāla fī samt al-qibla* is probably spurious, al-Bazdawī nowhere mentions the word *samt*, "azimuth," in his treatise, although he does use the related word *musāmit*, "in the same direction as . . .".

2. These are some of the ninety-nine names of God, on which see the article "*al-Asmā' al-ḥusnā*" in EI_2 by L. Gardet.

3. al-Bazdawī is nowhere else named in the Cairo manuscript. Later in the text he mentions that he was a judge in Samarqand (paragraph 9), and that he arrived in Samarqand in 473 Hijra (paragraph 9), and he also names his grand-father (paragraph 11).

4. The word *al-ṣalāt* is here omitted from the Arabic text ! The prayer intended is the ritual liturgical prayers, on which see the article "*Ṣalāt*" in EI_1 by A. J. Wensinck.

5. On the statements attributed to the Prophet Muḥammad see the article "*Ḥadīth*" in EI_2 by J. Robson. A concordance of the canonical *ḥadīth* literature is *Wensinck*, but this particular *ḥadīth* does not occur in the canonical collections.

6. Note that the text has *lā yubaṭṭilu/yubṭilu īmānahu*, "does not invalidate his faith," and I have emended this to *la-yubaṭṭilu/yubṭilu īmānahu*.

The treatise presented in this study deals with the determination of the qibla in early Islamic Transoxania.[5] It affords new light on qibla determinations in early Islamic practice and contains information which will be useful to historians of Islamic architecture when the religious architecture in Transoxania is properly surveyed for the first time. The author of the treatise, Abu'l-Yusr al-Bazdawī, was a *qāḍī* in Samarqand in the late eleventh century[6] and was a Ḥanafī scholar of some standing. He was the author of several works on law, including a commentary on the major work of Abu Ḥanīfa, after whom the Ḥanafī school is named, and a commentary on a work of Abu Ḥanīfa's student al-Shaybānī, who was one of the founders of the Ḥanafī school. The *nisba* al-Bazdawī indicates that our author or his family originated from Bazda or Bazdawa, a small town with a castle on the road between Nasaf and Bukhara.[7]

al-Bazdawī's treatise is extant in a manuscript preserved until recently in Sohag in the Nile Valley, but the manuscript is now no longer in the Library of Sohag. The authorities there say that the manuscript has been taken to Cairo, but I have been unable to ascertain its fate more precisely.[8] However, a hand copy of the Sohag manuscript, prepared in 1936, is preserved in the Egyptian National Library, numbered B 19385 and containing twelve pages of text.[9] This study is based entirely on this late copy:[10] I present a translation of al-Bazdawī's treatise (Section 2) and a commentary thereon (Section 3), as well as an assessment of al-Bazdawī's understanding of the qibla problem and of his suggestions for its solution (Section 4). The Arabic text edited from the Cairo copy is also presented (Appendix A).

5. A good introduction to the area is *Le Strange*.

6. On al-Bazdawī, see *Brockelmann*, I, p. 460, and SI, pp. 637-638, and *Sezgin*, I, pp. 412 and 428.

7. *Le Strange*, p. 471.

8. It is a pleasure to thank my friend Mr. Peter Mackenzie-Smith, formerly of the British Council in Cairo, and his friends amongst the British VSO teachers in Sohag, for making enquiries about the manuscript on my behalf.

9. This manuscript was first catalogued in *Sayyid*, I, p. 397. The letter B indicates that it belongs to the manuscripts dealing with religion that were acquired by the Egyptian National Library between 1936 and 1955.

10. The importance of the treatise was first recognized during my recent survey of the scientific manuscripts in the Egyptian National Library. See further *Cairo Cat.*, vol. I, *sub* B 19385; vol. II, Section 3.3.2; and *Survey*, no. B88.

Al-Bazdawī on the Qibla In Early Islamic Transoxania

David A. King*

1 – *Introduction*

In the seventh century, within decades of the death of the Prophet Muḥammad, the Muslims conquered an area stretching from Andalusia to India. Wherever they settled they built mosques oriented in the qibla, that is, so that the prayer-niche or *miḥrâb* would be facing Mecca, in accordance with a Quranic injunction that Muslims should face the sacred compound in Mecca during prayer.[1] The orientations of the earliest mosques built by the *Ṣaḥāba*, the contemporaries of the Prophet, and the *Tabiᶜūn*, the next generation of Muslims, were established by non-mathematical procedures. The qibla was defined in terms of the cardinal directions, or by the rising and setting of the sun or stars, or by the wind directions.[2]

The determination of the qibla by mathematical means is a complicated problem of mathematical geography, which was pursued with enthusiasm by Muslim astronomers from the ninth century onwards. To solve the qibla problem, one requires a knowledge of terrestrial coordinates and a trigonometric formula giving the direction from one locality to another on a terrestrial sphere Lists of such coordinates and statements about the appropriate formulae are attested in numerous medieval sources.[3] Inevitably controversies arose in different localities about which qibla directions were legally acceptable, and the records of these discussions constitute documents of considerable interest to both the history of Islamic science and the history of Islamic architecture.[4]

* **David A. King**: Institu für Geschichte der Naturwissenschaften, Johann Wolfgang Goethe–Universität, Frankfurt am Main, FRG, formerly of the Department of Near Eastern Language and Literatures, New York University, New York, USA.

Acknowledgements:

The research on medieval Islamic science conducted at the American Research Center in Egypt during the period 1972-1979 was sponsored mainly by the Smithsonian Institution (1971-79) and the National Science Foundation, Washington, D. C. (1972-80), the Ford Foundation (1976-79), and the American Research Center in Egypt (1979). This support is gratefully acknowledged.

It is a pleasure to thank the Egyptian National Library for providing a microfilm of the copy of al-Bazdawī's treatise on which this study is based. I owe many of the finer points of the text edition and translation of al-Bazdawī's treatise to discussions with my friend Prof. Richard Frank of the Catholic University of America, *khayr al-nudamā' wa-'andamuhum*, begun on board MTS Argonaut on the Red Sea and concluded in Cairo.

1. See the article "*Kibla* (ritual and legal aspects)" in EI_2 by A. J. Wensinck.
2. See *King* 5 and also *King* 7 (forthcoming).
3. See my article "*Kibla* (astronomical aspects)" in EI_2, and also *King* 7, Section 2.
4. See already *Renaud* 2 on the qibla in the Maghrib, *King* 2 on the qibla in Andalusia, and *King* 1, pp. 368, and 4 on the qibla in Egypt. More details are given in *King* 7, Section 4.

ISSN 0379-2927

Journal for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institue for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science*.

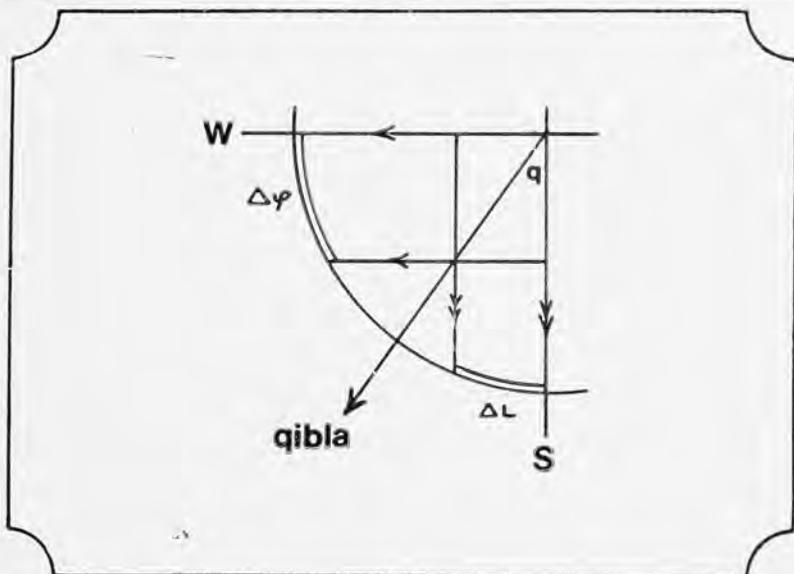
ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Volumes 1 & 2 (1977 & 1978)	$ 6.00
Volumes 3, 4, 5 & 6 (1979, 1980, 1981 & 1982)	$ 10.00
Volume 7 (1983)	$ 15.00
« 8 (1984)	$ 15.00

Postage expenses are not included.

Aleppo University Press
Printed in Syria

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



ol. 7
Nos.
& 2
983

مجلة تاريخ العلوم العربية

University of Aleppo

Institute for the History of Arabic Science

Aleppo, Syria

مجلة تاريخ العلوم العربية

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الثامن | العددان الأول والثاني | ١٩٨٤

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

مراجعات الكتب والمجلات

القسم العربي من الابحاث الاجنبية

وصف الحول عند ابن النفيس

نشـأت الحمـارنه

ابن النفيس

حياتـه – مؤلفاتـه

هو الشيخ أبو الحسن[١] علاء الدين علي بن أبي الحزم[٢] الدمشقي .

يشار اليه في المصادر العربية إما باسمه : ابن النفيس الذي اشتهر به ، وإما بنسبته : القُرَشي ، وذلك لأنه ولد في قرية القُرَشية قرب دمشق[٣] .

نشأ ابن النفيس في دمشق حيث درس الطب على عدد من الأساتذة منهم مهذب الدين الدخوار[٤] في البيمارستان النوري . وبعدها انتقل إلى القاهرة حيث عمل في الطب ممارساً ومدرّساً ، وأصبح رئيساً الأطباء وطبيباً خاصاً لسلطان مصر[٥] ، كما درّس الفقه في المدرسة المسرورية[٦] ، ولم يتزوج وعاش حوالي ثمانين عاماً ثم توفي وهو في قمة مجده عام ١٢٨٨[٧] .

(١) وفي بعض المصادر (أبو العلاء) ، انظر : شاخت : الموسوعة ..... ٣ : ٨٩٧
وكذلك : مايرهوف ، شاخت .
(٢) وبعضهم يذكره باسم (أبي الحرم) ، انظر : المرجعين السابقين .
وكذلك : بروكلمان .... الذيل ١ : ٨٩٩
(٣) وقيل القَرَشي : نسبة إلى قرية قَرَش الواقعة في بلاد ماوراء النهر ، حيث أتت عائلته من هناك ، وبعض المصادر تسمّيه القَرْشي . انظر : المخطوط رقم We 1187 – برلين ، الصفحة ٢ آ
(٤) انظر : ابن أبي أصيبعة . طبعة نزار رضا ص ٧٢٨ .
(٥) الظاهر بيبرس البندقداري ، الذي حكم بين ١٢٦٠ ، ١٢٧٧ ، انظر : اسكندر ٦٠٢
(٦) تاج الدين السبكي في كتابه (طبقات الشافعية الكبرى) ، يعتبر ابن النفيس من أعلام الفقه الشافعي .
انظر : السبكي : طبقات .... ٥ : ١٢٩٠ ، وكذلك اسكندر : ٦٠٢
(٧) توفي ابن النفيس في زمن السلطان المنصور سيف الدين قلاوون الألفي ، الذي حكم بين ١٢٧٩ ، ١٢٩٠ .
وكانت وفاة ابن النفيس يوم ٢١ ذي القعدة سنة ٦٨٧ هـ (١٢٨٨/١٢/١٨ م)
وكان ابن النفيس قد ابتنى لنفسه داراً ، وهبها مع مكتبته للمستشفى المنصوري الذي أنشأه السلطان المنصور قلاوون سنة ١٢٨٤ (= ٦٨٣ هـ)

وكان ابن النفيس من معاصري ابن أبي أصيبعة[٨] وزملائه . ورغم ذلك فإن ابن أبي أصيبعة لم يترجم له في كتابه[٩] .

وقد ذاع صيت ابن النفيس في حياته ، وبعد وفاته . فشهد له معاصروه بجودة أسلوبه في التدريس ، وأشادوا بمقدرته اللغوية ، واعتُبِرَ من كبار علماء الفقه الشافعي[١٠] .

وفي الطب كان له تلامذته[١١] وشرّاحه . فكتاب (الموجز)[١٢] الذي كتبه ابن النفيس اختصاراً لكتاب ابن سينا (القانون في الطبّ) أصبح أحد أهم الكتب التي يزهو بها التراث

(٨) ابن أبي اصيبعة : صاحب كتاب (عيون الأنباء في طبقات الأطباء) أشمل الكتب التي عنيت بتراجم الأطباء . وكان كحالا عمل في دمشق وصرخد والقاهرة .
انظر : حمارنه .... مخطوطات ..... ٤٧٦ – ٤٨٠

(٩) طبع كتاب (عيون الانباء ...) مرتين : أولاهما في القاهرة سنة ١٨٨٢ (في مجلدين) والثانية في كونغزبرغ Königsberg سنة ١٨٨٤ وكلاهما باعتناء آوغست مولر August Müller .
وقد خلت هاتان الطبعتان من ترجمة ابن النفيس . وكذلك طبعة بيروت (نزار رضا) . ولكن مخطوطة عيون الأنباء المحفوظة في المكتبة الظاهرية بدمشق تنتهي بترجمة ابن النفيس ، ويعتقد أنها إضافة متأخرة الكتاب . انظر حمارنة .... مخطوطات ٣٣٢

(١٠) انظر : السبكي : طبقات ٥ : ١٢٩
وكذلك شهد له بالمقدرة أبو حيان الغرناطي أحد تلاميذه في علم المنطق ، وكذلك ابن النحاس اللغوي .
انظر : شاخت .... ص ٨٩٧ و اسكندر .... ص ٦٠٢

(١١) من تلاميذه في المنطق : أبو حيان الغرناطي .
انظر : شاخت ، اسكندر . ومن تلاميذه في الطب : ابن القف الكركي .
انظر : هذين المرجعين ، وكذلك : حمارنه .... ببليوغرافيا ٨٦
ومن تلاميذه في طب العيون : ابن الصنيعة (تاج الدين مفضل بن هبة الله)
انظر : أحمد عيسى : معجم الأطباء ص ٤٩٥ ، كحالة : معجم المؤلفين ١٢ : ٣١٦
الزركلي : الاعلام ٧ : ٢٨٠ ، الصفدي : الوافي ٢٦ ، ٥٦
شتن : مخطوطات ٧٩

(١٢) ومن شراح الموجز :
السويدي والقزويني – من أهل القرن الثالث عشر
الكازروني – الذي عاش بين القرنين ١٣ ، ١٤
الاقسرائي – من أهل القرن الرابع عشر
نفيس بن عوض الكرماني – الذي عاش بين القرنين ١٤ ، ١٥
وابن الامشاطي – من أهل القرن الخامس عشر .

الطبي العربي ، ونال شهرة واسعة طيلة القرون التالية فشرحه أو علق عليه الكثير من أساتذة الطـــب .

وإلى جانب هذا الكتاب فقد شرح ابن النفيس الأجزاء المتعلقة بعلم التشريح من كتاب (القانون) وجمعها في كتابه (شرح تشريح القانون)[١٣] . كما قام بكتابة شرح آخر لكتاب القانون لم يتعرض فيه للتشريح عرف بكتاب (شرح القانون)[١٤] . ولهذا يعتبر ابن النفيس أحد أهم شرّاح ابن سينا .

وإضافة إلى ذلك فقد شرح ابن النفيس كتباً هامّة لابقراط[١٥] وحنين[١٦] ، مبرهناً على طول باعه في المعرفة النظرية الطبيّة .

وفوق كل هذا فقد ألّف كتاباً موسوعياً[١٧] في الطب ، توفي قبل أن ينتهي من كتابته وسمّاه (الشامل في الطب) .

واما في الكحل فقد قام بمساهمات هامّة :

(١) ففي (الشامل) يعرض نظريته في الابصار[١٨]

(١٣) شرح تشريح القانون : ويشرح فيه ابن النفيس فصول التشريح المتناثرة في الجزئين الأول والثالث من كتاب القانون .
وفي هذا الكتاب أوضح ابن النفيس نظريته في الدورة الدموية الرئوية راداً على جالينوس وابن سينا .
ويعود الفضل في معرفة كشف ابن النفيس هذا إلى الدكتور التطاوي الذي كتب اطروحته حول هذا الموضوع سنة ١٩٢٤ .

(١٤) شرح القانون : ويقع في أربعة أجزاء :
أ – شرح كليات القانون
ب – شرح الأدوية البسيطة والمركبة .
ج – شرح الأمراض من الرأس إلى القدم
د – شرح الأمراض التي لاتختص بعضو دون غيره .

(١٥) هذه الكتب هي : ، الفصول ، الأمراض الوافدة (ابيذيميا) طبيعة الإنسان ، تقدمة المعرفة .

(١٦) كتاب حنين الشهير : المسائل في الطب .

(١٧) انجز ابن النفيس قبيل وفاته ثمانين جزءاً من أجزاء هذا الكتاب الذي كان مقدراً له أن يقع في ثلاثمائة جزء .
وقد وصلت إلى يومنا هذا بعض هذه الأجزاء .
انظر اسكندر .

(١٨) نقل القوصوني (القرن ١٧) مقاطع منها في معجمه الطبي (قاموس الأطباء وناموس الالباء) .
انظر : القوصوني : ١ : ١٥٤

(٢) وفي (شرح القانون) يستعرض الأمراض من الرأس إلى القدم، وفي جملتها ، (أمراض العـــين) .

(٣) وفي (شرح تشريح القانون) يحاول ابن النفيس أن يفسّر بعض الآليات الأمراضية في علم البصريات العينية[١٩] ، وهي ظاهرة الشفع[٢٠] التي تترافق مع بعض حالات الحول ، ويسميها (رؤية الشيء شيئين) . وابن النفيس في محاولته هذه يقوم بدور طليعي في علم الغرائز المرضية[٢١] .

(٤) وفي (الموجز) . يستعرض أمراض العين بالأسلوب الذي يناسب مثل هذا الكتاب الموجّه إلى الأطباء الممارسين .

(٥) وفي كتابه (بغية الطالبين وحجة المتطببين) يخصص فصولاً في العين يحتاجها الطبيب الذي يمارس الطب العام .

(٦) وإضافة إلى كلّ هذا ، فقد كتب ابن النفيس كتاباً متخصصاً في (أمراض العين) سمّاه (المهذب في الكحل) .

(١٩) علم البصريات العينية **Ophthalmological Optics**
(٢٠) الشفع **Diplopia**
(٢١) علم الغرائز المرضية **Physiopathology**

المهذب في الكحل

١ – معرفة أن ابن النفيس ألّف في الكحل :[٢٢]

حينما كتب هيرشبرغ Hirschberg كتابه الهام عن (كتب طب العيون التعليمية العربية)[٢٣] عام ١٩٠٥ ، ذكر أن ابن النفيس كتب كتاباً في طب العيون ، وأضاف أنه وجد في كتاب الشاذلي اقتباساً عن ابن النفيس .

وكتاب الشاذلي[٢٤] هو أحد الكتب المتأخرة المتخصصة في طب العيون ، ظهر في النصف الثاني من القرن الرابع عشر ، وسمّاه مؤلفه (العمدة الكحليّة في الأمراض البصرية) .

وكان هيرشبرغ ينقل عن فوستنفلد Wuestenfeld وعن لوكلير Leclerc .

فقد أشار فوستنفلد[٢٥] عام ١٨٤٠ في كتابه (الأطباء وعلماء الطبيعة العرب) إلى أنّ

(٢٢) هيرشبرغ Hirschberg : استاذ طب العيون في برلين في السنوات الأخيرة من القرن الماضي وفي مطلع هذا القرن . وقد وصفه مايرهوف Meyerhof المؤرخ الشهير في حقل طب العيون والذي كان أيضاً طبيباً للعيون – بأنه كان إلى جانب تفوقه في موضوعه (متفقهاً في اللغات ، ومؤرخاً محققاً)
ألف هيرشبرغ كتاب (تاريخ طب العيون) . كما نقل إلى الألمانية بمساعدة بعض مشاهير المستشرقين كتابي : تذكرة الكحالين لعلي بن عيسى ، والمنتخب في علاج أمراض العين لعمار بن علي الموصلي . وكذلك الجزء المتعلق بالعين من كتاب القانون لابن سينا ، ونماذج من كتابي : الكافي في الكحل ، لخليفة ابن أبي المحاسن ، ونور العيون وجامع الفنون ، لصلاح الدين ابن يوسف .

(٢٣) وهذا الكتاب بكامله متضمن في كتاب هيرشبرغ (تاريخ طب العيون عند العرب) الذي صدر عام ١٩٠٨ . والذي يعتبر فريداً من نوعه .
حول ابن النفيس . انظر : هيرشبرغ . تاريخ ..... ص ٨١

(٢٤) هو صدقة بن أبراهيم المصري الشاذلي .
انظر : هيرشبرغ . تاريخ ٨٤
هيرشبرغ . كتب ٩٥

(٢٥) انظر فوستنفلد . الأطباء ١٤٧

ابن النفيس ألّف كتاباً خاصاً في العين De Oculo وكان فوستنفلد بدوره ينقل عن السمعاني[٢٦] الذي كان أول من ذكر ذلك ، وذلك في مطلع القرن الثامن عشر حينما ألّف كتابه (المكتبة الشرقية ...) الذي وصف فيه مخطوطات مكتبة الفاتيكان .

أما لوكلير[٢٧] فقد نوّه في كتابه (الطب العربي) عام ١٨٧٦ إلى أنه وجد نصّاً مقتبساً عن كتاب في طب العين من تأليف ابن النفيس .

وحينما كتب سارتون[٢٨] Sarton كتابه (مقدمة في تاريخ العلوم) عام **١٩٣١** أشار بدوره إلى ما كتبه هيرشبرغ .

٢ ـ معرفة اسم الكتاب :

في عام **١٩٢٨** أصدر الأب بولص سباط كتاباً وصف فيه المخطوطات العربية الموجودة في مكتبته الخاصة .[٢٩] وفي هذا الكتاب جاء ـ ولأول مرة ـ ذكر اسم كتاب ابن النفيس . ذلك أن الأب سباط كان يمتلك إحدى نسخ هذا الكتاب ، وقد انتقلت ملكية هذه النسخة فيما بعد إلى مكتبة الفاتيكان وأصبحت تعرف برقمها (سباط ـ ١٧) .

وقد جاء اسم الكتاب في رأس الصفحة الأولى منه : (المهذّب في حكمة العين) .

ونلاحظ هنا أن سارتون Sarton في كتابه الذي صدر عام **١٩٣١** لم يشر إلى اسم الكتاب .

(٢٦) يوسف سمعان السمعاني . عاش في القرن الثامن عشر .
انظر : السمعاني . المكتبة الشرقية .... ١ : ٦٢٧
فوستنفلد . الأطباء ١٤٧
هيرشبرغ . تاريخ ٨١
وقد كتب السمعاني بعض الفهارس الهامة :
١ ـ فهرس المكتبة الشرقية : في ثلاثة مجلدات . تناول فيه المخطوطات السريانية والعربية والفارسية والتركية المحفوظة في مكتبة الفاتيكان ، وقد صدر هذا العمل بين عامي ١٧١٩ ، ١٧٢٨
٢ ـ فهرس المكتبة الرسولية ، بالاشتراك مع الياس السمعاني . عام ١٧٥٦ .

(٢٧) انظر : لوكلير . الطب ...... ٢ : ٢٠٧

(٢٨) سارتون ، مقدمة ..... ٢ : ١٠٩٩

(٢٩) سباط : مكتبة مخطوطات بولص سباط .
انظر : ١ : ١٥

وفي عام ١٩٣٧ أصدر بروكلمان الجزء الأول من ذيل كتابه الذي اشتهر كثيراً (تاريخ الأدب العرب)[٣٠] وفيه ذكر وجود نسختين مخطوطتين من هذا الكتاب في مكتبة الفاتيكان[٣١] . الواحدة منهما هي نسخة سباط ، والأخرى تحمل رقم (الفاتيكان — ٣٠٧) كما ذكر اسم الكتاب : (المهذب في طب « حكمة » العين) .

ونسخة الفاتيكان هذه ، التي تحمل اسم المهذب في طب العين . وصفها ليفي ديلا ڤيدا Levi della vida ، كما كتب عنها مايرهوف Meyerhof تقريراً موجزاً .

ورأي مايرهوف في كتاب المهذب مهم جداً ، فهو أول مؤرخ تناول هذا الكتاب بالوصف من حيث محتواه العلمي ، وكان بذلك أول من نبّه إلى قيمة الكتاب العلمية .

وحينما كتب كيزي وود[٣٢] عن كتاب ابن النفيس في أمراض العين عام ١٩٣٥ ، نقل رأي مايرهوف ، وكذلك فعل زلهايم[٣٣] عام ١٩٧٦ .

وفي عام ١٩٣٨ عاد سباط مرة أخرى[٣٤] ليصف نسخة ثالثة من الكتاب محفوظة في إحدى مكتبات حلب الخاصة عنوانها (المهذّب في حكمة العين) ولا نعرف — اليوم — مصير هذه النسخة .

٣ — نسخة الظاهرية :

في عام (١٩٦٧) عرّف الدكتور نزار شموّط بنسخة (المهذب) المحفوظة في المكتبة الظاهرية بدمشق ، وذلك في نطاق احتفال المجلس الأعلى للعلوم في الجمهورية العربية السورية بابن النفيس[٣٥] .

وقد كتب عنها الدكتور عبد الرحيم خان عام ١٩٧٧ اطروحته الجامعية[٣٦] . فوضع فهرساً للكتاب ووصف فصوله وصفاً موجزاً .

(٣٠) بروكلمان Brockelmann تاريخ الأدب العربي .G. A. L

(٣١) الذيل S ١ : ٩٠٠

(٣٢) Casey Wood — كيزي وود ، انظر مقالته : ص ٢١٢٣

(٣٣) Sellheim — زلهايم ، انظر مقالته ص ٢١٣ — ٢١٦

(٣٤) سباط : في كتابه عن مخطوطات مكتبات حلب الخاصة ١ : ٨٥

(٣٥) المجلس الأعلى للعلوم : وقائع اعمال اسبوع العلم الثامن ١٩٦٧ — دمشق .

(٣٦) عبدالرحيم خان : مخطوطة ابن النفيس في طب العيون قراءة وتلخيص جامعة دمشق — كلية الطب ١٩٧٧

ثم وصف كاتب هذه السطور هذه النسخة ، وقارن بينها وبين نسختي الفاتيكان ، وسباط وعرض فهرس « المهذب » وعرّف بمحتوياته ، وحلل بعض جوانب الابداع في هذا الكتاب ، وذلك في مناسبتين علميتين عام ١٩٧٨ [٣٧] .

وأصبحت نسخة الظاهرية من (المهذب) موضوعاً لخمس اطروحات جامعية في كلية الطب بدمشق[٣٨] بين عامي ١٩٧٩ ، ١٩٨١ .

ثم وصفها صلاح خيمي حينما كتب عن مخطوطات المكتبة الظاهرية عام ١٩٨١ .[٣٩]

ولم يكن اولمان قد علم بوجود هذه النسخة حينما كتب عن (الطب الإسلامي) سنة ١٩٧٠ [٤٠] .

وكذلك لم تكن سافج – سمث قد سمعت بها حينما كتبت عن « المهذب» عام ١٩٨٠ [٤١] مقالتها القيمة .

(٣٧) أولا : المؤتمر السنوي الثالث لجمعية السورية لتاريخ العلوم حلب ١٩٧٨ بعنوان قراءة أولى في مخطوط ابن النفيس في طب العيون : المهذب في الكحل ، المحفوظ في المكتبة الظاهرية بدمشق .
ثانياً : مؤتمر الجمعية الدولية لتاريخ الطب ، بلوفديف Plovdiv – ١٩٧٨
بعنوان First Reading in a 13th Century Manuscript in Ophthalmology, Written by Ibn an-Nafis

(٣٨) تقدم بها : طلال فارس سنة ١٩٧٩ ، غازي الحبيب سنة ١٩٧٩
علياء التيرزي سنة ١٩٨٠ ، رفعت كسكين ١٩٨٠
فؤاد سيد صالح ١٩٨١

(٣٩) كتب صلاح خيمي الجزء الثاني من فهرس مخطوطات دار الكتب الظاهرية– المتعلقة بالطب والصيدلة . وكان سامي خلف حمارنة قد كتب الجزء الأول من هذا الفهرس . ولم تكن هذه المخطوطة من بين المخطوطات التي وصفها سامي حمارنة .
وكان الجزء الأول من هذا الفهرس قد ظهر عام ١٩٦٩ . انظر : خيمي : ص ٢٨٨

(٤٠) ذكر اولمان في كتابه نسختي الفاتيكان وسباط .
انظر : اولمان . ص ٢١٣

(٤١) كتب اميلي سافج – سميث E. savage-smith
مقالة قيمة عن « المهذب » في هذه المجلة .
انظر : سافج – سمث ص ١٥٢

٤ – نسخة برلين :

وصف زلهايم[٤٢] النسخة المحفوظة في برلين من كتاب المهذب عام ١٩٧٦ . ونشر ماخصاً لمحتويات الكتاب . وقد أشارت سافج – سمث إلى وجود هذه النسخة في مقالتها عام ١٩٨٠ .

٥ – نسخة اسطنبول :

في ايلول عام ١٩٨١ كنت اتصفح المخطوطة رقم ٥٥١٥ – حاجي محمود في المكتبة السليمانية في اسطنبول ، والمحفوظة هناك تحت اسم « تذكرة الكحالين »[٤٣] فتبين لي أنه لاعلاقة لها بكتاب علي بن عيسى الشهير ، وإنما هي كتاب المهذب . وقد تكرم القائمون على على المكتبة فسمحوا لي بتصوير صفحتين منها ، ثم تكرم الأستاذ فؤاد سزكين فحصل على مصوّر كامل لهذه النسخة القيّمة ، ووضعهُ في متناولي .

وقد ورد ذكر هذه النسخة في كتاب (مخطوطات الطب الإسلامي في مكتبات تركيا)[٤٤] الذي أصدره رمضان ششن وزملاؤه عام ١٩٨٤ على أنها (رسالة في علم الكحل) مجهولة المؤلف ، والعنوان .

وهذه النسخة ناقصة ، ولكن قيمتها تأتي من أن تاريخ نسخها يعود إلى القرن الثامن الهجري[٤٥] وعلى ذلك فهي أقدم نسخ المهذب التي نعرفها حتى اليوم . وقد تبين أن ثمة ثلاث مخطوطات أخرى في دار الكتب في القاهرة ، لم يتح لي بعد أن أرى مصورات لها .

٦ – مقارنة بين هذه النسخ :

بين أيدينا اليوم ثمانية مخطوطات من هذا الكتاب ، أما التاسعة فقد اختفت قبل أن ينتصف قرننا هذا[٤٦] وكانت موجودة حتى مطلعه .

(٤٢) انظر زلهايم . مقالته ٢١٣ – ٢١٦

(٤٣) انظر سزكين . تاريخ .. . ص ٣٣٩

(٤٤) انظر ششن . مخطوطات ... ص ٤٢٨

(٤٥) يقدر واضعو بطاقات هذه المكتبة ، وفهرس كتبها ان تاريخ نسخها يعود إلى القرن الثامن الهجري .
انظر : سزكين ... مجموعات .... ص ٩٧

(٤٦) أصدر سباط كتابه عن محتويات مكتبات حلب الخاصة من المخطوطات عام ١٩٣٨ . وقد اختفت اليوم معظم هذه المكتبات ، ولا نعرف الا القليل عن مصير بعض هذه المخطوطات .
ولن نتعرض هنا للنسخ الموجودة في القاهرة لأننا لم نر بعد مصوراتها .

وهذه النسخ جميعها مكتوبة بخط نسخي عادي تسهل قراءته .

منها اثنتان ناقصتان ، وهما النسخة الأقدم (نسخة اسطنبول) والنسخة الأحدث (نسخة سباط) أما النسخ الثلاث الأخرى فهي كاملة .

وأقدم هذه النسخ هي نسخة اسطنبول التي يعود تاريخ نسخها إلى القرن الرابع عشر (= ق ٨ هـ) .

وتأتي بعدها من حيث القدم نسخة الفاتيكان التي كتبت عام (٨٥١) هـ وبذلك يعود عهدها إلى القرن الخامس عشر (= ق ٩ هـ) .

وبعدها نسخة الظاهرية التي كتبت عام ٩٥٦ هـ . فتكون بذلك من مخطوطات القرن السادس عشر (= ق ١٠ هـ) .

أما النسختان الأخريان فحديثتا العهد :

نسخة برلين كتبت عام (١١١٥هـ) فهي بذلك من مخطوطات القرن الثامن عشر . وكذلك نسخة سباط التي قُدِّرَ تاريخ نسخها تقديراً وجعلت كذلك من مخطوطات القرن الثامن عشر .

وقد تبيّن وجود نسختين من الكتاب في القاهرة .

مع الشكر والتقدير للدكتور ظافر وفائي لتأمينه صور مخطوطات القاهرة .

محتويات المهذب

يقع الكتاب في قسمين (نمطين) تسبقهما مقدمة . وقد خصص المؤلف القسم الأول من الكتاب للقواعد العامة التي ينبغي أن يعرفها الكحال . (في قواعد هذه الصناعة) أما القسم الثاني فشرح فيه المسائل الجزئية والتفصيلية (في تفاريع هذه الصناعة) .

وتشتمل المقدمة على ثلاثة فصول :

١ — في ماهيّة صناعة الكحل .

٢ — في اختلاف الحيوانات بحسب العين .

٣ — في خواص الانسان في أمر العين .

والفصل الثاني من هذه الفصول هو بحث من حقل التشريح المقارن للعين . وقد نبّه مايرهوف[٤٧] إلى أهمية هذا الفصل .

والنمط الأول (في قواعد هذه الصناعة) ينقسم إلى جملتين :

الأولى (في قواعد الجزء النظري من هذه الصناعة) .

والثانية : (في قواعد الجزء العملي من هذه الصناعة)

والجملة الأولى تتناول موضوعات علم التشريح وعلم الغرائز ، في الباب الأول منها . وعلم الأمراض Pathology في الباب الثاني ، وقد جاء مختصراً . كما تدرس أسباب الأمراض في الباب الثالث . وعلم الأعراض Symptoms في الباب الرابع .

ولأن الباب الأول جاء واسعاً ، فقد قسمه المؤلف إلى قسمين (فنّين) .

الفن الأول المتعلق بالتشريح (في خلقة العين) .

ويتكون من عشرة فصول من علم التشريح Anatomy والفن الثاني المتعلق بعلم الغرائز Physiology (في فعل العين) أي (الفعل الخاص بها وهو الابصار) . وفي هذا الفن

(٤٧) انظر مايرهوف

وكذلك : كيزي وود وسلهايم : الذين نقلا رأي مايرهوف . وسافج — سمث أشارت كذلك إلى مقال مايرهوف .

تناول ابن النفيس نظرية الابصار Theory of vision وقد جاء شرح ابن النفيس لهذه المسألة دليلاً جديداً على اتساع معرفته النظرية واحاطته بالعلوم الفلسفية . وإضافة إلى ذلك فقد كان أسلوبه في عرض هذه الموضوعات أسلوب استاذ المنطق المقتدر[٤٨] . وكان حنين بن اسحق (ق ٩ م = ق ٣ هـ) قد شرح نظرية جالينوس في الابصار في كتابه (العشر مقالات في العين) . ولكن أطباء العين العرب لم يدرجوا على الإهتمام بشرح نظريات الإبصار في كتبهم المتخصصة بعلم الكحالة . بل تركوا ذلك للفلاسفة . ونصّوا على هذا في كتبهم صراحة[٤٩] . فابن سينا مثلاً يشرح نظرية الإبصار في كتابه (الشفاء) وليس في (القانون) .

ونظراً لأهمية هـذا الفن (في فعل العين) (وهو الابصار) : وروده في كتاب متخصص في دراسة أمراض العين ، واستيعاب المؤلف لنظريات الإبصار القديمة التي جاء بها الرياضيون والطبيعيون والفلاسفة ، ومنطق المؤلف في عرض الآراء المختلفة والرد عليها وبسط نظريته الخاصة والدفاع عنها ، وايراد حجج أصحاب النظريات المختلفة ومناقشة هذه الحجج ، فإن كتاب «المهذب» يكتسب أهمية خاصة في تاريخ التأليف في حقل (طب العيون) .

ويشتمل هذا الفن على عشرة فصول :

١ ـ الفصل الأول : في تعديد الأشياء المُبْصَرَة .

٢ ـ الفصل الثاني : في تفسير الألفاظ التي يكثر استعمالها فيما نتكلم فيه في هذا الفن .

٣ ـ الفصل الثالث : في الشروط المتفق عليها في الرؤية بالعين .

٤ ـ الفصل الرابع : في مذاهب العلماء في الرؤية .

٥ ـ الفصل الخامس : في حجج القائلين بهذه الآراء .

٦ ـ الفصل السادس : في إبطال آراء المخالفين ، ودحض حججهم ، ونصرة الحق الذي هو مذهبنا .

٧ ـ الفصل السابع : في بسط الكلام في تحقيق مذهبنا وتثبيته .

(٤٨) قام ابن النفيس بتدريس الفقه والشريعة في المدرسة المسرورية . ومن تلاميذه في المنطق كان أبو حيان الغرناطي . (انظر : شاخت : ٨٩٧ ، اسكندر : ٦٠٢)

(٤٩) خليفة بن أبي المحاسن (ق ١٣ = ق ٧ هـ) في كتابه (الكافي في الكحل) يقول : (. . وتحقيق ذلك من القوانين الى الحكماء دون الأطباء .) ، (..... وباقي تحقيقها تعرفه من الطبيعي ....) يقصد : طبيعي الشفاء . (انظر : مخطوط اسطنبول ص ٨ أ ، ٩ أ .)

٨ — الفصل الثامن : في شُبَه يمكن إيرادها على مذهبنا في الابصار .

٩ — الفصل التاسع : في حلّ هذه الشكوك .

١٠— الفصل العاشر : الخاتمة لهذا الباب : نذكر فيه شبهةً تورد على الإبصار مطلقاً .

أما الجملة الثانية من النمط الأول (في قواعد الجزء العملي من هذه الصناعة) فقد جاءت مختصرة واشتملت على بابين :

الباب الأول : (في حفظ صحة العين) .

والباب الثاني : (في علاج أمراض العين بقول كلّي) .

والباب الأول انقسم بدوره إلى فصلين :

الفصل الأول : (كلام كلّي في حفظ صحة العين)

والفصل الثاني : يتناول الأدوية التي توافق حفظ صحة العين .

أما الباب الثاني : فقد تناول فيه المؤلف أساليب التدبير المختلفة Management التي يلجأ اليها الطبيب لمعالجـــة العين . من حمية غـــذائية ، واختيار للأدوية النوعية والعرضية (كالمسكّنات) ، ومن تداخلات جراحية على المقلة . ويشتمل هذا الباب على خمسة فصول .

والنمط الثاني من الكتاب (في تفاريع هذه الصناعة) هو الجزء الذي يصف أمراض العين وصفاً سريرياً Clinical .

ويشتمل هذا النمط على سبع جمل : —

الجملة الأولى : خصصها المؤلف للأدوية .

والجملة الثانية: وفيها وصف لأمراض ملحقات العين— على حدّ تعبير اليوم— Adnexie

ويسمي المؤلف هذه الأمراض بأمراض (الجزء الخارج من العين) . وهي أمراض الجفن وأمراض جهاز الدمع .

ولذلك فقد جعل المؤلف هذه الجملة قسمين :

الباب الأول (في أمراض الجفن) وفيه ثلاثون فصلاً .

والباب الثاني : (في أمراض المؤق) وفيه ثلاثة فصول :

ويستعرض المؤلف في كل باب من هذين البابين الأمراض واحداً إثر الآخر ، مخصصاً فصلاً مستقلاً لكل مرض .

والجملة الثالثة : وفيها وصف أمراض المقلة الواقعة تحت بصر الفاحص . وهي أمراض الطبقة الملتحمة ، وأمراض الطبقة القرنية ، وأمراض الطبقة العنبية ، والأمراض المنسوبة إلى الحدقة .

ولذلك فإن هذه الجملة تشتمل على أربعة أبواب تتناسب مع أجزاء العين .

وكان علي بن عيسى (ق ١٠م = ق ٤ هـ) قد صنف الأمراض التي تهم الكحال إلى صنفين .. مايقع تحت بصر الفاحص (الأمراض الظاهرة للحس) وما لايراه الفاحص (الأمراض الخفية عن الحس) . وفي الزمرة الأولى جمع علي بن عيسى الأمراض التي قسمها ابن النفيس هنا إلى جملتين : (أمراض الجزء الخارج من العين) ، (وأمراض الوسط من العين) .

وقد جاءت كل هذه الأبواب (عند ابن النفيس : ستة) عند علي بن عيسى في المقالة الثانية في كتابه (تذكرة الكحالين) بينما أورد في المقالة الثالثة مجموعة الأمراض التي لاتقع تحت حس الطبيب الفاحص .

وفي الجملة الرابعة : يذكر ابن النفيس الأمراض التي تغيّر وضع المقلة ، ويسمي هذه الجملة (أمراض جملة المقلة) ، وهو يعني بذلك : الحول ، والجحوظ ، والغؤور . ولذلك فان الجملة الرابعة من النمط الثاني تتكون من ثلاثة فصول .

وأما الجملة الخامسة : من هذا النمط ... فهي المخصصة (للأمراض المنسوبة إلى القوة الباصرة) وتتكون هذه الجملة من مقدمة وسبعة فصول ... وفيها يصف المؤلف عدداً من الأمراض منها : العشاوة ، والخوف من الضياء ، على حد تعبير هذا العصر .

والجملة السادسة هي تلك التي تبحث في أمراض (رطوبات العين) ، (والأرواح التي في داخل المقلة) وفيها أربعة فصول . ويدرس المؤلف فيها أمراض الرطوبة البيضية ، والرطوبة الجليدية . والرطوبة الزجاجية ، (والأحوال العارضة لما في العين من الروح) .

والجملة السابعة : تبحث في (الأمراض المنسوبة إلى باقي أجزاء العين) وفيها فصلان : أولهما مخصّص لأمراض باقي طبقات العين وثانيهما هو الفصل الذي يدرس (الأمراض العارضة للعصب النوري) أي العصب البصري كما نقول اليوم .

ومن جملة مايمتاز به هذا الكتاب هو القسم المخصص للأدوية الذي جـــاء مختصراً وشاملاً . وقد خصص له المؤلف الجملة الأولى من النمط الثاني . (تفاريع هذه الصناعة) .

وقد جعل المؤلف هذه الجملة في بابين .. أولهما : (في أصول عملية في أمر هذه الأدوية) حيث يتحدث عن أصناف هذه الأدوية في الفصل الأول . وعن أمزجة هذه الأدوية في الفصل الثاني . وعن صفاتها في الفصل الثالث ، وعن أفعالها في الفصل الرابع . ثم يخصص الفصل الخامس (لأمور تعرض لأدوية العين بسبب التركيب ونحوه) .

أما الباب الثاني فقد خصصه المؤلف للأحكام الجزئية للأدوية . وقسمه إلى فصلين :

الأول : في أحكام المفردة من هذه الأدوية .

الثاني : في أحكام أدوية العين المركبة .

وهكذا فإن هذه الجملة تغطي مايحتاج الكحّال معرفته حول أدوية العين : من وجهتي نظر المداواة Pharmacology والصيدلة (صناعة الأدوية وتركيبها ودستورها) .

وصف الحول في المهذب

أولاً – تمهيد :

يخصص ابن النفيس (جملة ً)٥٠ في كتابه لدراسة (أمراض جملة المقلة) وتشتمل هذه (الجملة) على ثلاثة فصول : الحول ، الجحوظ ،غؤور العين وصغرها . فهذه الحالات الثلاثة هي مايمكن أن يصيب **جملة المقلة** ، في رأي المؤلف ، أي مايمكن أن يغيّر حالة المقلة بجملتها : وضعها أو اتجاه محورها .

وتهدف هذه المقالة إلى عرض الفصل المتعلق بالحول نظراً لأهميته .

وسوف نمهّد لهذا بمقدمة في تشريح العين ووظيفتها . ثم نعرض المادة العلمية التي يحتويها هذا الفصل ، ونبسّط فهمها لغير الأطباء . وبعد ذلك ننقل هذا الفصل محققاً .

ثانياً : مقدّمة في تشريح العين ووظيفتها :

ترمي هذه المقدمة إلى التذكير بتشريح العين وبوظيفتها في الإبصار . ونستعمل هنا التعابير الطبية الفنّية ، التي نستخدمها اليوم ، إلى جانب تلك التي كانت رائجة في عصر ابن النفيس ، وذلك لتسهيل فهم آراء المؤلف .

لاتختلف معلوماتنا في التشريح الوصفي للعين في أيامنا هذه إلاّ قليلاً عن معلومات الأمس . وفي الحقيقة فإن المعرفة التشريحية اليوم إنما هي معلومات الأمس ، وقد تطورت واغتنت عبر التاريخ .

لقد انتهت علوم الأقدمين إلى جالينوس، وعنه أخذ العرب . ومنهم انتقلت – هذه العلوم – إلى أوروبا اللاتينية، وفي مسيرتها الطويلة تطورت – هذه العلوم – وأضيف الي الكثير من الحقائق إلى أن وصلت إلى شكلها الحالي .

(٥٠) ينقسم كتاب (المهذب) إلى نمطين

النمط الأول : وفيه قواعد صناعة الكحل

والنمط الثاني : وفيه تفاريع هذه الصناعة .

ويتكون النمط الأول من جملتين .... كل واحدة منها فيها عدد من الأبواب .

ويتكون النمط الثاني من سبع جمل . الجملة الرابعة منها تبحث في أمراض مقلة العين .

والمقلــة : ويمكن تشبيهها بالكرة التي تتشكل من غلاف يحيط بمحتوياتها ، فأجزاء المقلة هي مفردات محتوياتها ومفردات غلافها .

نحن نعرف اليوم أن غلاف المقلة يتكون من ثلاثة قمصان (طبقات) : خارجي ، ومتوسط وداخلي .

ـ فالقميص الخارجي هو الصلبة في الخلف . التي تتمادى في الأمام مع القرنية الشفافة .

ـ والقميص المتوسط هو المشيمية التي تتمادى في الامام مع الطبقة الامامية من القزحية . وفي مركز القزحية يوجد ثقب مستدير هو الحدقة .

ـ والقميص الداخلي هو الشبكية التي تتمادى في الأمام مع الطبقة الخلفية من القزحية .

ويمتلىء الجوف الذي يحيط به هذا الغلاف بثلاثة أخلاط ، هي : الجسم الزجاجي في الخلف ، ويكاد يملأ معظم حجم هذه الكرة . والجسم البلوري في الأمام ، خلف القزحية . والخلط المائي أمام البلورة .

وترتبط البلورة بالمحيط برباط ذي ألياف دقيقة تشبه نسيج العنكبوت ، يسمى الرباط المعلّق للبلّورة . ووظيفته هي تثبيت البلورة في مكانها .

ويغلف المقلة من الخارج طبقة ترتكز في الأمام حول القرنية ؛ وتذهب إلى المحيط حيث تشكل رتوجاً ذات أشكال خاصّة تسهّل حركة الأجفان والمقلة ، ثم تلتصق بحواف الأجفان ، بعد أن تشكّل الطبقة الداخلية لكلٍّ من الجفنين العاوي والسفلي .

لقد سمّى العرب هذه القمصان **بالطبقات** ، وسمّوا محتويات العين **بالرطوبات** فقالــوا :

ـ إن الطبقة القرنية تنبت من الطبقة الصلبة ، وعبّروا بذلك عن فهمهم للتمادي بين هاتين الطبقتين .

ـ وقالوا كذلك ان الطبقة العنبية تنبت من الطبقة المشيمية .

– أمّا الشبكية فإنه ينبت منها في الأمام الطبقة العنكبوتية ، معتبرين ألياف الرباط العلّق طبقةً من طبقات العين .

– أما الطبقة السابعة عندهم فهي الملتحمة .

والرطوبات ثلاث هي : الرطوبة الزجاجية في الخلف، والرطوبة الجليدية في الوسط والرطوبة البيضية في الأمام .

لقد ظنوا أن الجليدية تقع في مركز هذه الكرة، واعتبروها العضو الرئيسي في العين، ومركز الرؤية . حيث ترتسم صور المرئيات . واعتبروا الشبكية تفرّعاً لألياف العصب البصري الذي كانوا يسمونه (العصب النوري) .

ويدخل النور إلى العين خلال القرنية الشفافة ، ماراً بالخلط المائي الموجود خلف القرنية وأمام القزحية ، عبر الحدقة ، حيث يمرّ مخترقاً البلّورة الشفافة ، ثم الجسم الزجاجي، ويعاني أثناء مروره في البلّورة انكساراً ، ذلك أن البلورة تفعل فعل العدسة المقربة ، وعلى ذلك فإن صور المرئيات ترتسم في مركز الشبكية على هيئة خيال حقيقي مقلوب .

وقد اعتبر العرب البلّورة أنبل طبقات العين ، وظنوا أن الصور ترتسم عليها حيث ينقلها روح خاصّ إلى الدماغ عبر العصب البصري . وقالوا بأن جميع طبقات العين ورطوباتها إنما خلقت لخدمة البلورة (الجليدية) .

وتتحرك المقلة إلى الجهات الأربع الرئيسية بأربع عضلات مستقيمة . كلّ واحدة تحركها إلى جهة : إلى فوق وإلى أسفل وإلى ناحية الأنف (الناحية الانسية) وإلى ناحية الصدغ (الناحية الوحشية) . وثمة عضلتان مائلتان تساعدان المقلة في الحركات المائلة والدورانية .

ويكون ارتكاز هذه العضلات على المقلة في الأمام ، خلف القرنية ، والعضلات مغطّاة بالملتحمة التي تصل حدودها الأمامية إلى الحدود المحيطية للقرنية . وعبر القرنية الشفّافة يبدو للناظر لون القزحية الملونة ، التي يختلف لونها بين إنسان وآخر . والحدقة هي الثقب الذي يقع في مركز القزحية والذي يبدو أسود اللون عادة .

وقد قالت العرب عن حدود القرنية المحيطية « إكليل السواد» . ذلك أن « سواد العين» هو لون القزحية الذي يبدو عبرّ القرنية الشفافة . ويحيط به « بياض العين » الذي هو لون الطبقة الصلبة التي ترى عبر الملتحمة الشفافة تقريباً .

ونحن نرى إذا نظرنا إلى العين: في الفرجة الجفنية إكليلَ السواد، دائراً بسواد العين يحيط به بياض العين. والحدود الفاصلة بين السواد والبياض هي (الإكليل).

وفي حالة الحول، قالت العرب: يميل سواد العين أي أنه يميل عن موضعه الطبيعي في الفرجة الجفنية. وفي لغة الطب العصري نقول: إن محور العين الأمامي الخلفي قد مال أو انحرف.

وقد سمّت العرب مأق العين الذي يقع جهة الأنف بالمأق الأكبر. وما يسمى اليوم بالحاظ هو المأق الأصغر في لغة أجدادنا أطباء العصر الوسيط.

وقالت العرب إن العضلات تتشنج أو تسترخي. ونقول اليوم إن العضلة قد تصاب بفرط المقوية إذا زادت فعاليتها في بعض حالات الحول. ونقول إنها أصيبت بالشلل أو الخذل إذا انعدمت فعاليتها أو إذا ضعفت هذه الفعالية.

ويخرج من الدماغ عصبان بصريان: أيمن وأيسر، يتصالبان قبل وصولهما إلى المقلتين. وفي الحقيقة فإن الألياف العصبية الدقيقة الخارجة من المقلة اليمنى مثلاً تسلك في طريقها إلى الدماغ بعد موضع التصالب البصري كلا الطريقين: الأيسر والأيمن. فجزء منها يتصالب فعلاً ذاهباً إلى الجهة الأخرى بينما يبقى جزء آخر من الألياف في نفس الجهة، ذلك أنه يذهب من المقلة إلى موضع التصالب البصري، ويمسّه مسّاً دون أن يتصالب ويذهب إلى الخلف عبر الطريق البصري في الجهة نفسها.

وترسل كل واحدة من العينين صورة للمرئيات تذهب عبر ألياف العصب البصري إلى الدماغ.

والدماغ يوحّد بين الصورتين الآتيتين من المقلتين، يدمج هاتين الصورتين، ويصنع منهما صورة واحدة.

وقد سمى العرب التصالب البصري «بالتقاطع الصليبي» وسمّوا العصب البصري «بالعصبة المجوفة» أو «بالعصب النوري» وظنوا أن اندماج الصورتين الآتيتين من المقلتين انما يتم في التصالب البصري. كما سمّوا الصورة «بالشبح». وعملية ارتسام الخيال «بالتشبّح» وتصوروا وجود «روح باصر» يمر من الدماغ إلى المقلة، عبر العصبة المجوفة.

لقد عرف العرب تشريح العضلات الستّ المحركة للمقلة ، وعرفوا وظيفتها على درجة كبيرة من الدقّة وعرفوا القواعد الرئيسية لعملية الابصار . كما عرفوا عيوب الابصار ، وحاولوا تفسير آلية حدوث هذه العيوب .

وقد اطّلع العرب على نظريات الاغريق في الرؤية ، فتردد ذكرها في كتبهم : نظريات الرياضيين والطبيعيين والفلاسفة . وفي المصادر العربية نجد أسماء أرسطو وأفلاطون واقليدس وإبرخس وجالينوس . وعرفوا أيضاً وظيفة العينين معاً . أي اشتراك العينين في عملية الإبصار . وعرفوا عيوب هذه الوظيفة ، واجتهدوا في محاولة تفسير آلية حدوث هذه العيوب .

ومن هذه العيوب : (رؤية الشيء شيئين) ، وهي حالة قد ترافق بعض أشكال الحول ، والتي نسميها في اصطلاحات اليوم (الشفع) .

وذكر العرب أيضاً « العضلات الماسكة للمقلة » . وهي عضلات ثلاث ، موجودة خلف المقلة تحيط بالعصب البصري . وهذه العضلات موجودة في الحيوانات ، ولم يكتشف وجودها في الانسان – بحجم مجهري – الا مؤخراً . وقد ظن العرب أن لهذه العضلات وظائف معينة . فإذا أصيبت هذه العضلات بالتشنج أو الشلل فإن أعراضاً معينة تتظاهر . ولكن هذه العضلات لاعلاقة لها بالحول الذي لاينجم الاّ عن إصابة العضلات المحرّكة للمقلــة .

ثالثاً – عرض المادّة العلمية

بمطالعة الفصل المتعلق بالحول يتبين أنه يحتوي على أربع أفكار رئيسية . الفكرة الأولى : يتحدث فيها عن أقسام الحول ، والثانية : عن أسبابه . أما الثالثة فيعلل فيها الآلية الامراضية لحدوث الشفع الناجم عن بعض أشكال الحول ، وأما الفكرة الرابعة فهي معالجة الحول بأنواعه .

* * *

أقسام الحول

يبدأ المؤلف بتعريف الحول ، فهو : (ميل سواد العين عن الموضع الطبيعي) .
ثم يميّز المؤلف بين حالتين ، أن يصيب الحول عيناً واحدة ، أو أن يصيب العينين .

إصابة عين واحدة :

وفي هذه الحالة قد تصاب عضلة واحدة ، وقد تصاب عضلتان :

(١) ففي حالة إصابة عضلة واحدة : يميل السواد إلى إحدى الجهات : فوق أو أسفل أو إلى جهة المؤق الأكبر أو إلى جهة المؤق الأصغر . وسبب ذلك هو إصابة عضلة واحدة من العضلات المستقيمة المحركة للمقلة .

فإذا تشنجت العضلة المستقيمة العلوية مالت العين إلى فوق . واذا تشنجت العضلة المستقيمة الأنسية مالت المقلة إلى جهة المؤق الأكبر .

(٢) وفي حالة اصابة عضلتين متجاورتين : فإن الميلان يكون إلى جهة جديدة .

فإذا تشنجت العضلتان المستقيمتان : العلوية والأنسية فإن المقلة تميل إلى الأعلى والأنسي . وهكذا ... ولذلك يسمّي المؤلف الحالات الأربع الأولى الناجمة عن إصابة عضلة واحدة (بالمفردة) ويسمي الحالات الأربع الأخرى الناجمة عن إصابة عضلتين متجاورتين بالمركبة .

إصابة العينين معاً :

إذا أصيبت العينان فإن أي ميلان في العين الأولى يمكن أن يقترن بواحد من أشكال الميلان الثمانية على العين الأخرى .

وبحساب بسيط نصادف أربعة وستين شكلاً من أشكال الحول ، في حال إصابة العينين معاً (٨ × ٨) وإصابة العين الواحدة يمكن أن ينجم عنها ثمانية أشكال (أربعة مفردة ، وأربعة مركبة) . لذلك فإن أشكال الحول يبلغ مجموعها (٨+٦٤=٧٢) اثنان وسبعون شكلاً .

وفي حالة إصابة العينين معاً ، فإن شدة الإصابة قد تتفاوت بين العينين : فقد يكون الميلان متساوياً في العينين وقد يكون في العين اليمنى أشدّ ، وقد يكون في اليسرى أشدّ . لذلك فإن أقسام الحول البالغ عددها أربعة وستين قسماً تصبح وفق هذه الاحتمالات مائة واثنين وتسعين قسماً (٦٤ × ٣) .

أســباب الحــــول

الحــول عند ابن النفيس صنفان رئيسان : الخلقي ، والعارض[٥١] والعارض له سببان : تشنج العضلة ، أو استرخاؤها .

والتشنج : يحدث بأحد سببين :

١ ــ العلل الدماغية الامتلائية[٥٢] ومنها الصرع[٥٣] والسكتة[٥٤]

(٥١) الخلقي : الذي يتظاهر عند الولادة أو بعدها بزمن قصير ، والعارض هو الذي يتظاهر بعد الطفولة الأولى لأسباب أخرى ، مهما تنوعت هذه الأسباب ، ولكن السبب يكون طارئاً أي مكتسباً ، كما نقول اليوم .

(٥٢) الامتلاء : في النظرية الطبية القديمة تصنف أمراض العين في ثلاث زمر كبيرة .

أ ــ الرضوض : وكانت تسمى (تفرق الاتصال) أو (انحلال الفرد)

ب ــ الآفات التي تغير الوضع أو الهيئة : وكانت تسمى بأسماء مختلفة . ومنها الجحوظ ، وغؤور المقلة ، وصغر حجمها والحول .

جـ ــ الآفات الأخرى : وكانت تعزى إلى اضطراب في مزاج البدن أو مزاج العين . أي إلى اضطراب في توازن « الاخلاط » التي تكون في حالة توازن فيما بينها حينما يكون الجسم صحيحاً، والتي إذا اضطرب توازنها نجم عن ذلك المرض

والاخلاط الأربعة التي توجد في الجسم وفق هذه النظرية هي :

الدم ، البلغم ، الصفراء ، السوداء ، فالدم : حار و رطب ، والبلغم : رطب ، بارد .

والمرة السوداء : باردة يابسة ، والمرة الصفراء : يابسة ، حارة ، وإذا اضطربت كية أحد هذه الاخلاط اضطرب مزاج البدن ، فاذا زادت كية الدم مثلا مال المزاج إلى الحرارة والرطوبة .. وهكذا .

وإذا تراكم أحد هذه الأخلاط في البدن سمي اضطراب المزاج مركباً أو مشتركاً .

أما إذا اضطرب المزاج لسبب خارجي دون أن يتغير توازن أخلاط الجسم كأن يتعرض الجسم لحرارة (الشمس) فيميل مزاجه إلى الحرارة ... أو أن يتعرض للبرودة (الثلج) فيميل مزاجه إلى البرودة ، فان ذلك يسمى : اضطراب المزاج البسيط أو (الساذج) والنوع الأول الذي يتميز بتراكم بعض المواد في البدن أو في أحد الأعضاء ... يعبر عنه بأنه من العلل الامتلائية ... أيأن العضو امتلأ بالمادة ... أكثر من الحدود الطبيعية التي يفترض أن تكون الحال عليها في « الصحة » .

والمادة المتراكة التي تملأ عضوا أو تملأ البدن كله ... قد تكون طبيعية .. غير مؤذية وتزعج العضو بكميتها. أو تكون ذات طبيعة فاسدة تؤذي الجسم بنوعيتها .. أي بكيفيتها وليس بكميتها .

وعلل العين الامتلائية ... يكون سببها امتلاء في العين نفسها أو في جوارها (الدماغ أو أغشية الرأس) أو في مكان بعيد .. (المعدة) .

وامتلاء العين .. إذا كان بكمية عادية من خلط مؤذ فان لون العين يتغير . أما إذا كان بكمية كبيرة من خلط طبيعي فان عروق العين تحتقن (تدر) . ←=

٢ – الجفاف[٥٥] أو اليبس . وسببه : إما الحمّى المحرقة[٥٦] أو الإسهال المتواتر .

أما آلية حدوث التشنج فمختلفة حسب السبب .

فالامتلاء : يسبب نقصان طول العصب أو العضل لأنه يمدّده عرضاً (إذا زاد طوله نقص عرضه) .

والجفاف : يسبب نقصان طول العصب وعرضه في الوقت نفسه .

والتشنج قد يصيب العضلات المحركة للمقلة ، وقد يصيب العضلة الممسكة للمقلة .

فإذا تشنجت العضلة الممسكة للمقلة فإن ذلك يسبب (عُسْراً في حركة العين) ، ولذلك يعسر حدوث الحول .

أما إذا حصل التشنج في العضلات المحركة للمقلة فإن نوع الحول يتوقف على عدد العضلات المصابة .

= وأسباب الامتلاء كثيرة : منها :
الإكثار من الطعام ، النوم عقب العشاء ، بعض الأشربة أو الأطعمة الغليظة ، بعض الأطعمة التي تسبب تشكل أبخرة في البدن تصعد من المعدة إلى الرأس أو إلى العين كالكراث ، بعض الأدوية ، بعض المواد المجففة كالملح .
وإذا كان سبب الامتلاء صعود أبخرة من المعدة إلى العين فان المريض يرى خيالات أمام عينه .

(٥٣) الصرع : المرض نفسه الذي نعرفه اليوم . لقد أعطى الأطباء العرب في القرن العشرين لهذا المرض اسمه الذي أطلقه عليه الأطباء العرب في القرن التاسع .

(٥٤) السكتة : اختلف وصف هذا المرض بين مؤلف وآخر في التراث الطبي العربي . ولكنها في كل الأحوال تشير إلى آفة تشبه الإغماء أو الغشي في تعبيرات اليوم . والأغلب أنها كانت تطلق على حالات مختلفة منها ماهو سيء الإنذار كالحوادث الوعائية الدماغية ، ومنها ماهو حسن الإنذار ، كالإغماء الذي لايلبث المريض أن يفيق منه .
يعرف القمري السكتة في معجمه : (التنوير في الاصطلاحات الطبية) قائلا : « أن يخر الانسان كالميت لايتنفس أو يتنفس تنفساً خفيفاً لايدرك إلا بحيلة ، أو يغط غطيطاً .. » ويعرفها السجزي في معجمه (حقائق أسرار الطب) قائلا : « تعطل الأعضاء عن الحس والحركة ... » .

(٥٥) الجفاف أو اليبس : هو أن يسيطر على الجسم هذا المزاج الخاص ... أما لسبب خارجي أو لتغير في توازن الأخلاط . وهو عكس الرطوبة ، فإذا سيطرت المرة السوداء في الجسم كان من ذلك المزاج اليابس البارد . أما إذا سيطرت المرة الصفراء فإنه ينجم عن ذلك المزاج اليابس الحار .

(٥٦) الحمى المحرقة : أحد الأشكال الكثيرة للحمى التي وصفها العرب ، ولا يمكن أن تشير إلى آفة مرضية معينة . وتمتاز بأوصاف خاصة جعلت من صورتها السريرية شيئاً مميزاً .
يقول القمري : « الحمى المحرقة : حمى دائمة إلا أنها تزداد اشتعالا والتهاباً فيما بين كل يومين » . ويزيد السجزي قائلا : « وهي لازمة صعبة الأعراض » .

فإذا تشنجت عضلة واحدة سببت (حولاً مفرداً) كما سبق إن ورد في بحث (أقسام الحول) .

وإذا تشنجت عضلتان متجاورتان مالت العين (إلى جهة بين تينك الجهتين) (وكان ذلك حولاً مركباً) .

وإذا تشنجت العضلات الأربع دفعة واحدة (فإن المقلة تبقى ثابتة لاتتحرك)

وإذا تشنجت (عضلتان متقابلتان) (لم تتحرك المقلة إلى جهة واحدة منهما فإذا تشنجت عضلة ثالثة (مال السواد إلى جهتها) .

الاسترخاء : إذا استرخت عضلة ما فإن المقلة لاتتأثر : العضلة لاتجذب المقلة إلى جهتها لأنها مسترخية . والعضلة المقابلة لهذه العضلة المسترخية تفعل بالإرادة ، فإذا لم تفعل ظل وضع العين على حاله ، وإذا فعلت جذبت العين إلى جهتها دون أي تأثير لكون العضلة الأولى مسترخية ذلك أن العضلة المقابلة لاتعاكس فعل العضلة الفاعلة .

فالعضلة الفاعلة لاتجد معارضة لفعلها من العضلة التي تقابلها سواء كانت هذه العضلة سليمة أو مسترخية .

ففي حالة سلامة العضلة (الحالة الصحيّة) تتحرك المقلة إلى جهة ما بفعل عضلة واحدة دون تدخّل الفعلة المقابلة .

وكذلك الأمر في (الحالة غير الصحّية) إذا كانت العضلة المقابلة للعضلة الفاعلة مسترخية .

وعلى هذا فاسترخاء العضلة لايسبب حولاً . هذه هي القاعدة . ولهذه القاعدة استثناء وحيد ، هذا الاستثناء هو الحالة الوحيدة التي يقبل المؤلف تسميتها بالحول . هذه الحالة هي : استرخاء العضلة المستقيمة العلوية . إذ تميل المقلة (بثقلها إلى أسفل)

وابن النفيس هنا يميّز نفسه بنظريته هذه في علم الأمراض عن جمهرة المؤلفين الذين اعتبروا للحول سببين : التشنج والاسترخاء ، دون الدخول في التفصيلات .

* * *

مايلزم الحــول في الابصــار

وهذه الفقرة من هذا الفصل تبحث في الاضطراب الذي يحدث في الرؤية ملازماً لبعض حالات الحول .

ذلك أن بعض حالات الحول يرافقها (خلل في الإبصار) (إذ يُرى الشيء شيئين) (٢٠)

هذه الظاهرة تسمى (الشفع) . وهذا التعبير أصيل في اللغة ، إلا ّ أن الأطباء لم يستعملوه في اصطلاحاتهم الفنية .

والمؤلف ينطلق في تفسيره لظاهرة الشفع هذه – التي ترافق بعض أشكال الحوَل – من فهمه لآلية الرؤية بالعينين معاً . Binocular Vision (فالشبح) الآتي من العين الواحدة أو (الخيال) كما نسمّيه اليوم تنقله العين إلى حيث يتقاطع العصبان البصريان . وهناك ينطبق شبح العين الواحدة على شبح العين الأخرى . وهناك يندمج الخيالان . وهذا يستدعي أن تظل العلاقات التشريحية في الوضع السليم (الصحّي) . فالشبح ينتقل من العين بواسطة العصبة المجوّفة ، لذلك فإن تغيّر موضع إحدى العصبتين بالنسبة إلى موضع الأخرى يسبب اضطراباً في انطباق الشبحين ، وبالتالي يسبب (رؤية الشيء شيئين) .

والعامل الفاعل هو موضع نهاية العصبة عند التقاطع البصري ، وليس النهاية الأمامية للعصبة .

لذلك فقد تكون إحدى العينين مصابة بالحول . وسوادها مائلا ً ميلاناً واضحاً ، ومع ذلك لايظهر (الشفع) ، وتفسير ذلك يكون بأن النهاية الخلفية للعصبة لم يتغير موضعها بالنسبة إلى موضع النهاية الخلفية للعصبة الأخرى .

وفي حالة رؤية الشيء الواحد شيئين فإن الشبحين قد يكونان منفصلين أحدهما عن الآخر . تماماً ، وقد يتراكبان .

وكما فسّر المؤلف هذه الظاهرة من الناحية الكيفية فقد فسرها أيضاً من الناحية الكميّة . فإن تراكب الشبحين أو ابتعادهما يكون متعلقاً بعاملين ، أولهما : طول الشبح ، وثانيهما مقدار العيب الحاصل في موضع التقاء العصبتين ، أي مقدار ابتعادهما ، الواحدة

عن الأخرى . والنسبة بين هذين العاملين هي التي تقرر مدى افتراق الشبحين اللذين يفترض في الحالة الطبيعية أن يكونا متماسّين . فإما أن يظلا متطابقين تطابقاً جزئياً، أو أنهما يصبحان مفترقين ومتماسّين ؛ أو يتباعدان تماماً .

وقد فسّر المؤلف حالات الشفع الشاقولية والمائلة . فالشاقولية تنجم عن اضطراب في ارتفاع إحدى العصبتين عن الأخرى . بينما المائلة تحدث عن مَيَلان إضافي لإحدى العصبتين إلى جهة أخرى غير الجهتين العلوية أو السفلية . (يرى شبح هذه إلى جانب شبح تلك) (رئي شبح المائلة إلى فوق عن جانب ذلك الشبح وأسفل منه) .

وقد ضرب المؤلف مثالا : ذلك أن تكون إحدى العينين مائلة إلى فوق والأخرى مائلة إلى جهة الجانب ، واختار الجهة الأنسية (إلى جهة المؤق الأكبر مثلاً) .

وبعد أن يشرح المؤلف هذه المسألة شرحاً وافياً يرى أن نظريته أصبحت واضحة ، فيقول : (وأحكام باقي الأقسام يسهل عليك تعرّفها مما قلناه) ذلك أنه بدأ بشرح الحالات الأبسط ثم انتقل إلى تفسير الحالات الأكثر تعقيداً . ولما كانت نظريته منطقية وسهلة الفهم فإنه يفترض في القارىء أن يكون تعرّفه على الأشكال الأخرى من الشفع قد أصبح سهلاً بعد قراءة هذه الفقرات .

وقبل أن يُنهي المؤلف هذه الفكرة المتعلّقة (بأمراض الحول) Pathology .

يرغب أن يفسر الظاهرة التالية : لماذا يتظاهر الشفع مقترناً بالحول الشاقولي أكثر من تظاهره مقترناً بالحول الأفقي ؟

(إن ارتفاع إحدى العصبتين عن الأخرى في موضع التقائهما أسهل وأكثر من ميلان إحداهما عن الأخرى هناك إلى جانب) . فالسبب هو موضع التقاء العصبين البصريين في التصالب . إن ميلان أحد العصبين إلى أعلى أسهل من ميلانه إلى جانب، ولذلك يظهر الشفع في الحول الشاقولي أكثر من ظهوره في الحول الأفقي .

وابن النفيس — هنا أيضاً — يبدو طبيباً متمكناً من نظريات الطب وكليّاته . فهذه الظاهرة (رؤية الشيء شيئين) كانت تدخل في اختصاص الفلاسفة . وليس في اختصاص

الأطباء . ولسنا نعرف قبل ابن النفيس طبيباً بادر إلى محاولة تفسير هذه الظاهرة في كتاب طبي . وإلى جانب ذلك فإن ملاحظته الأخيرة القائلة بأن الشفع تكثر مصادفته في أصناف الحول الشاقولي وتندر في حالات الحول الأفقي هي ملاحظة صحيحة تنم عن خبرة طويلة في الممارسة الطبية .

° ° °

معالجـــة الحـــول

كان المؤلف قد ذكر للحول نوعين رئيسين : الحول الخلقي ، والحول العارض . ثم ميّز بين نوعين من الحول العارض : الحول الناجم عن استرخاء العضلة المستقيمة العلوية (تحديداً) والحول الناجم عن تشنج احدى العضلات أو عن تشنج بعضها مجتمعة . والحـــول التشنجي ينجم إمّا عن امتلاء أو عن يبس .

وعلى ذلك فإن المعالجة تختلف حسب نوع الحول ، لأنها تتجه أساساً إلى معالجة السبب . ومن هنا فان المؤلف يقسم البحث إلى ثلاثة أقسام :

الحول الخلقي ، والحول التشنجي الناجم عن امتلاء ، والحول التشنجي الناجم عن يبس . ويهمل البحث في الحول الاسترخائي النادر الوقوع .

الحول الخلقي – يعالج بهذا الشكل البدائي من أشكال تصويب البصر : وهو توجيه عين الطفل إلى الجانب الذي يقابل جهة الحول ، تماماً كما نفعل اليوم . ولكن المؤلف يلاحظ بأن النتائج غير مرضية . لذلك (قد يحتاج إلى اخراج الدم) . أي لابُدّ من اللجوء إلى الاستفراغ[٥٧] ، هـــذه القاعدة الذهبية في الطب القديم ، التي تفيد حيثُ لاتفيد الأدوية والوسائل العلاجية الأخرى ، ورغم هذا ، فإن المؤلف يلاحظ أيضاً أن النتائج لاترضي ، لذلك يقول : (امّا الخلقي فلا شفاء له إلا في سنّ الطفولة) . إنه صعب الشفاء ، وإذا كان ثمة أمل فذلك إنما يكون في سنّ الطفولة ، ولكن ليس قبل ذلك . وإذا لم يشفى في سن الطفولة فلا شفاء له البتة .

وملاحظات المؤلف هنا صحيحة أيضاً وفهمها سهل على أطباء العين . وهنا أيضاً تشهد ملاحظات المؤلف له بالخبرة الطويلة في الممارسة الطبية ، وبالمقدرة المتميزة في فهم إنذار المرض Prognosis .

الحــول التشــنجي :

أ ـ الناجم عن العلل الامتلائية :

(١) ينقى الدماغ[٥٨] بالأيارجات[٥٩] المسهلة دفعاً للمادة الممرضة عن الدماغ .

(٢) ويلطّف التدبير[٦٠] لكي يساعد ذلك على تخليص البدن عموماً من الامتلاء .

(٣) ويحاول الطبيب طرد المواد المؤذية للعين عن طريق الأنف ، إذا كانت هذه المواد موجودة في جوار العين . ويكون ذلك بإعطاء سعوط[٦١] : يسبب سيلان الأنف : كعصارة ورق الزيتون .

(٤) ولكي تصبح العين منيعة على هذه المواد المؤذية : يجب أن تقوّى العين . أمّا المواد التي وصلت إلى العين فيجب ابعادها بالتحليل أولاً ، ثم بطردها عن العين ، وذلك باستفراغ[٦٢] العين .

(٥٧) الاستفراغ : لأن الداء يعالج بمعالجة سببه فإن الحول الناجم عن الإمتلاء يعالج بالاستفراغ . أي بطرد المواد المتراكمة من العضو المصاب : من العين أو من جوار العين في الأغشية أو في الدماغ . أو بطرح المادة التي تراكمت في سائر البدن . فالأمراض الناجمة عن سوء المزاج الساذج تعالج بتعديل المزاج . أما الأمراض المزاجية المادية أي المركبة فهي التي تعالج بالاستفراغ . والفصد والحجامة شكلان من أشكال الاستفراغ .

(٥٨) تنقية الدماغ : تكون بالجوء إلى أشكال محددة من الاستفراغ ، منها استعمال الأدوية المسهلة بالطريق العام أو استعمال بعض الأدوية الموضعية التي تسبب سيلان الأنف ، أو وضع العلق على الصدغ . وذلك لأن الدماغ يكون مصاباً بالامتلاء ، بينما يكون البدن نقياً .

(٥٩) ايارج : أصل هذا التعبير اغريقي انتقل إلى العربية من اللغة الفارسية وفي الأصل معناه : « الدواء المقدس » . وقد شرح ابن سينا الاسم قائلا « الدواء الإلهي » ولعل أساس التسمية كان يهدف إلى إعطاء الدواء إسماً لايدل على فعله ... وإضافة إلى ذلك فقد اختير هذا الاسم الذي يغري المريض بقبول الدواء .
ومن أشهر المركبات الدوائية التي أطلقت عليها هذه التسمية : ايارج فيقرا ، ايارج لوغاذيا ، ايارج روفس ، ايارج جالينوس .. الخ ..

(٦٠) تلطيف التدبير : استعمال الوسائل اللطيفة من أشكال التدبير المختلفة . فالحمية مثلا إحدى الوسائل التي يلجأ اليها في نطاق التدبير . وكذلك الاسهال ، وتلطيفه يعني ألا يلجأ إلى المسهلات الشديدة التأثير أو إلى تكرار الإسهال .

(٦١) السعوط : الدواء الذي يدخل إلى الانف .

(٦٢) استفراغ العين : إذا كانت المواد الرديئة تأتي من البدن يستفرغ البدن ، وإذا كان الدماغ هو المصاب وهو الذي يرسل المواد المؤذية إلى العين في حال كون البدن نقياً ، فإن العلاج يكون بتنقية الدماغ . أما إذا كان البدن نقياً والدماغ سليماً والعين نفسها هي المصابة بالامتلاء يجب أن تستفرغ هي . وهذا يكون باستعمال الأدوية التي تحلل والأدوية التي تسبب سيلان الدمع ، وتسمى الأدوية المدمعة .

(٥) أما الأدوية المقوية[٦٣] للعين فعديدة منها الاثمد والرازيانج[٦٤] والرتة[٦٥] .

ب – الناجم عن اليبس :

تقضي قواعد الطب أن يعالج اليبس بالأدوية المرطبة : تطبق الادهان[٦٥] دون ضماد ، ومنها : دهن الورد[٦٦] ، أو تطبق النطولات المرطبة[٦٧] . وقد تعطى أدوية مرطبة مع ضماد العين ، ومن هذه الأدوية مايدخل بتركيبه إضافة إلى دهن الورد بياض البيض[٦٨]

(٦٣) الأدوية التي تقوي العين : هي الأدوية التي تمنع العين من قبول المواد الرديئة ومنها ماء الورد ، والاثمد، وماء الرازيانج ويروى ابن جزلة وابن البيطار « أن الأفاعي والحيات حينما تخرج من مأواها الشتوي تحك عينها بالرازيانج الطري استضاءة للعين » وهذا ماروا ه ديمقريطس .
والرازيانج هو الشمر (الشمار) أو البسباس .

(٦٤) كتب الحريري الرتة : (وتعرف أيضاً بالبندق الهندي) « ويكتحل بها مع الخل للحول » يقصد عصارتها والرتة هي شجرة اسمها العلمي **Caesalpina bonducella** أو **Guilandina bonducella** وثمرها يشبه البندق انظر : قنواتي ص ٢١٥

(٦٥) الأدهان :
الدهون هو الدواء الذي يدهن به الموضع المريض . ومثالها : دهن البلسان ، ودهن الورد ، ودهن البنفسج . وقد استعمل العرب هذا التعبير . دهون كما استعملوا تعبير « مرهم » وقد تستعمل الأدهان مع الضماد أو بدونه ونجد في المصادر العربية تعبير « دهن » ويقصد به في معظم الأحيان الزيت المستعمل في الطب ، دهنا هو غالباً زيت الزيتون . انظر : قنواتي : ٢٢٣

(٦٦) دهن الورد
ابن النفيس : « يمنع المواد المنصبة إلى العين » « مبرد للعين » « مقو لها » مخطوطة « المهذب » الفاتيكان : ٦٨ ب
وانظر كذلك :
النهاية ..... : ١ : ١٥٤ ، ومن المراجع الحديثة : شموكر ..... : ٥٢٩ ، قنواتي ٣٠٣

(٦٧) النطول :
أصل الكلمة نطل المريض أي صب عليه السائل شيئاً بعد شيء . وقد ينطل الوجه والصدغ والجبهة . وفي الطب قد يكون التنطيل باستعمال قطع قماش مبلل توضع على المكان نسميها اليوم : الكمادات .
والنطول هو الدواء المستعمل لهذه الغاية : ويراد بذلك تحليل المواد من العين .

(٦٨) بياض البيض :
الحريري : « بياض البيض يقوي »
ابن النفيس : « يكسر حدة مواد العين »
« يحلل » انظر النهاية .... : ١ : ١٤٦
وانظر : ابن النفيس ، المهذب . الفاتيكان : ٦٧ ب

وقليل من شراب[٦٩] .

ولا تكون المعالجة مقتصرة على تطبيق الأدوية موضعياً، بل يلجأ إلى المعالجة بالطريق العام، وذلك لمكافحة اليبس بشرب اللبن[٧٠] . والتدبير Management يقضي أيضاً بأن لايقوم المريض بأي عمل من شأنه أن يسبب الاجهاد أو التعرق اللذان يؤديان بدورهما إلى اليبس . فعلية أن يلزم السكون و أن يترك الجماع .

ويشير المؤلف إلى أن التدبير هنا يشبه تدبير الطرفة[٧١] ذلك أن سبب الطرفة هو حصول نزف تحت الملتحمة وهذا النزف يحتاج إلى تحليل .

(٦٩) في كتب الطب : الشراب ، إما النبيذ وإما عصير الفاكهة الطازج أو المكثف .
انظر : من المراجع الحديثة : حسن كمال : ٨١٤ ، ٨١٥ قنواتي : ٢٣٥
وانظر : ابن النفيس ، المهذب . الفاتيكان : ٧٢ آ

(٧٠) اللبن : شرب اللبن يفيد ضد الجفاف (اليبس) ويحلل المواد .
الحريري : « مركب من جواهر ثلاثة : مائية وجبنية ودسومية .... »
انظر : ١ النهاية : ١٦٩ ؛ ابن النفيس . المهذب « يبدأ معه بما يحلل .... كاللبن ... وبياض العين » .

(٧١) الطرفة : ماتسميه اليوم « النزف تحت الملتحمة » والتدبير عند ابن النفيس يهدف إلى تحليل الدم المجتمع تحت الصفاق الملتحمي .

التحقيق*

في الحول

هو ميل سواد العين عن الموضع الطبيعي إلى جانب . فوق أو أسفل أو إلى جهة الموق الأكبر أو الأصغر أو إلى جهة بين جهتين من هذه فيكون لذلك أصنافه المعتبرة بحسب عين واحدة ثمانية ، أربعة مفردة وهي التي الميل فيها إلى جهة واحدة . وأربعة مركبة وهي التي الميل فيها إلى جهة بين جهتين ،

وسميت الأولى مفردة لأنها تتم بفساد عضلة واحدة ، كما إذا تشنجت عضلة فجذبت المقلة إلى جهتها . وسميت الأربعة الأخرى مركبة لأنها إنما تتم بخلل عضلتين كما إذا تشنجت عضلتان متجاورتان فجذبتا المقلة إلى جهتيهما .[1]

وأي عين كانت على أحد الاقسام الثمانية فإن الأخرى يمكن أن تكون على كلّ واحد من تلك الأقسام ، ويمكن أن تكون صحيحة ، فيكون من ذلك اثنان وسبعون قسماً .

وإذا كان الحول في العينين فقد يكون الميلان في العينين سواء ، وقد يكون في اليمنى أكثر وقد يكون في اليسرى أكثر . فلذلك تكون أقسام الحول الكائن في العينين معاً مائة واثنين وتسعين[2] قسماً .

* المهذب : الفاتيكان : ١٦٠ آ
برلين : ١٨٩ ب
الظاهرية : ١٥٢ ب

(١) ف : جهتها
(٢) ف ، ب ، وسبعون

وكيف كان الحول فقد يكون خِلقياً ، وقد يكون عارضاً عن تشنج أو عن استرخاء .

والتشنجي :

إن كان التشنج في عضلة واحدة جذبت المقلة إلى جهتها فكان ذلك حولاً مفرداً . وإن كان في عضلتين متجاورتين[1] جذبتا المقلة إلى جهتيهما[2] فمالت إلى جهة بين تينك[3] الجهتين كما ذكرنا ، وكان ذلك[4] حولاً مركباً .

أما إذا تشنجت العضلات كلّها فإن المقلة تبقى ثابتة لاتتحرك وإن تشنجت عضلتان متقابلتان لم تتحرك المقلة إلى جهة واحدة منها ، فإن تشنجت مع ذلك عضلة أخرى . مال السواد إلى جهتها[5] .

هذا إذا كان التشنج في العضلات الخارجة أما العضلة الممسكة للمقلة فإن تشنجها يحدث عسراً في حركة العين فلا يُحْدِثَ فيها حولاً ، بل يعسُر حدوثه بما يحدثه من عسر الحركة إلى الجهات .

والتشنج يحدث تارة من امتلاء يمدّد العصب أو العضل عرضاً فينقُصُ طوله ، وتارة من جفاف يُنَقِصُ طول العصب وعرضه .

(١) ظ : مجاورتين
(٢) ف : جهتهم . ب جهتهما
(٣) ظ : (بين تينك) : هي بين
(٤) ف ، ب ، ظ : من ذلك
(٥) ف ، ب : جهتهما

والأول : يحدث كثيراً عقيب علل دماغية امتلائية كالصرع والسكتة .

والثاني : عقيب علل مجففة كالحمى المحرقة والاسهال المتواتر .

وأما الاسترخاء :

فقد قالوا أن كلّ عضلة استرخت عرض عن ذلك ميل السواد إلى الجهة المقابلة لجهتها . وهذا عندي[1] إنما يصحّ إذا كان الاسترخاء في العضلة المحركة للمقلة إلى فوق ، فإن هذه إذا استرخت مالت المقلة بثقلها إلى أسفل ، ولا كذلك باقي العضلات .

فإن قيل إن المقلة تتحرك حينئذ لتحريك العضلة المقابلة لأنها حينئذ تكون سالمة عن معارضة فعل المسترخية ، فنقول : إن هذا ممّا لايصحّ ، وذلك لأن تحريك العضلة المقابلة إنما يكون بالإرادة . وعند فعلها ذلك ، لايقال ان ميل السواد حول ، لأنه لايخالف الحال الصحيّة إذ العضلة الصحيحة الصحيّة ليست تمانع المقابلة لها عند ارادة الحركة إلى جهتها ، بل تكون حينئذ هي والمسترخية سواء .

(١) بعد كلمة (عندي) سقطت الفقرتان حتى كلمة (سواء) في نسخة الظاهرية ولكنها أضيفت في الهامش . ويوجد بدلا عن هاتين الفقرتين في متن نسخة الظاهرية جملة أخرى أقصر :

(لايلزم بنفس الاسترخاء بل إذ حركت العضلة المقابلة المسترخية المقلة إلى جهتها ، ثم تتركب هذه الحركة فان المقلة تبقى حينئذ مائلة إلى جهة تلك العضلة لأجل تعذر حركتها إلى مقابل تلك الجهة بالعضلة المسترخية) وهذه الجملة لاتفي تماماً بالغرض الذي اراده المؤلف .

فهــذه هــي أقســـام الحــول وأسبابــه .

وأمــا مــايلزمـــه في الأبصــار : فـــإن الســواد إذا مال في عـــين واحدة إلى فوق وكانت الأخرى صحيحة ، فالعصبة النــوريــة الآتيــة إلى العــين المــؤوفـــة لابُــــــدّ وأن يرتفــع طرفها الذي عنــد العيــن . وأمــا الموضع الــذي تــلاقي بــه العَصَبَةَ الأخــرى[1] فإنـــه إن **لم يرتفــع** عنها لم يعــرض عــن[2] ذلك خــالـــل في الإبصـــار ، لأن الشبــح[3] الآتي من العين الموءوفــة ينطبق حينئــذ عــلى الشبــح[3] الآتي مــن[4] العين الأخــرى فيكــون المــرئي واحــداً . **وإن ارتفــع** عــن العصبــة الأخــرى فــذلك الارتفــاع امـــا أن يكــون مساويـــاً لطــول الشــبح . أو أقــل[5] أو أكــثر .

فــإن كـــان **مســاويــاً** لـــه لم ينطبـــق شـــي ء مـــن أحـــد الشبحين عـــلى الآخــر . وروءي الشــيء شيئـــين أحدهما فــوق الآخــر . وأسفــل العالي ممــاسّ لأعــلى الســافل .

فإن كـــان هــذا الارتفـــاع **أكـــثر** من الشـــبح[3] رُوءي الشـــيء شيئين أيضاً . وأحدهمـــا فــوق[6] والآخــر أسفــل ولكن لايلتقيـــان بــل يرتفــع العـــالي منهمــا عــن السافل بقــدر تقتضيــه زيـــادة ارتفــاع العَصَبــة على طــول الشبــح

(١) ب : ساقطة
(٢) ظ : من
(٣) ف ، ب : التشنج
(٤) ف : عن
(٥) ف ، ب : واقل
(٦) ب . (والآخر أسفل) : الآخر

وإن[1] كان هذا الارتفاع **أقل** من طول الشبح انطبقت الأجزاء السافلة من الشبح العالي على الأجزاء العالية من الشبح السافل . ويكون ذلك المنطبق بقدر يقتضيه نقصان ارتفاع العصبة عن[2] طول الشبح . فيرى الطرفان من الشيء كما ينبغي وأما وسطه فيرى مختلطاً من أجزائه العالية والسافلة . وترى الجملة[3] أطول مما هي عليه .

هذا إذا كانت العين الأخرى صحيحة . فإن[4] **كانت مع ذلك مائلة :** فإما إلى فوق أو إلى أسفل أو إلى جهة أخرى .

فإن كانت **مائلة إلى فوق :** فإما أن يكون ذلك مساوياً لميل الأخرى أو يكون الميل في احدهما[5] أزيد .

فإن كان **الأول** لم يلزم ذلك فساد من جهة عدد المرئي إلا أن يكون موضع الإلتقاء ارتفعت فيه إحدى العصبتين عن الأخرى فيكون الحال مع التي لم ترتفع كما قلناه .

وإن كان **الثاني** كانت الزائدة الارتفاع مع الأخرى كحال المرتفعة مع الصحيحة اللّهم إلاّ أن تكون الناقصة الارتفاع ارتفع منها موضع الإلتقاء ولم يرتفع ذلك من الزائدة الارتفاع . فحينئذ يكون حال

(١) ظ . فان
(٢) ظ ، ف ، ب : على
(٣) ظ : بالجملة
(٤) ف ، ب : وان
(٥) ب : احدها .

الناقصة الإرتفاع مع الأخرى كحال المرتفعة مع الصحيحة . وكذلك[1] إذا كان الإرتفاع عند التقاطع فيهما سواء ، فإن الحال حينئذ يكون كما لو كان ارتفاع العينين سواء ، فإن المعتبر في تكثير المرئي واتحاده هو ارتفاع العَصَبة عند موضع التقاطع لاارتفاع السواد .

ويلزم العين المرتفعة السواد أن لاترى الأشياء التي على سطح الأرض إلاّ بفضل تنكيس من الرأس حتى تقابل ذلك المرئي للحدقة ، ولهذا يعرض لمرتفع[2] العينين أن يتعثر كثيراً في مشيه ، وما ذلك إلاّ لأنه[3] لايرى النتوءات التي في ظاهر الأرض فيتعثّر[4] بها[5] .

وأما إذا كانت العين الأخرى **مائلة إلى أسفل** فإن حالها مع المائلة إلى فوق كحال الصحيحة معها ، لكن ههنا يمكن أن يكون ارتفاع أحد الشبحين عن[6] الآخر كثيراً جداً ، ولاكذلك هناك .

وإن كانت العين الأخرى **مائلة إلى جهة أخرى** فإن حالها مع المائلة إلى فوق كحال تلك الصحيحة إن بقي موضع التقاطع من هذه كما كان في الصحة . وأما إذا[7] مال ، وليكن[8] ميله إلى جهة المؤق الأكبر مثلاً

(١) ف : كذلك
(٢) ظ : للمرتفع
(٣) ظ : انه
(٤) ظ : فيعثر
(٥) ظ : فيها
(٦) ظ : على
(٧) ف ، ب : ان
(٨) ف ، ب : فليكن

فلا شك أن ذلك الميل إن كان بقدر عرض الشبح أو أكبر[1] منه فإنه لاينطبق أحد الشبحين على الآخر ، بل يرى شبح هذه عن جانب تلك إن لم تكن المرتفعة ارتفع منها موضع التقاطع ، وإن كان ذلك الموضع منها قد ارتفع رُئِيَ شبح المائلة إلى فوق عن جانب ذلك الشبح وأسفل منه .

وأحكام باقي الأقسام يسهل عليك تعرفها[2] مما قلناه بعد أن تعلم أن ارتفاع إحدى العصبتين عن الأخرى في موضع التقائهما أسهل وأكثر من ميلان إحداهما[3] عن الأخرى[4] هناك إلى جانب . فإن زيادة الميل إلى الجوانب مما يلزمها بطلان الإلتقاء ، ولا كذلك زيادة الارتفاع مالم يفرط . فلذلك رؤية الشيء شيئين عند ميلان إحدى العينين إلى فوق أو أسفل أكثر من ذلك عند ميلان إحداهما[5] إلى جانب

العلاج :

أما الحلقي : فلا شفاء له إلا في سن الطفولة ، وذلك بأن توضع السرج والأشياء التي عادة الأطفال تبَتَصَّرُها في جهة مقابلة لجهة الحول

(١) ظ : أكثر
(٢) ظ : معرفتها
(٣) ف ، ب ، ظ : احدهما
(٤) ف ، ب ، ظ : الاخر
(٥) ف ، ب ، ظ : أحدهما .

فيرجى عند دوام تكلف الطفل تبصّرها[1] أن يستوى وضع عينه ، وهذه الأشياء مثل خيوط حمر وصفر وذهبيّة تعلّق على الصدغ المقابل للحول أو على موضع آخر وقد يُحتاج مع ذلك إلى إخراج الدم .

وأما الحادث للمشايخ وعن الصداع والدوار والعلل الإمتلائية . فعلاجه تنقية الدماغ بالأيارجات ونحوها . وتلطيف التدبير ، والسعوط بعصارة ورق الزيتون . ونحو ذلك . ولا بدّ من الاكتحال بما يقوي العين ويحلل . والأثمد المربّا بماء الرازيانج جيد ، وكذلك المربّا بعصارة الرتة المدقوقة .

وأما الحادث عن اليبس : فيعالج بالنطولات المرطبة وبالأدهان ، ويسقى[2] اللبن . وتدبر العين تدبير الطرفة ، وتضمد ببياض البيض ودهن الورد وقليل شراب . وتربط ، مع التزام السكون وترك الجماع

والله تعالى أعلم بالصواب

(١) ظ : بنظرها
(٢) ب : وسقي

التعليق

إن قراءة مادة هذا الفصل من قبل طبيب العيون العصري الذي يتمتع بحس ّ تاريخي، أو من قبل مؤرخ العلوم الذي يعرف التفصيلات الطبيّة اللازمة ، تبين بوضوح شديد أهمية ما كتبه ابن النفيس .

ولا داعي لإجراء دراسة مقارنة مع ماورد في الكتب الطبيّة الأخرى لتبيان أهمية المادة التي وردت في المهذب . فأهميتها واضحة من النظرة الأولى . وإن كانت الدراسة المقارنة يمكن أن تكون موضوع بحث آخر .

– إن أول مايلفت نظر القارىء هو غنى الملاحظات السريرية التي جناها ابن النفيس من ممارسته الطبيّة الطويلة . وكذلك حرصه على أن يجد تفسيراً لمشاهداته الكثيرة ورغبته في معرفة آلية حدوث الأعراض التي يتظاهر بها الحول .

– ولقد امتاز ابن النفيس بمعرفته الواسعة للنظريات الطبية التي كانت سائدة في أيامه ، لذلك فهو يغني بحثه – هنا أيضاً – بمحاولات لتوضيح الآليات الإمراضية، ولوضع انذار المرض . ولا غرابة فابن النفيس هو شارح أبقراط وحنين وابن سينا، والمؤلف ذو الباع الطويل في الطب .

أ – فمن ملاحظاته السريرية الهامة نذكر :

١ – ملاحظته لحالة جمود تحرك العين التي نعرف اليوم لها أكثر من سبب (فإن المقلة تبقى ثابتة لاتتحرك) (... يُحدث عسراً في حركة العين) .

٢ – ادراكه أن الشفع يترافق مع الحول الشاقولي (العمودي) أكثر بكثير من ترافقه مع الحول الأفقي . (رؤية الشي شيئين عند ميلان إحدى العينين إلى فوق أو أسفل أكثر من ذلك عند ميلان احداهما الى جانب) .

٣ – انتباهه إلى بعض الوضعات الخاصّة التي يتخذها الرأس في بعض أشكال الحول . ونحن نعرف اليوم هذه الوضعات ونعرف أسبابها ... (ويلزم العين المرتفعة السواد أن لاترى

الأشياء التي على سطح الأرض إلا بفضل تنكيس من الرأس حتى تقابل ذلك المرئي للحدقة) .
واذا لم يكن التفسير الذي وضعه ابن النفيس لهذه الملاحظات مقبولاً في أيامنا هذه ، فإنه كان مقبولاً في أيامه ، ومنسجماً مع النظرية الطبيّة الرائجة في ذلك الوقت .

ب ــ أما حرصه على معرفة أسباب المرض وآلية حدوث الأعراض فيبدو من تصنيفه للحول إلى صنفين : (الخلقي) و (العارض) ، ومن تحديده لمكان حدوث الإصابة : (فساد عضلة واحدة) . (خلل عضلتين) ، (عين واحدة) ، (في العينين) .

وهذا مايفسّر للمؤلف العدد الكبير من الأشكال السريرية التي يتظاهر بها الحول .
(بحسب عين واحدة ثمانية)

(فيكون من ذلك اثنان وسبعون قسماً)

(فلذلك تكون أقسام الحول الكائن في العينين معاً مائة واثنين وتسعين قسماً .)

والشفع الذي كان خارجاً عن اختصاص الأطباء، ولم تكن معرفة آليته من شأنهم ، صار موضع اهتمام ابن النفيس ، فاجتهد في توضيح هذه الآلية .

(فإن المعتبر في تكثير المرئي واتحاده هو ارتفاع العَصَبة عند موضع التقاطع)

جـ ــ وأمراض الحول « باثولوجي » الذي رآه المؤلفون في تشنج العضلة أو استرخائها ، لايقبله ابن النفيس ببساطة ، بل يحلل هذه النظرية فيقبل حالات التشنج ، ويرفض حالات الاسترخاء عدا واحدة منها .

(إن هذا مما لايصحّ) . (إنما يصحّ اذا كان الاسترخاء في العضلة المحركة للمقلة إلى فوق) .

د ــ والإنذار يصبح مألوفاً للطبيب ذي التجربة الغنية .

(أمّا الخلقي فلا شفاء له إلا في سنّ الطفولة) .

وأطباء اليوم يفهمون تماماً مايعنيه زميلهم الذي عاش قبل سبعمائة سنة ، ولا يسعهم إلا تسجيل اعجابهم بهذه الملكة الفذّة في الملاحظة السريرية ، وهذه المقدرة النادرة في الإيجاز والوضوح .

الحواشي باللغـــة الاجنبية

1. **Assemanus, J. S.**

Biblioteca orientalis Clementino – Vaticana, in qua manuscriptos codices syriacos, arabices, persicos, turcicos...
3 Vol.
Rom 1719 – 1728
Neudr. 1975

2. **Brockelman, C.**
Geschichte der arabischen Literatur
Leiden 1943
(zweite Auflage)

3. **Casey Wood**
The Lost Manuscript on Ophthalmology by the Thirteenth – Century Sargeon Ibn al – Nafis
Journal of the American Medical Association
104 (1935) 2122 – 2123

4. **Hamarneh, S.**
Bibliography on Medicine and Pharmacy in medieval Islam Stuttgart 1964.

5. **Hamarneh, N.**
First Reading in a 13 th. Century Manuscript in Ophthalmology Written by Ibn an – Nafis
Plovdiv – 1978
Sonderdruck

6. **Hirschberg, J.**
Die arabischen Lehrbücher der Augenheilkunde
Berlin 1905

7. **Hirschberg, J.**
Geschichte der Augenheilkunde bei den Arabern in:
Graefe – Saemisch
Handbuch der gesamten Augenheilkunde
(13. Band). Leipzig 1908

8. **Iskander, A. Z.**
Ibn Al – Nafis
in:
Dictionary of . scient.
Biography
IX : 602 – 607

9. **Kanawati, M. M.**
Ar – Razi
Drogenkunde und Toxikologie im « Kitab Al-Hawi » (Liber Continens)
Inaugural – Dissertation
Marburg 1975

10. Leclerc, L.

Histoire de la médecine arabe
I, II
Paris 1976

11. Levi della Vida, G.
Elenco dei manoscritti arabi islamici della
Biblioteca Vaticana.
Vaticani Barbariniani Borgiani Rossiani
Città del Vaticano 1935

12. Meyerhof, M.
Schacht, J.
Theologus Autodidactus of Ibn al - Nafis
Oxford : Clarendon Press 1968

13. Sarton, G.
Introduction tothe History of Science
3 vol.
Baltimore 1927 - 1949

14. Savage-Smith, E.
Ibn al - Nafis's Perfected Book on Ophthalmology
in:
Journal for the History of Arabic Science
Vol. 4 No. 1 (1980)
147 - 206

15. Sbath, P.
Bibliothèque de Manuscrits
Paul Sbath
H. Friedrich et Co.
Cairo 1928

16. Sbath, P.
Al - Fihris
III vo. + S.
Cairo 1938 - 1940

17. Schacht, J.
Ibn al - Nafis
in:
The Encyclop. of Islam
2. Bd. (1971)
III: 897

19. Schramm, M.
Zur Entwicklung der physiologischen Optik in der arabischen Literatur
in :
Sudhoffs Archiv
f. Gesch. d. Med.
43 (1959)
289 - 316

20. Sellheim, Rudolf
Materialien zur arabischen Literaturgeschichte (Verzeichnis der orientalischen Handschriften in Deutschland XVII, A)
Wiesbaden: Steiner 1976
pp 213 – 216

18. Schmucker, Werner
Die pflanzliche und mineralische Materia Medica im Firdaus al-Hilkma des 'Ali Ibn Sahl Rabban aṭ-Ṭabari.
Inaugural – Dissertation
Bonn 1969

21. Sezgin, F.
Geschichte des arabischen Schrifttums
Band III
Leiden 1970

22. Ullmann, M.
Medizin im Islam
Leiden – Brill 1970
Ibn Nafis – pp 172 – 176
p 213

23. Wüstenfeld, F.
Geschichte der arabischen Arzteund Naturforchseer
Hildesheim 1963
(Göttingen 1840)

المراجع والمصادر

١ – علياء الترزي :
قواعد الجزء العملي من صناعة الكحل
جزء من كتاب ابن النفيس : المهذب في الكحل
اطروحة جامعية : جامعة دمشق – كلية الطب – ١٩٨٠

٢ – غازي الحبيب :
أمراض الملتحمة عند ابن النفيس
اطروحة جامعية : جامعة دمشق – كلية الطب ١٩٧٩

٣ – سامي خلف حمارنة :
فهرس مخطوطات دار الكتب الظاهرية
(الطب والصيدلة) الجزء الأول – دمشق ١٩٦٩

٤ – نشأت حمارنة :
قراءة أولى في مخطوط ابن النفيس في طب العيون : المهذب في الكحل
في نطاق أعمال المؤتمر السنوي الثالث لجمعية السورية لتاريخ العلوم معهد التراث العلمي العربي – جامعة حلب ١٩٧٨

٥ – عبد الرحيم خان :
مخطوطة ابن النفيس في طب العيون (قراءة وتلخيص)
اطروحة جامعية : جامعة دمشق – كلية الطب – ١٩٧٧

٦ – صلاح خيمي :
فهرس مخطوطات دار الكتب الظاهرية (الطب والصيدلة) الجزء الثاني – دمشق ١٩٨١

٧ – خير الدين الزركلي :
الأعلام

٨ – ايميلي سافج – سمث :
كتاب المهذب في طب العين لابن النفيس ومعالجته للحثر (التراخوما) وعقابيله
مجلة تاريخ العلوم العربية حلب – ١ : ٤ ، ١٩٨٠

٩ – فؤاد سزكين :
تاريخ التراث العربي
مجموعات المخطوطات العربية في مكتبات العالم
نقله إلى العربية : محمود فهمي حجازي ، وراجعه : عرفه مصطفى .
الرياض – ١٩٨٢

١٠ – فؤاد سيد صالح :
نص من ابن النفيس ، اطروحة جامعية
جامعة دمشق – كلية الطب ١٩٨١

١١ – رمضان ششن :
مخطوطات الطب الاسلامي في مكتبات تركيا .
اسطنبول – ١٩٨٤

١٢ – أحمد عيسى :
معجم الأطباء : (ذيل على طبقات ابن أبي اصيبعة) .
القاهرة – ١٩٤٢

١٣ – طلال فارس :
الجملة الأولى من المهذب في الكحل لابن النفيس
اطروحة جامعية : جامعة دمشق – كلية الطب ١٩٧٩

١٤ – عمر رضا كحالة :
معجم المؤلفين .

١٥ – رفعت كسكين :
ارماض الأجفان من المهذب في الكحل ، اطروحة جامعية
جامعة دمشق كلية الطب ١٩٨٠

١٦ – حسن كمال :
موسوعة الطب الاسلامي Encyclopaedia of Islamic Medicine
القاهرة – ١٩٧٥

المصـــادر المطبوعـــة

– ابن أبي أصيبعة :
عيون الأنباء في طبقات الأطباء
طبعة نزار رضا – بيروت – ١٩٦٥

– ابن البيطار :
تأليف الشيخ ضياء الدين أبي محمد عبد الله بن أحمد
الأندلسي المالقي العشاب
بولاق ١٨٧٤ م (= ١٢٩١ هـ)

– عبدالله بن قاسم الحريري الاشبيلي البغدادي :
تحقيق وتعليق : حازم البكري ، مصطفى شريف العاني في مجلدين
بغداد ١٩٧٩ ، ١٩٨٠

– تاج الدين السبكي :
طبقات الشافعية الكبرى
القاهرة ١٣٢٤ هـ

– صلاح الدين خليل بن أيبك الصفدي :
الوافي بالوفيات
أسطنبول ١٩٣١

– يوسف عمر بن علي بن رسول ، الملك المظفر الغساني ، التركماني ، صاحب اليمن :
المعتمد في الأدوية المفردة
صححه وفهرسه : مصطفى السقا .
الطبعة الثالثة ١٩٧٥

– مدين بن عبدالرحمن القوصوني المصري :
قاموس الاطباء وناموس الالباء في مجلدين
دمشق ١٩٧٩ ، ١٩٨٠ .

المصـادر المخطوطـة

- خليفة بن أبي المحاسن :

الكافي في الكحل
مخطوطة اسطنبول ، ينى جامع رقم ٩٢٤

- السجزي :

مسعود بن محمد السجزي
حقائق أسرار الطب
مخطوطة اسطنبول : شهيد علي ٢٠٩٥ / ٢
مخطوطة برلين
مخطوطة واشنطن Army Med. Liby A 84

- القمري :

أبو المنصور الحسن بن نوح القمري
التنوير في الاصطلاحات الطبية .
مخطوطة اسطنبول : أحمد الثالث ٢٠٩١
مخطوطة اسطنبول : ايا صوفيا
مخطوطة دبلن : Ch. B. 4001

- ابن النفيس :

المهذب في الكحل
مخطوطة الفاتيكان ٣٠٧ Bibl. Vat. Arab
مخطوطة سباط ١٧ Bibl. Vat. Sbath
مخطوطة القاهرة ٨٤٣٥ عام
مخطوطة برلين ٢٣٦٥ Ms. or. oct.
مخطوطة اسطنبول : ٥٥١٥ : Hac. Mah.

كتاب ——— المهذب للقرشي السيوطي

بسم الله الرحمن الرحيم رب يسر
الفقير الى الله تعالى علي ابن ابي الحزم القرشي عفى الله
عنه الحمد لله واصلي على خير انبيائه محمد وعلى
آله واصفيائه فاني رتبت هذا الكتاب على مقدمة وجملتين
فتشتمل على ثلاثة فصول
في ماهية صناعة الكحل هذه الصناعة موضوعها
اعين الناس بما هي قابلة للصحة ومقابلها ومقصودها
حفظ صحة العين موجودة وردها مفقودة وانما يتم ذلك
لمن عرف اجزاء العين ومزاجها وخلقتها وعرف صحتها وانواع
امراضها وعرف الاسباب التي بها يمكن هذا الحفظ والاحداث
وعرف العلامات التي يتعرف بها صحة العين وانواع
امراضها فلذلك وجب اشتمال الجزء النظري من هذه الصناعة
على هذه المعارف الاربع واما الجزء العملي فيشتمل على علم حفظ
صحة العين وعلاج امراضها وهذه الصناعة جزء من
صناعة الطب لان نظرها في بعض ما ينظر فيه الطب مع
اتحاد الجهة في المقصد وانما اختصت العين بصناعة
دون باقي الاعضاء لصعوبة امراضها واوجاعها والافتقار
في علاج ادويتها واستعمالها الى خبرة تامة وستعرف ذلك
في مواضعه في اختلاف الحيوانات

الورقة الأولى من نسخة برلين

الورقة الأولى من نسخة تيمور

الورقة الأولى من نسخة القاهرة

الورقة الأخيرة من نسخة القاهرة

يبيس اما بالذات او بالفعل كالسمائم او بالقوة كالملح
واما بالعرض وذلك لتفتيح ان ما يمنع الرطوبة كالصوم او لوجود
ما يفنيها مما هو جسم كهواء الحمام الشديد التحليل وتناول المستفرغات
منها الحاليلات او غير جسم كالحركة المفرطة والهموم النفسانية
المرطبات اما بالذات او بالمادة كالغذاء الكثير او بالكيفية
كالحمام والسمك الطري والمفرح واما بالعرض ولحبس المادة
كانسداد المسام وما يفعل ذلك من المبردات او بغير ذلك
كالخفض المفرط المكثرات للمواد في العين ونحوها
منها قوة ما يدفع اليها كقوة الدماغ اذا دفع البخار الردي
السوداوي الى العين ومنها ضعف القابل بل ضعف الدافع
من الدفع اليه اذ لا مانع من دافعه للقابل ردية تكون تدفع
المواد الى العين ونحوها عند الضربة ونحوها ومنها زيادة
المادة عن القدر الذي يحمله الدماغ مثلا فيسيل بعضها
الى العين ومنها زيادة اتساع المجاري الى العين ومنها
تضيق منافذ الفضول عنها فيكثر ويلزم ذلك ضعف
الهضم المكثر للفضول ايضا محدثات الشعر
اما غير مختصة بوقت معين وهو مرض كالجذام الموجب
لاستحالة العين والقوة المغيرة لهيئتها او غير
مرض وذلك كما اذا خفي الشعر او مختصة بوقت معين
كما بعد الخروج من الرحم وذلك كما اذا ربط الراس
في الطفولة على حالة جذبت الجفن الى جهة ما او قبل ذلك
وذلك اما لخلل في القوة المصورة او لفساد في المادة
اذا لم تقبل الا الشكل الردي موسعات المجاري
اما من خارج وتفعل بالذات كالادوية القوية التفتيح
او بالعرض كالمرخيات لحرها او برطوبتها وربما فعل ذلك

ورقة من نسخة الظاهرية -- دمشق

المخروط المركب وهذا المخروط قاعدته السطح الظاهر
من المرئي ورأسه في داخل الحدقة وهذه الخطوط
وما يشبهها تسمى المناظر ولابد وأن يحيط مجموعها
بالحدقة بزاوية تسمى زاوية الرؤية وهذه الزاوية
تصغر تارة لصغر المرئي وتارة لبعده فإن كانت من
الصغر بحيث لا تقوى الحاسة على الشعور بقدرها
لم تكن الرؤية فلذلك لا ندرك البعيد جدا ولا الصغير
وإذا قربنا المرئي من الحدقة فإن كان هذا القرب
مفرطا لم يمكن الرؤية لأن هذه الخطوط تكون
حينئذ خارجة من خارج الحدقة وبسبب ذلك
يبقى خروج هذه الخطوط [illegible] ويسلك ذلك الشيء
يجب أن يدرك بل بسبب قلة الشفاف المتوسط حينئذ
وإن كان هذا القرب دون ذلك المفرط رأى الشيء
أكبر مما هو عليه بكثير لأن هذه الزاوية تكون حينئذ
عظيمة جدا وكذلك إذا بعد المرئي لا بعدا مفرطا
فإنه يدرك أصغر مما هو عليه لأن هذه الزاوية
تكون حينئذ أصغر وبيان ذلك لتكن الحدقة ه
والمرئي خط ا ب والبعد بينهما مقدار ه ج وليصل
نقطتي ه ا ه ب [illegible]
ولنفرض المرئي تقدم إلى ج فإن ذلك [illegible] تقدم
المرئي ولنصل خطي ج ا ج ب فزاوية ج إذا أعظم
من زاوية ه انتهى الفصل الرابع في مذاهب
[illegible] الرؤية قد قيل إن النفس تدرك المحسوسات

ورقة من نسخة الفاتيكان

حركته ولو خلق من خلف عيني لم يكن لها مع التي من قدام حس مشترك
تقف فيه القوة الباصرة فكان ما على الجانبين يرتب بالتي من خلفه وبالتي
من قدام فترى شيئين وأما ما قيل من أن ذلك لا يمكن لأن مؤخر الدماغ
لا يمكن أن ينبت منه عصب لين يصلح للحس فقد برهنا في كتب
أخرى على أن العصب لا ينبت من الدماغ ولو سلم ذلك لم يمتنع أن
يكون النابت من شيء قريبا من قدامه كيف وقصر المسافة تتدارك
بأن يوجد به يبوسة المنبت من الصلابة

الفصل الثاني في أشكال العين

من خواص العين أنها تختلف في الأشخاص أكثر من جميع الأعضاء
وذلك لأنها تتبع في اختلاف أحوالها جميع الاختلافات ولذلك
هي أدل الأعضاء على شمائل الشخص وأشبهها بالحدة وذلك لصفاء
لونها وسهولة تحركها وكونها موضوعة بحذاء القلب والدماغ
وشديدة الاتصال بالدماغ ولذلك هي أدل الأعضاء على أحوال
الأمراض الحادة وغيرها واختلاف أحوالها قد يكون بالشكل
وقد يكون باللون وقد يكون بالمقدار وقد يكون بغير ذلك
العين النجلاء هي الضخمة الواسعة العين البرجاء هي الواسعة
الشديدة البياض الشديدة السواد ... هي التي ظهرت واتسع
سائرها

ورقة من نسخة الفاتيكان

ورقة من نسخة حاجي محمود – اسطنبول

مراجعات الكتب
في مجلة تاريخ العلوم العربية

ملاحظات للمراجعين

تشكل الملاحظات التالية الأطر العامة لعملية مراجعة الكتب :

١ — يجب أن تنقل المراجعة فكرة واضحة عن موضوع ومحتويات الكتاب ، ولكن ذلك يجب ألاّ يشغل حيزاً كبيراً في المراجعة .

٢ — إن المصادر التي تم الرجوع إليها في إعداد الكتاب وطريقة استخدام المؤلف لها تحتل أهمية خاصة . ويحتل قدراً كبيرا من الأهمية أيضاً الترتيب العام للكتاب وشمولية الفهارس والجداول والرسوم والصور .

٣ — إنّ جل ما تقوم به المراجعة — في رأينا — هو ما تقدمه من تقييم لمكانة الكتاب الذي تم مراجعته ضمن الكتب التي تطرح موضوعاً مماثلاً لما يطرحه الكتاب . وهذا سيشتمل طبعاً على تقييم عام لكفاءة ودقة المؤلف وأصالة أفكاره وفيما إذا نجح في تحقيق ما كان يصبو إليه .

٤ — وعلى العموم ، فإنه من غير المستحسن أن يسهب المراجع بتفصيلات من عنده ، رغم كون ذلك ضرورياً أحياناً عند توضيح نقطة ما يثيرها الكتاب الذي تم مراجعته .

٥ — ينبغي ألا يفوت من يقدم مراجعة للمجلة أن قراءها على إطلاع جيد بالتاريخ الاسلامي والعلوم عند العرب .

٦ — يجب أن تتراوح مراجعة الكتاب بين ٥٠٠ — ١٠٠٠ كلمة .

٧ — يجب استخدام الآلة الكاتبة مع الانتباه إلى ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وإرسال نسخة اخرى .

٨ — ينبغي أن تحوي المراجعة على لمحة عن المُراجع (في حال عدم مشاركته مسبقاً في المجلة) وذلك لادراجها في قسم « المشاركون في العدد » .

٩ — يجب كتابة اسم المؤلف وعنوان الكتاب مع اسم الناشر وتاريخ النشر وعدد الصفحات وسعر الكتاب في مستهل المراجعة .

١٠ — يوضع عنوان الكتاب الذي تم مراجعته بين هلالين صغيرين .

اتجــاهات حالية في الطب العربي التقــليدي

فلوريال سناغوستان

١ – مقــدمــة :

إن للطب العربي أهمية مزدوجة على الأقل : فهو من جهة يضرب بجــذوره في العمق اليوناني – العربي القديم ، ويمثل من جهة أخرى أحد العناصر الأساسية للثقافة الشرقية ، يضاف إلى ذلك عــدة معتقدات شعبية . وجاءت تسميته بـ (التقليدي) كنتيجة لأصالته عوضاً عن الشعبي . فنجد أن القائمين عليه متأثرون بشكل كبير بالمؤلفات الكلاسيكيّة وشروحها . وينحدرون من عائلات طبية تقليدية ، كانت تقوم بشحن هذا الجسم القديم من خلال تجربتها الخاصة .

وهذا الأمر نادر في الغرب اللاتيني ، إذ لانجد هناك سوى عائلتي « كولو » و « تيبون » وهم أطباء يهود من غرناطة .

إن سبب وجود أفراد ، ينحدرون من عائلة واحدة ، ويمارسون الطب يعود إلى ضرورة الاحتفاظ بأسرار المعالجة ، كما لعب غياب الإعداد الجامعي دوراً في هذا .

كان الطب التقليدى مسيطراً في حلب حتى بداية القرن العشرين حين بدأ ينحسر بوصول البعثات الغربية ، وبترجمة المؤلفات الطبية العصرية إلى اللغة العربية ، ثم تزايد عدد الأطباء الشباب ، الذين درسوا في الجامعات الأوروبيّة ، فبنيت المشافي الجديدة .

وبعد مرور نصف قرن على هذا لم نعد نجد سوى طبيبين أو ثلاثة يمارسون مهنتهم التقليدية . كما تجب الإشارة إلى وجود بعض « التجريبيين » في المناطق الريفية ممن تقتصر معرفتهم على بعض الوصفات ، فأطلقت عليهم تسمية « وصفجية » وبالرغم من هذا الانحسار الظاهر ، مازال عدد زبائن الطب التقليدي مهماً . إذ تكفي مشاهدة وفرة الكتب المطبوعة مؤخراً حول هذا الموضوع مثل « الطب المنزلي » و « التداوي بالأعشاب » التي تلمس الجمهور العريض .

كما يمكننا ملاحظة ازدحام رواد سوق العطارين وقيامهم بعملية التموين لتلك المنتوجات الطبيّة البدائية .

ومن مفارقات الأمور أن مايسمى بـ « الطب العربي » لايتمثل في البلدان العربية بشكل مميز ، بل في الهند والباكستان . حيث في هذه البلاد من القارة الهندية كما في الصين ، يتمتع الجهاز الطبي التقليدي فعلاً بحماية السلطات الطبية . حيث أن هذه لاتستطيع في المرحلة الراهنة ، الاستغناء عنه ، وخاصة في الأرياف التي ينفر منها الأطباء المجازون . فحتى عام ١٩٧٦ أفادت الاحصاءات في الهند وجود (٤٠٠٠٠٠) طبيب تقليدي ، مقابل (٨٦٠٠٠) طبيب مجاز فقط . وبالإضافة إلى الأسباب الاقتصادية وصعوبة التنقل هناك عوامل ثقافية ودينية ، تعلل استمرارية هذا الطب التقليدي في القرن العشرين . وتمسك السكان به . فهو يحتفظ بهذه الهالة السحرية التي كانت حول « الشامان » هذا الرجل الذي يتكلم لغة يفهمها المريض ، ويصف له أدوية رخيصة . أساسها الأعشاب المعروفة ، و « يحكي » له قصة مرضه بطريقة يستطيع استيعابها هو ، كما أنها تثير خياله .

لكي تتسنى مراقبة هذا الجهاز الطبي التقليدي ، والاستفادة من تعاليمه ، قامت سلطات تلك البلاد بتأسيس عدة معاهد بحوث ، تعنى بالأعشاب الطبية ، ووخز الأبر ، والكي على الطريقة الصينية . (المعالجة بالموكسا) فعولجت بنجاح بعض الأمراض ، كالتهاب الكنية المزمن ، والحروق ، وارتفاع الضغط الشرياني ، والبواسير ... الخ . كما شهد العلاج بوخز الأبر تجدداً أكيداً على صعيد التخدير ومعالجة التهاب القصبات والربو والشقيقة ....

أما في سوريا حيث مشاكل المواصلات ومستويات المعيشة أقل حدة نجد الطب الحديث في المدن وفي الريف أيضاً ، وقد انصب في مرافق الحياة . فعلى الطبيب المتخرج أن يقوم بالخدمة الريفيّة لمدة عامين ونصف . كما أن أهل الريف ، يرتادون عيادات المدينة بكثافة ، فالمدن الكبيرة مثل حلب ، تؤمن لهم المستشفيات والعيادات الطبيّة والصيدليات . لقد أصبح الطب التقليدي في حلب وتحت هذه الظروف واقعاً هامشياً ، ولكنه مازال حيّاً بفضل انسجامه الأفضل والمحيط الثقافي ، وسمعة عائلات الأطباء التي تمارسه ، والنجاح المؤكد الذي أحرزه في معالجة بعض الآفات .

ساعدنا في هذه الدراسة اثنان من هؤلاء الأطباء في حلب ، ولكننا لم نستطع لضيق الوقت أن نحقق في الريف . فرأينا أن ندع هذه المسألة جانباً لتكون موضوع بحث لاحق عوضاً عن استخدام معلومات غير نابعة من المصدر . سوف نتناول أولاً : كيفيّة اعداد الطبيب التقليدي وظيفته ومفاهيمه العلاجيّة . ثم ننظر إلى أهم الأدوية المركبة وصيغتها .

٢ – الأطباء التقليديون :

٢ – ١ إعـــدادهم :

يتم إعداد الأطباء بطريقة شفوية ميدانية . حيث يقوم الآباء باطلاع الأبناء على أسرار المعالجة الطبيعية . فيعلموهم أسماء ووظائف الأعشاب وطبيعة الأدوية البديلة . كما تربطهم الأواصر المتينة مع زبائن العائلة . هكذا عمل « شيخ بكري » (٤٥) سنة في حلب تحت إشراف أبيه « أبو قبقاب » الشهير . بل امتاز أيضاً بعمله كمساعد اصيدلي .

وكان باستطاعة الطالب في العصر العباسي أن يلتحق سواء بمدارس مرتبطة بمستشفى مثل « العضدي » في بغداد و « النوري » في دمشق و « المنصوري » في القاهرة . وهي مجمّعات كبيرة . تضم جهازاً طبياً كاملاً . به الصيدلية ومخازن الأعشاب الطبية، ثم كانت المدارس الخاصة بمكتباتها وأساتذتها . من أطباء مشهورين . يدرسون بها الشروح المقتضبة . وفصول أبقراط . ومسائل حنين بن اسحق .... وأخيراً هناك إمكانية الاعداد على يد معلم ، كما كان ابن سينا ومعلمه أبي سهل مسيح .

لقد شكلت معرفة المراجع الطبية العربية مظهراً آخر من هـــذا الاعداد وأهمها « القانون في الطب » لابن سينا . و « التذكرة » لداود الانطاكي و « منهاج الدكان » لكوهين العطار . حيث يجد فيها الطلاب الجداول والمعاجم . زد على ذلك الابتكار الفردي لكلّ طبيب . يمدّ به الطبيب الشاب بمعلومات ثمينة . نشير إلى مخطوطتين كتبهما « أبو قبقاب » هما « منهل النعمة في الطب والحكمة » و « الكشكول في كلّ شيء مهول » .

أخيراً ، لايكون الإعداد كاملاً دون التجربة الفردية ، وتلك المهارة التي تحدد المصير كما لابد من الالتزام ببعض القوانين الأخلاقية ، واكتساب هذا الحس الخاص ، أي الفراسة .

٢ – ٢ الدكان – الصيدلية :

للدكان وظيفة مزدوجة ، هو العيادة . وهو المستودع ، إذ تحتل الأعشاب والمركبات الطبيّة المساحة الكبرى . توجد الدكاكين التي قمنا بدراستها في الأحياء القديمة الشعبية من المدينة في « بنقوسا » و « اقيول » وهي على مقربة من المراكز الحيوية للمدينة العربية : السوق والمسجد ومواقف السيارات التي ينزل فيها أهل الريف . تحافظ تلك الحوانيت على شكلها التقليدي وتتسع للأدوية المركبة الجاهزة من شرابات وزيوت ... ومعظمها يحضّر على الفور .

٢ – ٣ الزبائن :

قسد يقطعون مسافة تصل إلى مئة كيلو متر . أو هم من الحلبيين سكان الأحياء الشعبيّة الفقيرة ، المتمسكين بالقيم التقليدية . والأقل تأثراً بالضغط العلمي الغربي . يأتون لمعالجة أمراض . يصعب على الطب العصري شفاؤها . من جلدية . وحساسيّة . أو يبحثون عن مستحضرات فريدة (البخور والحجاب) التي يقع على كاهلها إبعاد السحر والشر . وقد تقوم « معلمة » ما . أو أحد المشايخ بإرسالهم بغية حل إحدى المشكلات العائلية إلى حفلة زار لطرد الأرواح .. يجب أن لاننسى أيضاً أن نسبة الكافة بين العلاج الشعبي والعلمي هي من واحد إلى عشرة . هذا الشعور بعدم الثقة نحو الطبيب الحديث قد يعود إلى ذاكرة أزلية . تربط الانسان بطب ماقبل المنطق . والتطور وحده كفيل بزوده . لكن علينا في الواقع أن نعترف بالرابطة القوية بين هذا الطب التقليدي والمحصلة الثقافية التاريخيّة .

٢ – ٤ معرفتهم :

لايفصح هؤلاء المداوون عن معرفتهم وأسرارها بسهولة . لكنها تجمع بالتأكيد بين المحصلة القديمة القائمة على النظام المشيمي لجالينوس وابن سينا ومعطيات طبية حديثة . يمكننا ذكر المفاهيم الفزيولوجية الأساسية التالية :

– مفهوم الحركة لأرسطو

– مفهوم أبقراط حول الطبيعة وعدم عبثيتها

– مفهوم الأخلاط الذي يفسر العلاقة بين أعضاء الجسم المختلفة .

– مفهوم الفائض وتصريف الأخلاط المميتة والحركات العاطفية .

هنالك تبنّي لفكرة جالينوس الذي رأى : أن المرض هو استعداد شبه طبيعي للجسم ، فأثناء المرض ، تكون الوظائف الطبيعيّة غير مستقرّة مما ينجم عنه اختلاطات على درجة مختلفة من الخطورة والأسباب الرئيسية تعود إلى :

- التغيرات في نظام الحياة التي قد تطلق العنان لتسلل المرض
- العوامل الجرثوميّة من فيروسيّة وطفيليّة .
- حالات عدم الاتّصال والصدمات المتعددة
- التغيرات العضوية (أورام ، تصلب ...)

ولعل مبدأ الاعتدال ، هذه الحكمة الأساسيّة في الطب القديم هو أشد ماينادي به هؤلاء الأطباء « العطارين » الذين يعوّضون مافاتهم من ثقافة مكتبيّة بمعلومات تجريبيّة مدهشة ، وشعور فطري بالوقائع المرضية المرتبطة بالعدوى وبعض أشكال التسمم . كما إنهم يأخذون بعين الاعتبار إمكانية التأثير السيكوسوماتي لعامل الخرافة الشعبيّة . دون أن يخولنا هذا الحكم على مفاهيمهم بأنها غيبية .

هنالك مبدأ الطبيعة « الشافية » التي تميل بنفسها نحو الشفاء . فعلى المداوي أن يكون في خدمتها . يراعي عناصر المرض المختلفة . فيغيّر عند الضرورة من طريقة تدخله عند المعالجة يؤمن بمبدأ أبقراط إذ عليه أن يخفف الألم لاأن يضر . وإذا استثنينا عمل « المجبر » الذي يشكل التدخل الجراحي الوحيد في هذا الشكل من الطب في حلب ، فإن العلاج التقليدي يستند أساساً على الحمية والأعشاب ، ولن نستغرب لهذا إذا عرفنا أن ٧٠٪ من الأمراض سببها أمراض جهاز الهضم .

يكون علم الأدوية المفردة والمركبة من عناصر معدنية أو نباتية أو حيوانية . الشريحة الثانية في طريقة العلاج . فالأقرباذين (وهي كلمة من مصدر يوناني تعني تركيبة) هو أقدم شكل للمؤلفات الصيدلانيّة أشهرها :

الكناش ، والمختصر في الأدوية ، والكامل في الطب ، والدستور البيمارستاني وشرح الأسباب والعلامات ، وأقرباذينات ابن سهل وابن التلميذ الغير منشورة ، وأقرباذين القلانسي للدكتور محمد زهير البابا .

ينسب شكل هذا المؤلف إلى جالينوس وقد عرّف به « دابانو » (١٢٥١ — ١٣١٦) ميلادي . في الغرب اللاتيني ، بعدما قام بترجمة نص ابن ماساويه .

أما الأدوية المصنوعة من شراب ورب وجلاب وطبيخ وسفوف ومعجون ومفرح وصعوط وتبخر وطلاء ودهن ومرهم ... كلها نماذج من الأدوية المركبة المتداولة . نجد في داخلها الأساس والمساعد والمصلح والمتبقي ... فالعنصر المساعد يزيد من نشاط العنصر الأساسي . بينما يحد المصلح من النشاط الزائد للمواد الطبية . أما المتبقي فهو يعطي الدواء شكله النهائي .

خــلاصـــــة

في حين يشهد الطب الطبيعي المسمى باللطيف (العلاج الشبيه بالنباتات أو ماء البحر) عودة قوية في أكثر البلدان الغربية . رأينا من الأهمية أن نقدم بعض هذه المعطيات التي تلقي شيئاً من الضوء على ذلك الطب التقليدي الشرقي ، الذي أسرع أنصار الطب الوضعي باتهامه . مامن شك ، أن هذا الشكل من الطب يمر حالياً بمرحلة صعبة بسبب عدم تمكنه من التطور العصري أو التعاون مع الطب الحديث كما حصل في الصين حيث لم يعد تجريبياً بحتاً بل قام واتحد بنجاح مع البحث الطبي . فالأطباء التقليديون يدركون بوضوح تام ودون تفرقة ، أنه لايمكن لطبهم أن يحل مكان الطب الحديث الذي يرونه ضروريا ، كل ماهنالك بامكانهم مؤازرته في علاج بعض الحالات المرضية . ولو كان هذا الطب التقليدي أقل هامشية وأصبح موضع فضول أوسع من قبل رجال العلم لصار بوسعه المساهمة في تطوير البحث العلمي ولاستعاد هذه الديناميكية التي طالما ميزته خلال القرون الماضية وصاغت سمعته .

فلا بد لهذا الوعي أن ينجلي بسرعة ليصبح إيجابياً والا لشاهدنا اختفاء آخر العطارين ومعرفتهم الشفهية ورأينا مكانهم الدجالين ممن كفاهم سروراً أن يتصدروا الساحة .

المشاركون في هذا العدد

نشأت الحمارنة :

استاذ محاضر لمادة تاريخ طب العيون عند العرب في معهد التراث العلمي العربي

استاذ في قسم أمراض العيون في كلية الطب بجامعة دمشق . يقوم حالياً بمهمة بحث علمي في جمهورية ألمانيا الديمقراطية .

حكمت حمصي :

محاضر في جامعة حلب ، وهو يجمع إلى تخصصه المهني بالفلسفة والحقوق اهتمامه بالدراسات السياسية والاجتماعية فضلا عن قيامه بدراسات تتعلق بتاريخ العلوم عند العرب .

آلان ج. ديبوس :

استاذ في معهد تاريخ العلوم والطب في جامعة شيكاغو ، تتركز بحوثه حول تاريخ الكيمياء والكيمياء الطبية مابين القرنين السادس والسابع عشر للميلاد وعلاقة هذه الفترة بالمصادر العربية واللاتينية .

أحمد سليم سعيدان :

استاذ تاريخ العلوم في الجامعة الأردنية بعمان سابقاً .

له منشورات عديدة في تاريخ الرياضيات ومقالات وترجمات إلى اللغة العربية .

فلوريال سناغوستان :

باحث في المعهد الوطني للغات الشرقية في باريس والمعهد الفرنسي للدراسات العربية ، ويدرس حالياً في جامعة ليون – فرنسا .

سيد فضل أحمد شمسي :

استاذ في قسم الفلسفة بجامعة كراتشي . يهتم بتاريخ وفلسفة العلوم العربية والإسلامية .

ريتشارد اورش :

عمل عامين في معهد التراث العلمي العربي والآن يحضر بحوثه في أكاديمية العلوم بميونخ .

خالد ماغوط :

مدير معهد التراث العلمي العربي .

أستاذ بحوث العمليات بجامعة حلب .

حاصل على دكتوراه دولة من باريس عام ١٩٦٢ .

متحف الزمان

المجلد الأول (بيان مصور عام لمتحف الزمان) في روكفورد (الينوا)

أدوات قياس الزمان

الجزء الثالث : الساعات المائية

الساعات الرملية

الساعات النارية

تأليف أ . ج . تيرنر ، روكفورد ، ١٩٨٤

في ١٥٩ صفحة ، وملحق لأنظمة الساعات ، ومسرد ومراجع عن المؤلفات ، وفهرس للأعلام والمفردات (١٨٤) .

وما الكتاب سوى بيان مصور (كتالوغ) جمعت فيه نسخ الساعات المائية والرملية ووصفت في هـذا الجزء الثالث من المجلـد الأول الذي يشتمل على أربعـة أجزاء . وقد جاء في الجزء الأول منه بحث الاسطرلاب والآلات الأفقية والأرباع الاسطرلابية . أما الجزء الثاني فقد ورد فيه ذكر للساعات الشمسية والليلية ، في حين عالج الجزء الرابع التقاويم والآلات الفلكية وغيرها . ويعد كل جزء من أجزائه كلاً قائماً بذاته يستقل بمراجعه وفهارسه . والجزء الثالث الذي نقدمه بين يدي القارىء إنما يتعرض لما يسمى بالساعات المائية والرملية والنارية ، وهي ليست ساعات بالمعنى المعروف للكلمة ، فهي ليست بحركات لعجلات مسننة تسيرها أوزان أو نوابض أو تسيرها الكهرباء .

ويقص علينا هذا الجزء تطور كل فئة من الآلات الزمانية هذه في المجموعة التي تنتمي إليها فيؤرخ في مقاطع تعد مدخلاً للموضوع المبحوث . والطريقة التي اتخذها المؤلف في عرض أوصاف الساعات في المجموعة إنما كانت على نحو زمني ــ تسلسلي ، فإذا وقع على عدة أشياء تعود إلى تاريخ واحد رتبها ترتيباً أبجدياً باسم الصانع إن عرف أو باسم المنطقة أو الأصل . فهو إذن كتاب ــ أو بيان مصور ــ يجمع نسخ أدوات وأشياء تمتد قروناً متطاولة وتشمل حضارات متنوعة .

ويتخذ له من المصادر كتباً أخرى ومصورات وأشخاصاً ثقات . كما يشتمل الكتاب على صور ومخططات وتصميمات ورسوم . ولا شك أن كتابنا هذا ليس هو الوحيد من نوعه ولا الأول في صنفه؛ فقد ألفت في الساعات كتب منوعة وصنفت أصنافاً مختلفة . فهي بين كتاب « بيان مصور » تقدم لها مقدمة ويسبق كل صفحة صورة وشرح .. وكتاب يجيء علمياً تاريخياً بحتاً . أو كتاب يحقق مخطوطة قديمة ويقدم لها بدراسة ، أو مقالة أو بحث في الساعات ويتخذ الصور وسيلة إيضاح له . أو كتاب يختلف بين العموم والخصوص، بين أن يجيء تاريخياً عاماً أو تاريخاً لحضارة بعينها ككتاب الساعات المائية العربية لـ (هيل، ١٩٨١) أو كتاب يضم الساعات الأوروبية في الشرق الأوسط (لكورتس ، ١٩٧٥) أو كتاب الساعات في الحضارة الإسلامية (لفيدمان وهاوزر وهو يشتمل على ترجمة وتحقيق وتعليق ودراسة ، ١٩١٥) . أو كتاب الساعات المائية المصرية (لباغرو بورشدت ، ١٩٢٠) ، أو كتاب جاء في نوع خاص من الساعات في حضارة بعينها (كالساعات الشمسية اليونانية والرومانية لجيبس ، ١٩٧٦) ، أو تجيء الساعات جزءاً أو فصلاً في كتاب عن التقنية القديمة أو كتاب يبحث في الزمان والمكان بعامة من وجهة تاريخية وفلسفية .. أو كتاب في تاريخ الساعات كبيرها وصغيرها (لويلش ، ١٩٧٢) يستعرض التاريخ الحضاري منذ الصين في الألف الخامس قبل الميلاد وهو يعرض للحضارة البابلية والمصرية والهندية واليونانية والرومانية والانجليزية القديمة دون ذكر للعرب المسلمين ويورد ماجاء في كل منها من شيء عن الزمن مفهومه وآلات قياسه .

أو يجيء الكتاب في ساعات معينة فيبحث في إنشائها وعملها (ككتاب ارشميداس في عمل البنكمات ، طبعة ١٩٧٦) .

وأما في مضمار الكتب المصورة فقد اختلف مدى وسعةً وعموميةً وشمولاً فهناك الكتاب الواسع الشامل لقياس الزمان والمكان ، والساعات كبيرها وصغيرها والآلات القديمة (كغوي وميشيل في باريس ، ١٩٧٠) وهو يشبه في ماعرض كتابنا هذا إلا أنه جاء أشمل وأوسع ويستعرض الساعات تركيباً ووظيفة وأداء وأنواعاً وتاريخاً ووصفاً وأشكالاً وتطوراً تبعاً للقرون وما تنطوي عليه كل مرحلة من أشكال وأنواع ، وهو يستعرض الساعات

الزخرفية والشمسية المختلفة والساعات المتنوعة وآلات الطبوغرافيا ... إلا أن بحثه في الساعات المائية والرملية جاء ضعيفاً وناقصاً يصف وصفاً عارضاً بعض جوانب هذه الساعات وأنواعها . وقد تعرضت النبذة التاريخية التي تقدمت الآلات القديمة للمصريين والكلدانيين والاغريق والعرب .

أما كتابنا هذا فقد جاء مختلفاً من حيث أشكاله وشروحه المستفيضة وصوره ونبذته التاريخية العلمية الموثقة لجوانبه كلها ... وإذا كان هدف المؤلف عرض نسخ عن الساعات والتعريف بها ووصفها فإن المادة العلمية التاريخية جاءت غنية مكثفة . وقد ورد في مقدمته ذكر لما عني المؤلف به وبابرازه وما رمى إليه من هدف وما ابتغاه من عرض في العرض والوصف . وسنعرض ههنا لهذه المادة بشيء من التفصيل لنبين بليغ دقتها وفائدتها ولنحمد للمؤلف صنيعه في ماأتى .

وسنذكر ماورد فيه من كلام على الساعات المائية المتنوعة في الحضارات المتباينة والبلاد المختلفة وسنعنى بكل حضارة عناية خاصة ..

ويحدثنا المدخل عن قصة جمع هذه الساعات . بل قصة ساعة واحدة صينية هي ساعة سوسونغ ، فيبين المؤلف قصة جمعه لهذه النسخ التي تمثل المنجزات الكبرى في تاريخ آلات قياس الزمان وما لاقى من صعوبات ومشاق وما قام به من رحلات في سبيل ذلك وما لقيه بعضها من تهدم وما عملت به يد الزمان ومخلب الأيام من تهديم، وما أبداه من شغف ومحبة في تتبعها والسؤال عنها وتصويرها ورسمها وتركيبها وما استغرقه ذلك المجهود من سنوات...

وقد جاء القسم الأول يبحث في الساعات المائية فقدم لبيانه المصور ونسخه التي صاحبها وصف وتاريخ بمقدمة تاريخية موثقة محققة جاءت دقيقة تود العثور على الحقيقة وإعطاء كل حضارة حقها من أسهم التطور .. فذكر قدمها ورجع بها إلى بابل ومصر في ماسبق الميلاد من قرون خلت . وصنفها في زمر أربع : أولاها ساعات مائية (بنكامات الماء) خارجية السيلان ، وثانيتها هي ساعات مائية داخلية السيلان ، وثالثتها هي ساعات مائية غرافة العجلة مستمرة السيلان ، ورابعتها هي ساعات اسطوانية مقسمة .

ويجيء بعد ذلك وصف لكل نوع من هذه الزمر فيبدأ بالساعات المائية الخارجية السيلان مع رسم لها وتوضيح لعملها وإنشائها والمبدأ الذي تسير عليه وما مر عليها من تطورات

كل ذلك على نحو اتخذ طريق العلم الميسر المبسط ، فيبين مااتخذه هذا التطور من مراحل في مصر والعالم القديم وما كان هناك من علاقة بين المشكلة التي أفضى اليها العمل والسير في طريق الحل لهذه المشكلة وما أدى إليه ذلك من تطور وتقدم . فكل مرحلة تالية تضيف إلى المرحلة السابقة شيئاً يحل مشكلة تعرض لها الصانعون . وتختلف الحلول باختلاف الحضارات القديمة . فهي تتفاوت بين تغيير كمية الماء (في بابل) أو تحديد مقاييس للساعة (في مصر) . وقد قامت تجارب حديثة على ساعة مطابقة للأصل وهي ساعة الكرنك المائية ، فدلت هذه التجارب على شيء من دقة فيها وإنه كانت تقع في خطأ يقارب الدقائق العشر .

وانتقلت هذه الساعة المائية في القرن السابع قبل الميلاد إلى الصين ، ثم انتقلت إلى الهند في القرن السادس أو الخامس قبل الميلاد ، كما عرفت في اليونان في القرن الخامس قبل الميلاد (بما يثبت في ساعة مائية استخرجت من بئر . ويعود تاريخها إلى سنة ٤٠٠ ق.م . وكانت تستخدم في المحاكم والمجالس الإدارية والمعسكرات الحربية ...) وقد تنوعت وعدلت لتدل على تساوي الساعات الليلية طوال العام . ولها ضروب فمنها المتنقل والمزخرف ويدل زخرفها على عملها . ومن الباحثين من رجع بها إلى اليونان في القرن الثالث عشر قبل الميلاد وهي أشبه بجرة (وكذلك شأنها في شمالي الهند في أواخر القرن الرابع قبل الميلاد) .

ولكن هذا الطراز اليوناني من الساعات إنما يختلف عن الساعة المصرية في أنها ليست ضابطة للوقت بل هي أشبه بالساعة الهندية ويقتصر عملها على قياس فترات من الزمن معينة ، في حين أن ساعة أخرى مائية ذات سيلان داخلي هي التي قامت بضبط الوقت في الوظائف والمحاكم .

أما الساعة المائية الداخلية السيلان ، فتشتمل على وعائين وضع أحدهما فوق الآخر ويسيل الماء من الأعلى إلى الأدنى من ثقب ويقاس الزمن بمدة امتلاء هذا الوعاء المدرج . وهي مرحلة لقيت الساعة المائية الأثينية فيها تطوراً مشهوراً إذ تحول سيلانها الخارجي فغدا داخلياً ، وقد تطورت في القرن الثالث قبل الميلاد على يد ستسيبيوس الاسكندراني . والحقيقة أن التعديل والتطوير إنما يكون لما يعترض الصانعين من مشكلات تحل فإذا الآلة تتطور . وقد حل المهندسون الاسكندرانيون مشكلتين في هذا الشأن هما : كيف نحافظ على سيلان ثابت في الوعاء المتلقي ، وكيف نبين الساعات غير المتساوية خلال السنة . فأما المشكلة الأولى

فقد حلّوها بإضافة وعاء ثالث بين الوعائين .. وأما الثانية فقد حلت بوضع شيء عائم في الوعاء الثاني يرتبط به قضيب ليدل على الساعة إزاء سلم وضع فوق الوعاء . وينسب هذا إلى ستسيبيوس ...

وهناك أنواع من هذه الساعة كالساعة الصوتية (قبل القرن الثالث قبل الميلاد) (لدى أفلاطون وارسطو) ، والساعة الصورية – المرئية التي أحدثت بعد القرن الثالث ويرجع حدوثها إلى تطور العلوم الهوائية والمائية والميكانيكية .

والمؤلف إذ يذكر كبار الفلاسفة اليونان والرومان وغيرهم في الحضارات المختلفة ويتعرض للساعات لديهم لم يعن بمفهوم الزمان لديهم ابتغاء تحديد طبيعته في نظرهم . فقد كنا نود لو تعرض المؤلف لمفهوم الزمان في الحضارات وتاريخ الحضارة فيذكر تفاوت هذه في تحديد هذا المفهوم وبين ما لهذا المفهوم من وثيق العلاقة بالحضارة والثقافة والروح والتاريخ والفكر والتقدم ... إلا أن عناية الكتاب موجهة إلى الظاهر الآلي – التقني ... وهذا حسبه .

أما الساعة المائية ذات الوعاء الغاطس فطريقة لقياس الوقت أكثر بدائية مما سبق وهي مجهولة الأصل ، ويعود أقدم مرجع وردت فيه إلى عام ٥٥٠ ق.م (في الهند) . مما يظن أنها قد تكون ذات أصل أسيوي أو هندي ، ثم انتشرت من الهند في بريطانيا في القرون الوسطى . وذكرها في العاشر البيروني والمقدسي . (وجدير ذكره ههنا أن هذه الساعات اختراع كلاسيكي . فليس هو بيوناني ولا روماني ، وليس هو بريطاني ولا ايرلندي)، وكانت تستخدم في شمالي افريقيا وفارس والهند . في حين نبرر استخدامها في الصين (كما يذكر نيدهام ، وكورتس) . وقد طورها العلماء المسلمون وأدخلوا مبدأها في الآلات المعقدة (كما يرى ڤيدمان وهاوزر) . والوعاء الغاطس في الفارسية والعربية هو بنجان ، أو فنجان ، أو بنكام وقد انتقل الاسم فنجان (أو بنكام) إلى وحدة الزمان وإلى الساعة المائية كلها . وقد يكون أصلها يونانياً ...

والمؤلف يعرض كل حضارة على حدة وما عرفت من ساعات : فيبدأ بالصين ويذكر زمان استخدام الساعات المائية على اختلاف أنواعها في مختلف العصور ويذكر تنوعها وتطورها وما أدخل على بعضها من تحسينات لحل مشكلات اعترضتها ، وما كتب في ذلك من مقالات وما أجري عليها من تجارب تدل على استمرار التطوير والتحسين .. ولا ينسى

أن يبين الأسباب والدوافع السياسية والاجتماعية والدينية والاقتصادية للاستمرار في هذا التحسين الذي بدأ منذ القرن الأول للميلاد . وقد أورد المؤلف موجزاً دقيقاً لهذا التاريخ .

وينتقل بعد ذلك إلى روما ويبين انتقال المعرفة من الاسكندرية الهلنستية ، وما كان فيها من عظيم المعرفة والتقنية ودقيق الآلات وكبار العلماء إلى بيزنطة ومدرستها في القرن الخامس للميلاد . وقد حفظت لنا بعض الكتب اليونانية لأرخميدس واهرن شيئاً من ذلك . وهناك أثر بيزنطي قد حفظ في نص عربي منقول يتحدث عن إنشاء الساعة المائية وهو ينسب عادة إلى أرخميدس (ارشميداس) . وطابع الكتاب البيزنطي وصفته البيزنطية إنما نراها في ورود مقطع في ثلاثة من مخطوطاته جاء فيه وصف أبولونيوس لآلة موسيقية ، وهذا بيزنطي . وما هذا الكتاب ، كما يرى فيدمان وهاوزر ، سوى ترجمة من أصل بيزنطي وصل من طريق فارس ، ويرى دراخمان أنه كتاب إسلامي يستند إلى فيلون واهرن . أما هيل فيرى أن له أصلاً مختلطاً : فهو ينسب الآلات المائية الأساسية إلى أرخميدس والمقاطع الوسطى إلى رجال بيزنطيين أو فرس . وينسب الجزئين الأخيرين إلى عالم عربي.. والحقيقة أن القول الفصل لم يقل بعد ،فذلك يحتاج إلى مزيد من البحث والتحقيق والتدقيق – في بنكامات الماء وعملها وهو أول كتاب بالعربية ويتحدث المؤلف في مقطع له عن الإسلام فيحسن القول فيه ويذكر امتداد الامبراطورية الإسلامية وما تنطوي عليه من جانبين سياسي وديني ، وما له من معنى ثقافي لما لانتشار الدين الإسلامي من أثر في نشر اللغة العربية ، ذلك لأن للفتح العربي طابعاً مميزاً هو اللغوية الثقافية . وقد احتفظ العرب الفاتحون للمناطق المتحضرة بالارث الثقافي واكتسبوه وتمثلوه وأضفوا عليه ثوباً عربياً (علم اليونان والفرس والسريان) كما أفادوا من العلاقة ببيزنطة والهند وهذا جانب يجدر الانتباه إليه وإن كان ينبغي الانتباه إلى جانب آخر نراه لايقل عنه أهمية بل يوازيه قدراً إن لم يفقه شأناً وهو أن لهذه الحضارة العربية – الإسلامية جذوراً في هذه المنطقة وهي جذور سومرية وكلدانية وبابلية ومصرية وسورية وهلنستية ..

كما أن المؤلف إذ يذكر ثابت بن قرة يعده مترجماً فلم يذكر له من مؤلفاته الرياضية شيئاً ولم يذكر أن له كتاباً في الساعات الشمسية ، وهو يعد أول كتاب في الموضوع صنف في العربية .

ولم يدقق كتابنا هذا وصف ساعة هارون الرشيد وإن جاء على شيء من وصف لهما بما هي ذات كرات نحاسية تتساقط ويخرج الفرسان في كل ساعة .

كما أن الكتاب إذ تعرض للسلطنة العثمانية في القرنين الخامس عشر والسادس عشر لم يذكر تقي الدين محمد بن معروف . فهذا قد صنف كتاباً ذكر فيه الساعات المائية هو «الطرق السنية في الآلات الروحانية » ذكر جانباً كبيراً من أصناف الساعات المائية (بنكامات الماء) على اختلافها . وصف في كتابه هذا أربعة أصناف من البنكامات وهي : بنكام السراج وبنكام الرمل وبنكامات ميكانيكية ومائية (بنكام الفيل والدولاب والبنادق والثعبان والدولاب) وهي مؤلفة من «طرجهارة» من النحاس مثقوبة في أسفلها بحيث لو وضعت على الماء امتلأت من ذلك الثقب في مقدار ساعة (مع صورتها) . وبنكام السراج بنكام ناري أساسه استهلاك الزيت بفتيلة تحترق . وقد نشر الكتاب د. أحمد يوسف الحسن بجامعة حلب معهد التراث (١٩٧٦ م) ويحتاج إلى تحقيق ودراسة ، وهذا ماسنقوم به في مقبل الزمان بعد إذ عثرنا على مخطوط له آخر . ومؤلفنا تقي الدين شامي المولد كما ذكر ذلك عن نفسه ، وله من الكتب « ريحانة الروح في رسم الساعات على مستوى السطوح » و « الكواكب الدرية في بنكامات الدورية » والروحانية في بنكامات الماء » (كما ورد لدى حاجي خليفة) وغيرها ، وهو يتابع مابدأه بنو موسى في القرن التاسع والجزري في القرن الثالث عشر في مضمار التكنولوجيا والهندسة الميكانيكية العربية . يقول تقي الدين في كتابه « الكواكب الدرية » (من القرن السادس عشر) : إن للبنكامات ثلاثة أقسام : الأول الساعات الرملية ، والثاني بنكامات الماء (وقد ذكر أنواعاً منها في « الطرق السنية ») . والثالث هو البنكامات الدورية المعمولة بالدواليب من الحديد أو الفولاذ أو النحاس أو الخشب . وقد حققته بالعربية ونقلته إلى التركية والانجليزية سفيم تكلي (أنقرة ، ١٩٦٥) . وهو صنيع محمود إلا أنه يقتضي بعض التدقيق والتوثيق .

وإذا كان يبدو أن الغرب اللاتيني في القرون الوسطى قد تأثر بالعلوم الرياضية والنظرية والتأملية في الإسلام فليس يعني هذا أنه لم يتأثر بالمعرفة التقنية للساعات لدى المسلمين إلا قليلاً ، هذا إذا استثنينا أسبانيا وصقلية . فقلة الأدلة لاتنفي التأثير . والمؤلف يعرض لأثر العرب ـ المسلمين الكبير في الغرب في هذا الصدد، فأقدم مقالة لاتينية عن الاسطرلاب كتبها لوبيتوس وهرمان إنما تستند إلى أصول عربية ،ولاننسى ساعة هارون الرشيد عام٨٠٧ للميلاد . وقد انتقلت معرفة تقنية الساعات والآلات المتحركة الإسلامية والبيزنطية إلى الغرب واختلطت مع التقنية المحلية ، ثم تطورت فكان من ثمارها مارأينا من تقدم تقني مشهود .

ولا ننسى ماجرى في بلاط ألفونسو العاشر في القرن الثالث عشر في طليطلة من أمر ترجمة نصوص فلسفية وعلمية عربية وتأليف موسوعة فلكية « كتب المعرفة » وما ورد فيها من مقطع عن الساعات يصف في مايصف ساعة مائية خارجية السيلان ، ومؤلف هذا المقطع وهو اسحق بن سيد كان ناسخاً لمخطوط كتاب الأسرار للمرادي . وقد استطاع اسحق هذا ، على مالقيه من صعوبة ، صنع كثير من آلاته التي وصفها . ولا شك أن التقاليد التقنية الإسلامية في طليطلة كانت عملية وكان لها من الأثر الشيء الكبير .

ولم يحدث المؤلف في بحثه لمطلع أوربا الحديثة في القرن الخامس عشر ذكراً للأثر الإسلامي – العربي في النهضة الأوربية . أما ذكره للحضارة الهلنستية وأثر اهرن الكبير فليس هذا بشيء ينسينا أسساً يجدر ذكرها .

وأما النوع الرابع من زمر القسم الأول . فالساعات المائية الأسطوانية المقسمة إلى حجرات أو أجزاء مستقلة وأصلها غير معروف ، إلا أن أول ذكر لها ورد في وصف لاسحق بن سيد في « كتب المعرفة » (سنة ١٢٧٦/١٢٧٧) . مما يعني أصلها الإسلامي . ثم يلي ذلك وصف ورسم لبعض الساعات مع شرح مفصل علمي ودقيق . وإذا جاء عددها قليلاً فإن الشرح كان دقيقاً . ولا يكتفي المؤلف بالاتيان بمثال عن كل من الساعات المائية المصرية والرومانية ، بل يعمد إلى إعادة تركيب الساعات المائية ... وهو يعرض ساعة من كل حضارة ومن كل قرن من القرنين السابع عشر والتاسع عشر .

ويتعرض القسم الثاني للساعات الرملية : فيصف الساعة ويبين تاريخ أقدم ساعة باقية (القرن السادس عشر) ويبين طرائق صنعها صنع الزجاجات .. وعملها وما تقيس من مدة زمانية ودقتها ، وتاريخها (القرن الرابع عشر)، ويعود أقدم رسم لها إلى القرن الرابع عشر أيضاً . ولا نعرف شيئاً عن أصولها وتطورها . وأصّح مرجع لها أنها ترجع إلى حوض البحر المتوسط (لغايات الملاحة البحرية في القرن الحادي عشر والثاني عشر والثالث عشر) . ومع ذلك فإن هذا الأمر ليحتاج إلى مزيد من البحث والتدقيق . وكانت تستخدم في البحر مع البوصلة (بيت الابرة) والمرشـد البحري (أو الخارطة البحرية) لقياس الزمن ... (كما استخدمت في الكنائس والمنازل والجامعات والمدارس البحرية والفلك ...) ونراها لدى تقي الدين في القرن السادس عشر . وطورت في القرن السابع عشر واتخذت

أشكالاً جديدة وأدخلت عليها تحسينات جديدة للاستخدام البحري والطب ... وهذه التحسينات شملت الشكل والاسطوانات واستخدام طريقة آلية لقلبها أو استخدام عدة بصيلات ، ونوعية الرمل : مسحوق الرخام ، رمل البحر أو النهر المغربل. ومسحوق قشر البيض أو غبار القصدير والرصاص ...

ويلي هذا الشرح الجيد الموثق بيان مصور للساعات مؤرخة ومنسوبة على نحو احتمالي تجريبي يستند إلى أسس أسلوبية تبعاً لمسح للرسوم المؤرخة للساعات الرملية في اللوحات الأوربية (فهناك وصف للساعة وعملها والمادة التي تملأ بها ومدتها وقياسها للوقت) وتختلف أنواع هذه الساعات فهي ترجع إلى قرون مختلفة وحضارات مختلفة وشعوب مختلفة . فمنها الفرنسية والإيطالية والألمانية والانكليزية ...

وينتقل بعد ذلك إلى القسم الثالث فيبحث في الساعات النارية . ومبدؤها : الاستهلاك المنتظم لمادة تحترق كالزيت والشمع والبخور . وهي قسمان : ساعات نارية تستند إلى الشموع والمصابيح ، وساعات تستخدم البخور . فالأول كان منتشراً في العصور الوسطى لكن أقدم مرجع لها يرجع إلى الصين (سنة ٥٢٠ م) فالشمعة مدرجة وتدل على الزمن في الليل ، أما البخور فيستخدم في النهار ...

فالشموع تستخدم بطول معين ووزن معين وتقسم إلى مقاطع معينة وتحترق كل شمعة في أربع ساعات . ثم استخدمت شمعة مدرجة وظلت حتى القرن الرابع عشر للميلاد ثم طورت هذه الوسيلة . وقد بينها الجزري في القرن فذكر أربع ساعات اخترعها هو ووصفها ووصف واحدة طورها وأعملها .

وورد نوع آخر في هذه الساعة أورد وصفه صمويل الطليطلي في «كتب المعرفة» (١٢٧٦)، ومبدؤها : دلالة بصرية من سلسلة جدولية ترتفع عندما تحترق الشمعة وتحركها... ولكن هذه الساعة النارية قد بطلت في القرن الرابع عشر والخامس عشر لما حدث من تطور في الساعة الميكانيكية وحصول أنواع جديدة من الساعات الشمسية ...

وإن قام بعض علماء النهضة فصنعوا منها أنواعاً للفضول في القرن السادس عشر وهي ذات أشكال ، فهناك ساعة نارية بالمصباح : وهناك ساعة أخرى في القرن السادس عشر (هيلت) ، وأخرى زيتية في القرن السابع عشر (لليسوعي بوبنسه) .

ويعرض كتابنا نسخاً لهذه الساعات منها السكسوني والإيطالي والامريكي (بين القرنين التاسع عشر والعشرين) .

أما ساعات البخور فقد اقتصر استعمالها على الصين واليابان وكوريا (لارتباطها بالبوذية والدين) . ومبدؤها هو مبدأ الشمعة المدرجة أو عصا من بخور مدرجة ... ويعود ذكرها إلى الصين في القرن السادس للميلاد وقد تكون أقدم عهداً ... وطورت وعدلت عبر العصور في القرن السابع والقرن العاشر حتى إذا جاء القرن الثامن عشر رأينا ساعة بخورية ذات إشارة سمعية تدل على الزمان ... وبعد هذا كله يجيء ملحق في الكتاب عن نظامين للوقت في مختلف الحضارات من بابلية وصينية وهندية . . .

وبعد فالكتاب على النحو الذي عرضنا كتاب علمي دقيق وإن جاء على صيغة بيان مصور ، فهو يذكر مصادره ذكراً مفصلاً مستفيضاً ، ويبين بمقدمة علمية دقيقة وموثقة تطور الآلات الزمانية ، ويبين المشكلات ويعرض حلها والتغلب عليها . ويذكر تطور الساعات تبعاً للحضارات المختلفة وما أسهمت به كل حضارة من نصيب في سبيل ذلك . وهو يصف تطور العلوم وارتباطها الوثيق وما قدمته من شيء لحل مشكلات الآلات المختلفة . وهو ينسب كل تطور إلى صاحبه موثقاً ومدققاً ، ولكن الثقة والدقة تقتضيان الحذر في بعض الأحيان والتريث في عرض الآراء وسردها ورجعها إلى أصحابها وذوي الفضل فيها .

الدكتور حكمت حمصي
الأستاذ الدكتور خالد ماغوط
معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب

hour systems: in Babylon (consisting of twelve equal parts), and on equal hours system used in Eurpœ from the 14th century onwards for astronomical purposes, and unequal hours system in Europe for every day puroposes and in the Byzantine Empire, in medieval Europe and in Islam until recent times.

We would have expected the author to mention, either here or elsewhere (in speaking of the different civilizations), the time concept in thes ecivilizations as it was expressed by their thinkers in order to show us the nature of the time in the course of civilization. and history of science...

It is concluded also by a glossary of technical expressions, by a 20 page bibliography and an index.

We see that this book-catalogue is an indispensable study worthy of reading for its extremely important text, and of consulting for its illustrations and figures... and we owe the author deep gratitude for his endeavour to assign to every civilization its real part in the field of history, science and technique or technology.

Dr. Hikmat Homsi
Prof. Dr. Khaled Maghout
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo - Syria

Bankāmāt al-Dawriyyat " (The Brightest Stars for the Construction of the Mechanical Clocks), edition by Sewim Tekeli, Ankara, 1965, (this edition requires some correction which would have enhanced the value of this book. But this dœs not diminish tne importance of this useful and stumulating work.

On the other hand, it is of great importance to say that the Latin West in the Middle Ages had been influenced by Arabic technique of clocks, in spite of lack of evidence. This influence was one of the factors of European Renaissance during the 15 th century... All these details in the historical expos tion of facts are subject to critic and doubt. But the book under review responds to some needs that the other books did not satisfy. It seems that the author is eminently qualified for the writing of such a work.

In the water-clocks Catalogue we have the best figures, illustrations, facsimile photos, and tables with an introductory explanation, a good description and a pictorial or material reconstruction of some types, accompanied by a detailed explanation of tne action... Tnis catalogue part illustrates kinds of clepsydrae going back to a long date and belonging to different civilization.

The second section deals with the sand-glasses, their history, their survival and their manufacture (from the 16th century onwards). It identifies three main methods of manufacture and technique according to the succeding decades and centuries. It shows the properties of these clocks, their origins, their earliest use and their present state. This preceded the catalogue part illustrating the different kinds of sand-glasses, and explaining their manufacture, action, properties, provenance and dates...

The third and last section deals with the Fire-Clocks. It mentions their two different kinds owing to tneir two different prinicples: the first one concerns devices employing candles and lamps, and results in candle and lamp clocks. This went back to the 6th century A.D. in China, similar candles were used in Japan in the 10th century A.D., they were used in the Middle Ages by the Arabs. Al-Jazarī described in his great treatise on mechanical devices (The Books of knowledge of Ingenious Mechanical Devices), completed in 1206, four froms of candle-clock which he had devised. He was preceded by Yunus al-Usturlābī and his candle time piece. Then follows the catalogue pictures of some candle-clocks of different kinds and of various origins and dates...

The second kind of fire-clocks depending on a different principle concerns incense-clocks, of which the use was confined to China, Japan and korea because of its religious meaning. The catalogue of illustrations and photos includes Chinese incense-timekeepers and seals of different dates, as well as Japanese ones. The catalogue-book is concluded by an appendix dealing with

methods of clock manufacture and working. It discusses the development of the instruments through the solution of the problems which faced the makers and manufacturers in all civilizations, this constitues a need to which the book under review responds, if compared with others.

Part III is divided into three sections: each section is composed of two parts: the first one is a histroical- scientific study, and the second one is a catalogue (of illustrations and photos). It studies in tne first section four groups of water-clocks: Outflow-Clepsyderae, Inflow-Clepsydrae, Linking-Bowel-Clocks and Compartmented Cylindrical Clepsydrae.

He studies them as they appeared in some civilizations sucn as China, the Later Roman Empire, Islam, the Medieval Latin West and Early Modern Europe.

In speaking of Islam and its role in the development of clocks and mechanical devices, the author puts forward the political, religious and cultural character of islamic expansion. And he says justly that the learning of Greece, of Persia and of Syria was accomulated, obsorbed and developed in Arabic dress. We have to add tothis fact another one of not less importance, namely that the Arabo-Islamic civilization (or science) has had its roots in this area, Sumerian, Chaldean, Assyrian, Babylonian, Syrian, Egyptian and Hellenistic ones.

It is surprising that the author, in speaking of Thabit bin Qurra, considers him only as a translator, he dœs not mention him as an author of mathematical works and that he was the author of a book on sundials which is regarded as the first one of this kind on the subject ever written in Arabic.

The author, did not give more precise description of al-Rashīd Clock...

The book of Archimedes on the construction of Water-clocks, which is the earliest treatise known in Arabic that specifically concerns water clocks, needs more research and study in order to determine more precisely and thoroughly the Arabic origin of this book. All that he said is unsufficient in this matter.

In speaking of the Ottoman Empire in the 15 th and 16 th centuries, the author did not mention Taqi al-Din who wrote a book of extreme importance on water clocks entitled " The Sublime Methods in Spiritual Instruments " (al-Turuq al-Saniyyat fi āl-'Alāt al-Rūhānyyat), this book was studied and published by (Photo-copied) by Dr. A. Y. al-Hassan, Aleppo University, 1976, but was not a subject of a critical edition (this will be done shortly after we have found another manuscript of the same book). Taqi al-Dīn mentioned this book in his other work " al-Kawākib al-Durriyyat bi

The Time Museum. Volume I; Time Measuring Instruments. Part 3 : Water-Clocks, Sand-Glasses, Fire-Clocks, by A. J. Turner, pp. XI, 161, + Appendix, glossary, bibliography and Rockford, Illinois, 1984. Catalogue.

This book is one of four parts constituting volume I on time measuring instruments. (within the general catalogue work of the Time Museum).

Part I includes: Astrolabes, Horizontal instruments and Astrolabe-quadrants.

Part II includes: Sundials and Nocturnals.

Part IV includes: Calendar, Astronomical and other instruments.

Each part is complete in itself with its own bibliography and index, adn the wnole work constitues a complete work on clocks of all kinds, indifferent countries and dispersed civilizations.

As a catalogue it gives technical details ofinstruments by illustrating the object, and mentioning its date, its meterials, its overall key dimentions in inches and millimetres, its signature, its museum inventory number, its general description (method of use, and commentary), its provenance and biographical notes on the maker. This catalogue is a good and accurate study of time-measuring instruments. It reveals in its historical introduction the subject, its scientific character represented by its bibliographical references in tne footnotes. The study is then weell thougnt out and carefully executed in spite of the difficulty of this task to be undertaken due to many factors of time, reconstruction, imagination and interference of civilizations...

The study under review has taken earlier studies thorougnly into account and the author has shown good judgement in the assesment of them. He has drown good profit from them in his descriptions and critical appreciation.

This catalogue is not then, at all, the first of its kind. Many works have, been written on its subject, and they vary according to their dimensions viewpoint, deepness, specialization, and time scope... As it can be seen from the bibliography in the foot notes or the bibliography of works cited. The majority of the texts, judiciously and amply annotated witn bibliographical observations, which dœs not exclude a kind of shortcoming in the lack of some important works on the nistory of the subject in different languages, and on some particular kinds of clocks... It differs, however, from the works of its predecessors by its purposes followed, its exposed illustrations, its vast explanations, and its historical-scientific aspect, as well as by identifiying the

The Śulbasūtras

S. N. Sen & A. K. Bag

[Introduction (pages 1–13), texts (17–73), translation (77–143), comme-n taries (147–281), with bibliography and index].

Only a few mathematical texts by ancient or medieval Indian scholars are available in English. These are deemed valuable to students of history of mathematics. The present work adds four texts to this treasury, namely, the sūtras of Baudhāyana, Āpastamba, Katyāyana, and Mānava.

Sūtra texts are religious works. Śulbasūtras are manuals written to teach the construction of different types of altars for fire sacrifice. These altars may take the form of a square, an isosceles trapezium, a falcon, a tortoize, or other forms. But all have fixed orientations and areas. The construction involves constructing rectilinear figures and circles or circular arcs. It also involves constructing a figure equivalent to the sum or difference of two or more figures. Thus transformation, including squaring circles and circling squares, is involved.

The basic plan is practical, not unlike the ancient Egyptian rope-stretching. A rope, of a given length is taken, with its middle point marked; and, by it, lengths equal to it, or to half of it, are taken. But, however the plan may be, it involves some calculations. These calculations show knowledge of what we usually call Pythagorian triplets, like (3,4,5) and (5,12,13), π is given as 3, but in certain places, it is calculated differently. The following are two of the values given to it:

$$\pi = 4\left(1 - \frac{1}{8} + \frac{1}{8.29} - \frac{1}{8.29.6} + \frac{1}{8.29.6.8}\right), \text{ giving } \pi = 3.0895$$

$$\pi = \frac{4}{r^2}, \text{ where } r = 1 + \tfrac{1}{3}(\sqrt{2} - 1), \text{ giving } \pi = 3.0883$$

$$\sqrt{2} \text{ is given as } 1 + \tfrac{1}{3} + \frac{1}{3.4} - \frac{1}{3.4.34}, \text{ giving } \sqrt{2} = 1.4142.$$

The texts are in a style described by the editors as aphoristic, i.e. in expressions characterised by precision, brevity and economy of words, thus 'sum-

ming up the pith of learning". But the commentaries explain these expressions, with drawings and ample reference to previous explanations by other scholars, Indian or European.

The objectivity of the editors is commendable. In their introduction, they tackle the vexing problem of place and date. After patiently stating the views of other scholars, they come to the conclusion that the four authors hailed from the southern parts of India, that all appeared between the 3 rd and the 8th century B.C.; a shorter interval is probably 3 rd — 5th. What seems to be sure is that Baudhāyana appeared first, followed by Mānava, Āpastamba, and lastly, Katyāyana.

In comparing the four texts, the editors put Baudhāyana's sūtra first, followed in order by those of Āpastamba, Katyāyana and Mānava. They find that :

1 – Baudhāyana's is the most systematic, logical and detailed.

2 – Āpastamba's shows no improvement, but no shortcomings; it includes additional forms and measurements.

3 – Katyāyana's is succinct and systematic, with probably clear geometrical understanding.

But 4 – Mānava's is less systematic than all, and gives methods difficult to understand.

A. S. Saidan

Book Review

A Bibliography of the Works of Abū'l-Raiḥān al-Birūni, compiled by Ahmad Saeed Khan (New Delhi: Indian National Science Academy, 1982). 77pp. Rs. 30.00 or $ 10.00.

After introductory material this bibliography contains a list of references on the life of al-Birūni, the "General List" of al-Birūni's works, classifications by subject, lists of sources and of manuscript-catalogues, a list of Birūni manuscripts in Indian libraries, and finally two indexes to the General List – one for titles and one for proper names.

The heart of the book is the General List, which is based upon the hitherto standard bibliography of D. J. Boilot (1955, 1956), which, for items 1-138, was itself based upon Birūni's own *Fihrist* (published by Krause in 1936). Mr. Khan keeps Boilot's numbering for items 1-180, adding a considerable number of references, and adds three more items (181-183). Good use is made of modern secondary sources – for instance, E. S. Kennedy's entry in the *Dictionary of Scientific Biography* is sometimes quoted *verbatim* – , but there is one serious omission: Fuat Sezgin's *Geschichte des arabischen Schrifttums*, volumes V (1974) for mathematics, VI (1978) for astronomy and VII (1979) for astrology. It must be assumed that Mr. Khan finished his work before he saw these volumes. This is a pity, but we can always use the book in conjunction with Sezgin, who gives new manuscripts and additional information, and even suggests new works. Sezgin, incidentally, mentions the first work (181) not in Boilot. It is perhaps worth mentioning that details of the Birūni works appearing in the important codex Bankipore 2468 can be obtained from Jan Hogendijk's article in the last issue of this journal.

Mr. Khan's bibliography, which brings together detailed references to publications in a great variety of languages, is evidently the result of immense labour. Birūni scholars and all who are interested in the history of the exact sciences in the Islamic Middle Ages have cause to be grateful to him.

RICHARD LORCH

München



نادي الأصيل
الخيل العربية الأصيلة

جياد الجزيرة العربية
مجموعة وثائقية من اصدار نادي الأصيل
هيلدسهايم ١٩٨٥
١٠٠٨ صفحات فيها ٥٧٠ صورة، منها ٤٨٠ صورة ملونة .
النص بالألمانية والانجليزية والعربية، مجلد
(مجموعة النشرات الوثائقية في علم الخيل)
اسبن ٣ – ٤٨١ – ٠٦٦٢٨ – ٩٨/٧ مارك
صدر أخيرا !

"مؤلف وثائقي قيّم خاصة للمستقبل ·فهو بما يضمه من مختارات هامة جمعت بعناية يعطي صورة مقنعة عن خصائص الخيل العربية·" د· ع·فنتسلر

"أجمل كتب الخيل اطلاقا ! فيه مجموعة من أهم ملاحظات الخبراء عن أهداف تربية الخيل العربية وطبيعتها وموطنها الجغرافي والحضاري ، علاوة على قائمة بمربي الخيل الهامين على الصعيد العالمي الذين يؤمنون بقوانين الوراثة المثبتة هنا بكل وضوح·" "أوقات الفراغ على ظهور الخيل"

"كتاب رائع يعرض هواية ملوكية ، ويثير اعجابا أكبر مما تثيره أكثر الكتب رواجا !" هاينز فريدريش

"لن تجد في كل ما كتب في هذا الموضوع مجموعة أفضل من هذه المجموعة من أحكام الخبراء في خيولنا العربية·" د· اشبورن

"ان هذا المؤلف كنز نفيس، ويستحق درجة الامتياز · فالجواد العربي الأصيل رمز للحضارة والرقي، ولنادي الأصيل فضل كبير في صيانة هذا التراث الأصيل·" البرفسور د· بيكلز

"ان هذه المجموعة الوثائقية من النصوص والصور لما يرحب به أيضا المستشرق الذي كان الى الآن يبحث عبثا عن مثل هذه المجموعة الغنية المعتمدة·" البرفسور د· ر· سلهايم

دار أولمز للنشر

هاجنتور وال ٧/ ٣٢٠٠ هيلدسهايم (المانيا الغربية)
الولايات المتحدة : ١١١ شارع وست ٥٧، نيويورك، ن . ي . ١٠٠٩١

NOTES ON CONTRIBUTORS

Allen G. Debus: is a professor of the History of Science and Medicine at the University of Chicago. His fields of interest are 16th & 17th century chemistry, medicine, and iatrochemistry with emphasis on Arabic-Latin medieval origins and sources.

Ahmad S. Saidan: a professor of the History of science-previously at the University of Jordan in ᶜAmman. Besides translations of articles into Arabic, he has several books dealing with the history of Arabic Sciences especially in mathematics.

Floréal Sanagustin: is a researchist at l'Institut National des langues Orientales in Paris, and at l'Institut Français des Études Arabes. Presently, he is lecturing at the University of Lyon-France.

Hikmat Homsi: a lecturer at Aleppo University. He combines professional interests in philosophy and law with political, economic and social studies, as well as with studies related to the History of Arabic Science.

Khaled Maghout: Director of the I.H.A.S., and is a professor in operation research at the University of Aleppo. He obtained the D. Sc. in 1962, Paris.

Nasha'at Al-Hamarneh: is a lecturing professor in the History of Arabic Ophthalmology at the I.H.A.S., and is also a professor in the Department of Ophthalmology at the Faculty of Medicine-University of Damascus. Presently, he is working on his scientific research in DDR.

Richard P. Lorch: had lectured at the I.H.A.S. for two years. Pr sently, he is preparing his researches at the Academy of Science in Munich.

Sayyid F.A. Shamsi: is working on the history and philosophy of Arabic-Islamic science,and methodology in research. He is a professor of philosophy at Karachi University.

83. Dam akhkhên, qui est mis pour dam al-akhawayn, désigne exclusivement, à l'heure actuelle, des fragments d'un polypier, le Tubipora musica ou orgues de mer. Réduite en poudre, cette drogue est donnée comme anti-inflammatoire. Cf. Sharh, p. 50; Ducros, p. 59; Dâwud, p. 154; I. Sînâ, p. 294.

84. Le camphre utilisé actuellement est synthétique; jadis cette matière provenait du camphrier (Cinnamomum camphora Ness.) dont on incisait l'écorce. Cf. I. Sînâ, p. 336; p. Sbath, Abrégé sur les arômes de Sahlân b. Qaysân, in Bull. Inst. Egypte, t. XXVI, Le Caire, 1944, pp. 185 – 186, 196 – 198.

85. Ḥashishet al-herra ou fâliriyâna, désignent la valériane (Valeriana officinalis L.). Les racines de cette plante sont antispasmodiques, fébrifuges et calmantes. Cf. Sharḥ, p. 150; Dâwud, p. 252; Tuḥfa, p. 142.

86. Les feuilles d'al-boldô (Boldoa fragans L.) qui sont importées d'Amérique, ont des vertus expectorantes et digestives. Cf. Ghaleb, t. 1, p. 161; t. 2, p. 9.

87. Hashishet ad-dinâr désigne les fleurs du houblon (Humulus lupulus L.) qui sont employées comme diurétique. Cf. Issa, p. 95; Ghaleb, t.1, p. 308.

88. Nshâra morra, nushâra murra, est le nom de l'aubier du quassia, du bois amer de Surinam (Quassia amara L.) que l'on utilise comme tonique. Cf. Ghaleb, t. 2, p. 344; W. Miki, pp. 7, 12, 113.

89. Ḥaṭab al-qinâ ou al-kînâ, désigne l'écorce du quinquina jaune (Cinchona calysaya Wedd.) qui est très utilisé comme fébrifuge et tonique. Cf. Ducros, p. 106; Ghaleb, t.2, p. 389.

90. Dâr filfil est le Poivre long ou Piper longum L., drogue réputée aphrodisiaque et digestive. Cf. Sharḥ, p. 154; I. Sînâ, p. 292.

91. Le dâr ṣînî ou dâr cînî est l'écorce du cannelier de Chine (Cinnamomum aromaticum Nees.) qui est une drogue tonique et stimulante. Cf. Sharḥ, p. 50; Ducros, p. 104; Tuḥfa, p. 51.

92. As-sunbul al-hindî ou sunbula désignent le nard odorant (Nardostachys jatamansi D.C.) dont le rhizome fibreux est donné en décoction contre l'épilepsie et les convulsions. Cf. Sharḥ, p. 129; Ducros p. 74; Dâwud, p. 201.

93. La noix muscade, jawz at-tîb ou jawz bawâ, est le fruit du muscadier (Myristica fragans Houtt.). Ce produit est surtout connu pour ses vertus stimulantes et astringentes. Cf. Tuḥfa, p. 46, Sharḥ, p. 38; Dâwud, p. 110.

94. Al-fuwwa est la garance (Rubia tinctoria L.), appelée encore ʿurûq aṣ-ṣabbâghîn, et dont les racines réduites en poudre, sont données comme emménagogue et diurétique. Cf. Tuḥfa, p. 143; Ducros, p. 102.

95. Al-ḥalbe ou hulba est la graine du fenugrec (Trigonella fœnum graecum L.) que l'on utilise pour ses vertus emménagogues, purgatives, antidiabétiques et galactagogues. Cf. Sharḥ, p. 75; Dâwud, p. 126; I. Sînâ, p. 320.

96. Az-zaʿfarân est le safran, c'est-à-dire les étamines du Crocus sativus L.. C'est une drogue tonique et aphrodisiaque. Cf. Dâwud, p. 178; I. Sînâ, p. 306; Tuḥfa, p. 69.

97. Voir à ce propos le numéro spécial du Hamdard Quarterly Journal of Science and Medicine consacré à la médecine traditionnelle. Vol. XXVII, Nº 1– 2, 1984, Karachi.

98. Le Pr. Z. Al-Baba me signale que les ministères syriens de la Défense et de la Santé viennent de prendre des dispositions pour encourager la recherche sur la médecine traditionelle. Un projet de culture expérimentale des plantes médicinales est à l'étude; on ne peut que se féliciter d'une telle initiative.

65. Le mot khôlâne est mis pour khawlân et désigne le lyciet (Lycium europaeum L.), qui jadis portait aussi les noms de filzahraj et de ḥuḍaḍ. Le suc extrait de cette plante est réputé être astringent et résolutif. Cf. Dâwud p. 148; Ducros, p. 96; I. Sinâ, pp. 312, 408.

66. As-sanāmakki est le séné, la feuille du Cassia acutifolia Del.; c'est une drogue laxative bien connue. Cf. Sharḥ, p. 130; Tuḥfa, p. 373; Dâwud, p. 201.

67. At-turmus ou tormos est le lupin (Lupinus albus L.) dont les graines sont émollientes, résolutives et vermifuges. Cf. Sharḥ, p. 190; Ducros, p. 29; Dâwud, p. 90; I. Sinâ, p. 444.

68. Aṣ-ṣabir ou aṣ-ṣabra désigne l'aloès officinal, suc qui s'écoule des feuilles de l'Aloe vera Lam.; Aloe succotrina Lam.. Cette drogue est un drastique, un échauffant et un régulateur des fonctions hépatiques. Cf. Ducros, p. 80; Dâwud, p. 221; Sharḥ, p. 157.

69. Ash-shiḥ est le nom, avec al-ᶜabîtrân, de l'armoise de Judée (Artemisia judaïca L.) qui fournit le semen-contra, vermifuge bien connu. Cf. Issa, p. 22; Ducros, p. 79; Dâwud, p. 220.

70. Al-afiyûn, l'opium, est le latex, extrait par incision, des capsules vertes du papaver somniferum L. (al-khashkhash). L'opium était surtout employé comme narcotique, analgésique et stomachique. Cf. Dâwud, p. 52; Tuḥfa, p. 20; Sharḥ, p. 201; I. Sinâ, p. 256.

71. Les graines de pavot (khashkhâsh, Papaver somniferum L.) que l'on prélève dans la capsule de la plante sont données comme sédatif ou somnifère. Cf. Ducros, p. 55; Dâwud, p. 140.

72. Les stigmates de maïs (shaᶜr dura miṣriyye) et les pédoncules de cerise (dhanab karaz) sont des lithontriptiques classiques dans la pharmacopée orientale.

73. Les graine de radis (bizr fujl; bəzər fjəl, Raphanus sativus L.) sont dites diurétiques. Cf. F. Sanagustin, Contribution..., op. cit., N° 30; Dâwud, p. 248.

74. Les feuilles du petit houx (Ruscus aculeatus L.) sont communément vendues pour leur vertus lithontriptiques. Cf. F. Sanagustin, Contribution..., op. cit., N° 181.

75. Al-khôlanjân ou khôlanjân ᶜaqâribî est la prononciation dialectale d'al-khûlanjân, c'est-à-dire la racine du galanga officinal (Alpinia officinarum Hance) appréciée pour ses qualités toniques et échauffantes. Cf. Ducros, p. 57; Dâwud, p. 148; I. Sinâ, p. 459.

76. Le clou de girofle, fruit du giroflier (Caryophillus aromaticus L.) est un aphrodisiaque, un sédatif et un stomachique. Cf. Ducros, p. 105; Dâwud, p. 255; I. Sinâ, p. 416.

77. Al-hâl, ḥabb al-hâl, hâl bawwâ et qâqulla désignent tous le petit cardamome, fruit de l'Elettaria aromaticus L., qui est un stimulant bien connu. Cf. Ducros, p. 45; Dâwud, p. 253; I. Sinâ, p. 297.

78. Zêtûn Bani Isrâʾil est le nom actuel du ḥajar al-yahûd ou pierre judaïque. Cette drogue présente la forme d'une olive pétrifiée, d'où son nom. Réduit en poudre cet échinide fossile est employé comme lithontriptique. Cf. Ducros, p. 69; Sharḥ, p. 81, Dâwud, p. 118.

79. Le kâd hindi est la noix de cachou, fruit de l'Acacia catechu L.. Cettedrogue est un anti-inflammatoire, un hémostatique et un astringent. Cf. Issa, p. 2; W. Miki, pp. 9, 14, 76, 107.

80. Ce remède est hérité de la tradition médicale arabe médiévale puisqu 'on le trouve mentionné dans tous les grands traités d'oculistique et dans le corpus intitulé Aṭ-ṭibb an-nabwî.

81. Ash-shəshəm est ash-shishm, c'est-à-dire la graine du Cassia absus L.. Ce mot vient du persan čashm, qui signifie œil, car ces graines ressemblent à des yeux d'oiseau. C'est un remède oculaire fameux. Cf. M. Meyerhof, Histoire du chichm, remède ophtalmique des Egyptiens, in Janus, 1914, p. 261 sqq.; Sharḥ, p. 82; Ducros, p. 76.

82. L'expression zabad al-baḥr s'applique actuellement à l'os de seiche (Sepia officinalis L.). C'est un hémostatique et un des ingrédients de divers collyres. Cf. Sharḥ, p. 69; Tuḥfa, p. 70; Dâwud, p. 174.

50. Le mot kennok ou bakhûr kennok est synonyme, pour les herboristes, de lubân dhakar qui désigne l'oliban, l'encens, le suc de certains arbres de l'espèce Boswellia comme le Boswellia carterii Roxb ou le Boswellia serrata L.. Cf. Sharḥ, p. 93; I. Sînâ, p. 337; Ducros, p. 117; Dâwud, p. 275.

51. Az-za^ctar ou aṣ-ṣa^ctar désignent la sariette (Satureia hortensis L.) dont les feuilles et l'extrait sont béchiques et toniques. Cf. Sharḥ, p. 158; Dâwud, p. 223.

52. L'adianthe capillaire, en arabe kuzbarat al-bi'r ou barshiyâwushâm (Adhianthum capillus Veneris L.), est un béchique utilisé habituellement contre l'asthme. Cf. Sharḥ, p. 90; Ducros, p. 115; Dâwud, p. 70.

53. Ḥashîshet al-'amle est la graine de staphisaigre, (Dephinum staphisagria L.) réputée pour ses qualités parasitaires contre les pous. Cf. Ducros, p. 65; Ghaleb, t. 2, p. 120.

54. Contrairement à ce que cette appellation pourrait laisser entendre, le qorom banafsaj n'est pas le rhizome de la violette, mais celui de l'iris (Iris florentina L.) appelé aussi îrîsâ ou sawsan asmanjûnî. Cette drogue est un détersif et un déodorant. Cf. Sharḥ, p. 19; I. Bayṭâr, t. 1, p. 71; Dâwud, p. 63; Issa, p. 100.

55. Le terme ihlilej kâbulî désigne le fruit, parvenu à maturité, du myrobolan chébule (Terminalia chebula Retz.). Par contre, sh^cir hindî ou hindî sh^cîri, qui désigne le fruit immature de la même plante, fut longtemps considéré comme une espèce particulière de myrobolan. Cette drogue est un astringent intestinal et un hémostatique. Cf. Ducros, p. 9; Sharḥ, p. 55; Dâwud, p. 62; Tuḥfa, p. 58.

56. Al-^cafṣ est la noix de galle qui se forme sur les bourgeons du chêne à galles (Quercus lusitanica Lam. var. infectoria D. C.) à la suite de la piqûre d'un insecte, le Cynips gallae tinctoriae. Les noix de galle sont une drogue astringente riche en tannin et une teinture noire, jadis très prisée. Cf. Sharḥ, p. 144; Tuḥfa, p. 137; Ducros, p. 93; Dâwud, p. 238.

57. Al-khille est l'ammi commun (Ammi visnaga Lam.) dont les graines sont un puissant lithontriptique entrant dans la composition de la plupart des médicaments destinés au traitement des lithiases. Cf. Sharḥ, p. 50; Ducros, p. 13; Issa., p. 13.

58. An-nahwe, nakhwe hindiyye ou nânakhwe est l'ammi indien (Ptychotis adjowan Dec.) dont le fruit a des vertus diurétiques, stomachiques et carminatives. Cf. Ducros, p. 133; Sharḥ, p. 126; Dâwud, p. 367.

59. Ash-shamra désigne, en dialectal, le fenouil (shamâr, râziyânaj) dont l'appellation technique est Fœniculum vulgare Gaertn. Les fruits du fenouil sont surtout carminatifs. Cf. Sharḥ, p. 175; Tuḥfa, p. 157; Ducros, p. 77; Dâwud, pp. 165, 218.

60. Yânsûn est mis pour ânîsûn et désigne la graine de l'anis (Pimpinella anisum L.). Cette drogue est carminative et stimulante. Cf. Sharḥ, p. 13; Ducros, p. 7; I. Sînâ, p. 243; Dâwud, p. 59.

61. Al-mahleb est le mahalep, l'amande du fruit du cerisier de Sainte Lucie (Prunus mahaleb L.) Cette amande, d'usage très courant, est un vermifuge et un résolutif .Cf. Ducros, p. 122; I. Sînâ. p. 369; Sharḥ, p. 109; Dâwud, p. 291.

62. 'Ana wa sha est la formulation verniculaire de qanâ wa shaq, c'est-à-dire al-qinna, le galbanum ou gomme-résine de la Ferula galbaniflua Boiss.. Cf. Sharḥ, p. 170; Ducros. p. 190; Tuḥfa, p. 154.

63. Jâ'ife est synonyme, à Alep, de ḥantît ou ḥaltît, la férule assa-fétide qui est la gomme de la Ferula asa fœtida L.. On l'utilise comme antispasmodique et résolutif. Cf. Sharḥ, p. 12; Ducros, p. 50; Dâwud, p. 126.

64. An-nîle est le nîl ou nîlaj, c'est-à-dire les feuilles et graines de l'indigo (Indigofera tinctoria L.). Cette drogue est considérée comme un fortifiant et un fébrifuge. Cf. Ducros, p. 19; Dâwud, p. 334; Sharḥ, p. 62.

33. Il s'agit de la graine de plantain psylle ou herbe-aux-puces (Plantago psyllium L.) qui est un maturatif, un vulnéraire et un cicatrisant. Cf. Ducros, p. 20; Dâwûd, p. 73.

34. ʾAlfûne ou qalfûne est le mot dialectol mis pour qalfûniyâ ou râtinaj. C'est la colophane extraite de diverses espèces de résines de conifères et notamment du pin; dans ce cas, elle est aussi appelée ṣamgh aṣ-ṣanawbar. Cf. Ducros, p. 108; Sharḥ, p. 176; Dâwud, p. 262.

35. Le mot dialectal mistake ou miske correspond au muṣtakâ des Anciens qui désigne le mastic ou résine du pistachier lentisque (Pistacia lentiscus. var Chia D. C.). Cette drogue,fort répandue, est un masticatoire qui donne une bonne haleine. Cf. Sharḥ, p. 115; Ducros, p. 126; Dâwud, p. 299.

36. Al-ᶜalke désigne le ṣamgh al-buṭm ou ᶜilk al-arbât, c'est-à-dire la résine du Pistacia terebenthus L., la térébenthine de Chio des anciens formulaires. anbât Cf. I. Sînâ, pp. 323, 396; Dâwud, p. 77; Ducros, p. 81.

37. Les feuilles de henné (Lawsonia inermis L.) réduites en poudre sont un produit majeur de la pharmacopée orientale. Cette drogue astringente est aussi une teinture fameuse. Cf. Ducros, p. 52; Dâwud, p. 134; Issa, p. 106; Tuḥfa, p. 79.

38. Sires, siras ou ashras désignent tous l'asphodèle, Asphodelus ramosus L. dont les racines moulues donnent une espèce de glue et sont, par conséquent, utilisées comme agglutinatif. Cf. Sharḥ, p. 198; Dâwud, p. 47; Tuḥfa, p. 38; Issa, p. 24.

39. Zêt khirwe ou khirwaᶜ est l'huile de ricin extraite des graines du Ricinus communis L.(ḥabbet kherwe); cette drogue est un drastique puissant. Cf. Tuḥfa, p. 178; Dâwud, p. 138; I. Sînâ, p. 464.

40. Huile d'olive se dit indifféremment zêt, zêt zêtûn et et zêt ḥalu.

41. Le gingembre, appelé zanjbîl ou janzbîl, est le rhizome du Zingiber officicinale Rosc. dont les propriétés stimulantes et aphrodisiaques ont fait la réputation. Cf. Ducros, p. 67; I. Sînâ, p. 302; Dâwud, p. 180.

42. Al-bâbûnej ou bâbûnaj s'applique à la matricaire (Matricaria chamomilla L.) dont les feuilles et les fleurs ont des vertus béchiques et expectorantes. Cf. Ducros, p. 5; Sharḥ, p. 22; Tuḥfa, p. 40; Dâwud, p. 68.

43. Khâtmiyye est mis pour khiṭmî, mot qui désigne la guimauve officinale (Althea officinalis L.). Les fleurs de cette plante sont béchiques et pectorales. Cf. Sharḥ, p. 195; Tuḥfa, p. 177; Ducros, p. 56; Dâwud, p. 135.

44. Az-zayzafûn ou zêzafûn ne désigne pas à Alep le tilleul, qui porte le nom turc d'akhlamûr, mais le chalef, l'éléagne (Eleagnus hortensis L.) dont les fleurs sont pectorales. Cf. Dâwud, p. 244; F. Sanagustin, Contribution à l'étude de la matière médicale traditionnelle chez les herboristes d'Alep, in BEO, Damas, 1985 (à paraître), nº 140.

45. Ward gûrî est le nom de la rose de Damas (Rosa damascena L.) dont la décoction est pectorale.

46. Le mot shaqâʾiq, prononcé shaʾshaʾî en dialectal, s'applique à l'anémone (Anemone coronaria L.) dont la décoction est préconisée comme béchique. Cf. Sharḥ, p. 180; Tuḥfa, p. 187; Ducros, p. 77, Dâwud, p. 216. C'est aussi le coquelicot.

47. Az-zûfâ ou az-zîfâ est l'hysope officinale (Hyssopus officinalis L.) qui est considérée comme un béchique, un émollient et un expectorant. Cf. Dâwud, p. 182; Sharḥ, p. 66; Tuḥfa, p. 64; I. Sînâ, p. 302.

48. Le mot kundus désigne la cévadille (Schœnocaulon officinale A. Grey.) dont la graine est parasiticide, émétique et détersive. Cf. Ducros, p 43; Dâwud, p 276.

49. Ar-râwand ou râwand ṣînî est la rhubabe de Chine, la racine du Rheum rhaponticum L. qui est employée comme tonique, dépurative et fébrifuge. Cf. Ducros, p. 61; Tuḥfa, p. 155; Dâwud, p. 164; I. Sînâ, p. 429.

15. Cf. T.A. Lambo, Traditional African Cultures and Western Medicine, ibid pp. 201 – 210.

16. Sur cet aspect de la physiologie ancienne, voir V.P. Vizgin, Hippocratic Medicine as a Historical Source for Aristotle's Theory of the Dynameis, in SHM, op. cit. vol. IV, N° 2, 1980, pp. 1 – 12; R. L. Verma, The Growth of Greco-arabian Medicine in India, in Indian Jour. Hist. of Science, 5, 1970, pp. 47–52

17. Cf. P. Huard, Western Medicine and Afro-Asian Ethnic Medicine, in Medicine and Culture, op. cit., pp. 211 – 237.

18. Cf. T. Siddiqi, Hakim Ajmal Khan : A Champion of Indian Medicine, in S. H.M., op. cit., vol. IV, n° 3 1980, pp. 160 – 176.

19. Les désordres gastro-intestinaux étaient aussi un des maux majeurs de la Grèce antique. Cf.M.D. Grmek, La réalité nosologique au temps d'Hippocrate, in La Collection hippocratique et son rôle dans l'histoire de la médecine, Leiden, 1975, pp. 247 - 248.

20. Voir à sujet M. Levey, Early Arabic Pharmacology, Leiden, 1973, pp. 66 – 98.

21. Ce mot désignait jadis, avec isfidâj, le blanc de céruse, le carbonate basique de plomb. Le mot arabe vient du persan «sapid âb», eau blanche. Actuellement, les herboristes désignent sous ce nom l'oxyde de zinc. Cf. Sharḥ, p. 17; Ghaleb, t.1, pp. 59, 65.

22. Nashâ et nashâstaj sont une altération du persan nashâsteh qui est l'amidon, produit recommandé par Shaykh Dâwud pour les maladies de peau, telles que la gale, les diarrhées et les affections pulmonaires sous la forme de cataplasmes. Cf. Dâwud, p. 331; Ghaleb, t.2, p. 561; Sharḥ, p. 127.

23. Al-qaṭrân, ou qatiran, est le goudron végétal obtenu par la distillation des bois de divers conifères comme le cèdre. C'est un spécifique contre certaines maladies de la peau (teigne, gale, etc...) et un collyre. Cf. Sharḥ, p. 171; Tuḥfa, p. 153; Dâwud, p.261.

24. Le mot sîraj, ou encore shîraj, désigne l'huile de sésame extraite de la graine du Sesamum orientale L. ou simsim. Cette drogue est un antiprurigineux et un résolutif. Cf. Dâwud, p. 220; Sharḥ, p. 130; Issa, p. 168.

25. Al-mayᶜa as-sâʾila, ou lubnâ, est le styrax liquide, c'est-à-dire le suc résineux balsamique du Liquidambar orientale L. qui a des vertus expectorantes, béchiques et antiseptiques. Cf. Ducros, pp. 130 – 131; Bîrûnî, p. 311; Sharḥ, p. 113; I. Sînâ, pp. 350, 369; Dâwud, p. 326.

26. Al-jâwi (i.e. [l'encens] « javanais) est le benjoin, substance aromatique et résineuse, provenant du Styrax benjoin Dryand, utilisée comme balsamique, expectorant et aphrodisiaque. Cf. Ducros, p. 35; Issa, p. 175.

27. Vaseline se dit indifféremment fazlîn ou duhn əl-ʾoṭon.

28. Fleur de soufre se dit indifféremment zahr əl-kibrît ou zahret əl-kôkard.

29. Ash-shabbe, ou shabb dans les formulaires classiques, est l'alun, le sulfate double d'alumine et de potasse dont les propriétés caustiques et astringentes sont bien connues en médecine. Cf. I. Sînâ, p. 436; Sharḥ, p. 184; Tuḥfa, p. 148; Dâwud, p. 209.

30. Ḥabbet sôda est la prononciation dialectale d'al-ḥabba as-sawdâʾ, appelée encore shûnîz. C'est la nigelle, le cumin noir (Nigela sativa L.). Elle porte encore le nom de ḥabbet al-barake. On l'utilise comme carminatif, fortifiant et anthelmintique. Cf. Sharḥ, p. 183; Tuḥfa, p. 192; Ducros, p. 117; Dâwud, p. 119.

31. Naᶜnâᶜ ou naᶜnaᶜ est le nom générique de diverses espèces de menthe dont la plus répandue est la Mentha piperata Smith. Cette drogue est un pectoral, un sédatif, un digestif et un antispasmodique. Cf. Sharḥ, p. 125; I. Bayṭâr, t. 4, p. 181; Tuḥfa, p. 126; Dâwud, p. 252.

32. Bizr kettên est la graine du lin, Linum usitatissimum L., drogue utilisée, souvent sous la forme de cataplasme, comme astringent, maturatif et antirhumatismal. Cf. Dâwud, p. 74; I Sînâ, p. 277.

NOTES

1. F. Sanagustin, Contribution à l'étude de la matière médicale traditionnelle chez les herboristes d'Alep; article à paraitre dans le B. E. O., IFEA, Damas, 1985.

2. Encore qu'il existe une certaine forme de médecine populaire représentée par une propension marquée des gens à l'auto-médication et l'existence d'une médecine domestique *(tibb baytî)* reposant sur des formules simples dont certaines familles détiennent le secret tenu de quelque aïeul guérisseur. Cf. P. Russ l, The Natural History of Aleppo, vol. II, Londres, 1974, pp. 117 – 122.

3. Bonne approche de ces aspects de la profession médicale in S.D. Goiten, A Mediterranean Society, vol. 2, The Community, Los Angeles, 1971, pp. 253–248. Voir aussi J. Grier, A Historyof Pharmacy, Londres, 1937. F. Rosenthal, The Physician in Medieval Muslim Society, in Bull. of the Hist. of Medicine, vol. 52, 1978, pp. 475 – 491.

4. Cf. C. Haik, Las Traducciones medievales y su influencia, Madrid. 1981, pp. 958 – 989. Sur les Colot ou Collot, célèbres lithotomistes, voir J.S. Billings, The History and Litterature of Surgery, New-York, 1970, pp. 36 – 37.

5. Cf. C. Al-Shatti, Kitâb aṭ-ṭibb fi Sûriyâ, Damas. 1960. A Alep. le premier hôpital moderne fut inauguré en 1889.

6. Au siècle dernier, W. Lane mentionnait pour l'Egypte de nombreuses pratiques de cet ordre. Cf. An Account of the Manners and Customs of the Modern Egyptians, Londres, 1971, pp. 325 – 331. Sur le rôle des femmes dans la médecine traditionnelle, voir aussi M. B Van Dunen, La médecine traditionnelle angolaise et l'enfant, in the History of Medicinal and Aromatics Plants, Proceedings of the Second International Congress on the Hist. of Med. and Arom. Plants (Alexandria, 1980)., Karachi. 1982. pp. 156 – 165.

7. éd. Beyrouth, 1967.

8. éd Beyrouth, 1981.

9. Cf. N. H. Keswani, Modern Medicine in a Traditional Indian Setting, in Medicine and Culture, éd. F. N. Poynter, Londres, 1969, pp. 189 – 200; R. Fendall, Ayuwedic Medicine and Primacy Health Care, in Medicine Times, vol. 17, n° 12, 1981, pp. 4 – 8. Cet auteur donne pour 1981, au Pakistan, les chiffres de 45000 médecins traditionnels contre 26 000 médecins modernes, surtout installés dans les zones urbaines.

10. Voir notamment à ce sujet H. M. Said, Medicine in China, Karachi, 1981. Au Koweit, une institution de ce type, le Centre de Médecine Islamique, a été créée en 1982.

11. S.D. Goiten note que la profession d'apothicaire ou de droguiste exigeait beaucoup d'étude et d'expérience. Il s'agissait souvent de gens instruits; la Geniza conserve un inventaire de *shârabî* comportant deux cents livres. Cf. A Mediterranean Society, op.cit. ,p. 264.

12. Cf. S. Hamarneh, Medical Education and Practice in Medieval Islam, in The History of Medical Education, Los Angeles, 1970, pp. 55 – 58.

13. Sur cette question de la formation et dela transmission du savoir, Cf.V.L. Bullough, The development of Medicine as a Profession, Bâle, 1966; L. Garcia Ballester, Medicina ciencia y minorias marginadas: los Moriscos, Grenade, 1977, pp. 64 – 82. Sur les familles de médecins, voir A. H. Israili, Education of Unâni Medicine during Mughal Period, in Studies in History of Medicine, New-Delhi, vol. IV, N° 3, pp.180 – 182.

14. Cf. J.D. Dodds, The Physician as Humanist in a Technological Society, in Medicine and Culture, op. cit., pp. 29 – 35; J.D. Bernal, Science in History, Cambridge, 1979, vol. 1, pp. 31, 61, 184.

Abréviations bibliographiques

Dâwud . Dâwud al-Anṭâkî, Tadhkira ûlî l-albâb, Beyrouth, s.d.

Ducros : H. Ducros, Essai sur le droguier populaire arabe de l'Inspectorat des Pharmacies du Caire, Le Caire, 1930.

Ghaleb : E. Ghaleb, Dictionnaire des sciences de la nature, 3 vol., Beyrouth, 1965 – 66.

I. Bayṭâr : Ibn al-Bayṭâr, Al-jâmiᶜ li-mufradât al-adwiya wa-l-aghdhiya, Le Caire, 1874.

I. Sinâ : Ibn Sînâ, Kitâb al-qânûn fi-ṭ-ṭibb, t I, Le Caire, 1878.

Issa . A. Issa, Dictionnaire des noms de plantes en latin, français, anglais et arabe, Le Caire 1930.

Sharḥ : M. Meyerhof, Sharḥ asmaᵓ al-ᶜuqqâr, un glossaire de matière médicale composé par Maimonide, Le Caire, 1940.

Tuhfa: M. Renaud - G. Colin, Tuḥfat al-aḥbâb, Paris, 1934.

W. Miki : W. Miki, Herb drugs and Herbalists in Middle-East, Tokyo, 1979.

Conclusion:

Au moment même où la médecine naturelle dite douce (homéopathie, phytothérapie, thassalothérapie, etc...) fait un retour en force dans la plupart des pays occidentaux, il nous a paru intéressant de présenter ces quelques données qui jettent un peu de lumière sur cette médecine traditionnelle orientale que les tenants de la médecine positiviste avaient trop hâtivement condamnée. Il ne fait pas de doute que cette forme de médecine traverse actuellement une phase difficile, faute de ne pas avoir su évoluer dans le sens de la modernité ou d'avoir collaboré avec la médecine moderne, comme cela a été le cas en Chine où elle n'est plus synonyme d'empirisme, mais où elle a été associée de façon heureuse à la recherche médicale.(98) D'ailleurs les médecins traditionnels sont, sur ce point, très lucides car ils considèrent unanimement et sans sectarisme aucun que leur médecine ne saurait remplacer la médecine moderne qu'ils jugent nécessaire; tout au plus peut-elle l'assister dans le traitement de certains cas pathologiques. Toutefois si cette médecine traditionnelle était moins marginalisée et faisait l'objet de plus de curiosité de la part des scientifiques, elle pourrait contribuer à l'évolution de la recherche médicale et retrouver cette dynamique qui la caractérisa durant les siècles passés et fit sa réputation.(97)

Mais pour être positive, cette prise de conscience devrait se produire rapidement, sous peine de voir disparaître les derniers médecins traditionnels avec leur savoir qui, ne l'oublions pas, est quasi exclusivement oral, et de voir apparaître à la place des charlatans trop heureux d'être ainsi portés au devant de la scène.

F. SANAGUSTIN

– **Stérilité** *(ᶜoʾam)*	– للعقم
* Gingembre *(zanjbîl)*	زنجبيل
Thym *(wara az-zaᶜtar)*	ورق الزعتر
Anis *(yânsûn)*	يانسون
Galanga *(khôlanjân)*	خولنجان
Nigelle *(ḥabb al-barake)*	حب البركة
Infusion : 2 × jour + pastilles de rhubarbe *(ḥabb ar-râwand)*	نقيع . مرتان بالنهار مع حبات الراوند .
– **Conception difficile** *(li-l-ḥaml)*	– للحمل
Safran *(zaᶜfarân)* (96)	زعفران
Musc *(misk)*	مسك
Indigo *(nîle)*	نيلة
Gelée de rose *(mrabbâ al-ward)*	مربى الورد
Lyciet *(khôlane)*	خولانة
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Graine de lin *(bazar kettân)*	بزر كتان
Cumin *(kemmûn)*	كمون
Myrrhe *(morr makki)*	مر مكي
Os de seiche *(zabad al-baḥr)*	زبد البحر
Myrobolan *(ihlîlej, shᶜîr hindi)*	اهليلج ، شعير هندي
Orgue de mer *(dam akhkhên)*	دم أخين
Huile de ricin *(zêt kherwe)*	زيت خروع
1 × jour. Ce traitement aide à fixer l'embryon.	حمول واحد كل يوم
3. 11. Fièvres	١١ – حمايات
– **Malaria** *(mâlâriâ)*	– الملاريا
Quinine *(khulâṣet al-kîna)*	خلاصة الكينا
Quassia *(nshâra morra)*	نشارة مرة
Sulfate de magnésie *(sulfât dî mâniz)*	سولفات دى مانيز
Sirop ; 3 tasses × jour.	شراب . ٣ فناجين يومياً .
– **Fièvre de Malte** *(ḥommâ mâlṭa)*	– حمى مالطة
Café arabe *(ʾahwe maghliyye)*	قهوة مرة
Jus de citron *(ᶜaṣîr lêmûn)*	عصير ليمون
Quinine *(ḥaṭab al-kînâ)*	حطب الكينا
Sirop 3 cuillerées × jour.	شراب . ٣ مرات يومياً .

Noix de muscade *(jōz əṭ-ṭib)* (93)
Nigelle *(ḥabb əl-barake)*
Miel *(ᶜasal)*
Looch; 3 × jour. Se prend avec du thé.

جوز الطيب
حب البركة
عسل
لعوق . ٣ مرات بالنهار مع الشاي

3. 10 Affections gynécologiques

١٠ – الأمراض النسائية

– **Hyperménorrhée** *(nazîf dam ər-raḥəm)*

Prendre ½ cuillerée de poudre de cachou *(kâd hindi)* + jus de raisin vert *(mây ḥoṣrom)* ou de citron *(mây lèmûn)*: 3 verres × jour.

– لنزيف دم الرحم
شراب الكاد الهندي
(نصف ملعقة) مع عصير الحصرم
أو الليمون (٣ كاسات يومياً)

– **Inflammation de la vulve, vulvite** *(ḥamâwe fî-l-fərj)*

Acide borique *(bôrik)*
Guimauve *(khâtmiyye)*
Lavements; 3 × jour.

– لحماوة بالفرج
بوريك
خاتمية (ختمية)
غسل . ٣ مرات بالنهار .

– **Contraception** *(tamniᶜ; manᶜ əl-ḥaməl)*

A chaque menstruation, s'abstenir de boire pendant les 3 premiers jours; puis prendre 3 graines de ricin *(bəzər khirwe)* par jour pendant les 4 jours suivants.

– لمنع الحمل
عند الميعاد تمتنع المرأة عن أي مشروب
خلال الأيام الثلاثة الأولى ثم تتناول
٤ بزور خروع يومياً لمدة ٤ أيام.

– **Aménorrhée** *(jalb əl-miᶜâd)*

Stigmates de maïs *(shaᶜr əd-dura)*
Pédoncules de cerises *(zanab karaz)*
Adiante capillaire *(kuzbarat əl-bîr)*
Garance *(fuwwe)* (94)
Fenugrec *(ḥalbe)* (95)
Thym *(wara əz-zaᶜtar)*
Ammi *(bəzər khille)*
Décoction. Traitement sur deux jours à raison d'un litre par jour.

– لجلب الميعاد
شعر الدرة
ذنب الكرز
كزبرة البئر
فوة
حلبة
ورق الزعتر
بزر خلة
غلوة . لتر واحد يومياً لمدة يومين.

– **Troubles menstruels** *(jayabân əd-dam)*

* Fenugrec *(ḥalbe)*
Thym *(wara əz-zaᶜtar)*
Menthe *(wara ən-naᶜnâᶜ)*
Infusion; 3 tasse × jour.
* Natron *(naṭrûne)*
Suppositoire vaginal; 1 le jour, 1 la nuit.

– لجيبان الدم
* حلبة
ورق الزعتر
ورق النعناع
نقيع . ٣ فناجين يومياً
* حامول النطرون ليلا ونهاراً.

– **Céphalée, congestion** *(ḥadəf)*	– لحدف
2 pastilles de sulphathiazole *(ḥabb sûlfât yāzōl* = antibiotique de synthèse); 2 × jour. Manger du chou assaisonné de vinaigre et de citron.	حبتان سولفات يازول يومياً مع أكل القرنبيط المخضر بالليمون والخل .
– **Vertiges** *(dôkha)*	– للدوخة
Tartrate acide de potassium *(miləḥ əṭ-ṭarṭîr)*	ملح الطرطير
Carbonate de soude *(miləḥ əl-ʾole)*	ملح القلي
Oxyde de fer *(mukallas əl-ḥadîd)*	مكلس الحديد
Pastilles; 3 × jour.	حبة . ٣ مرات بالنهار .
– **Impuissance** *(maraḍ əl-ᶜâna)*	– لمرض العانة
* Miel *(ᶜasal)*	* عسل
Quinquina *(ḥaṭab kîna)*	حطب الكينا
Poudre d'or *(mukallas ad-dahab)*	مكلس الذهب
Ambre gris *(ᶜanbar khâm)*	عنبر خام
Potion; 3 cuilerées × jour.	شراب . ٣ ملاعق يومياً
* Miel *(ᶜasal)*	* عسل
Galanga *(khōlânjân)*	خولنجان
Poivre long *(dâr fəlfəl)* (90)	دار فلفل
Girofle *(ʾoronful)*	قرنفل
Cannelle de Chine *(dâr ṣini)* (91)	دار صيني
Graine d'oignon *(bêdârûn)*	بيدارون
* Clou de girofle *(ʾorunful)*	* قرنفل
Poivre blanc *(fəlfəl abiyaḍ)*	فلفل أبيض
Cardamome *(ḥabb əl-hêl)*	حب الهال
Poivre long *(dâr fəlfəl)*	دار فلفل
Gingembre *(janzbîl)*	جنزبيل
Galanga *(khōlanjân)*	خولنجان
Graine de radis *(bəzər fəjəl)*	بزر فجل
Cresson alénois *(bəzər rashêd)*	بزر رشاد
Nard indien *(sunbul hindi)* (92)	سنبل هندي
Amandes *(lôz)*	لوز
Pignons *(snôbar)*	صنوبر
Noisettes *(bunduʾ)*	بندق
Graine du paradis *(tîn əl-fîl)*	تين الفيل

– **Choc émotionnel** *(ra^cbe)*	– للرعبة
* Valériane *(fâliriyâna, ḥashîshet əl-herra)*	* فالريانا ، حشيشة الهرة
Graine d'oignon *(bèdârûn)*	بيدارون
Graine de navet *(bəzər ləfet)*	بزر لفت
Séné *(sanâ makki)*	سنا مكي
Infusion; 10 cuillerées × jour.	نقيع . ١٠ ملاعق بالنهار .
* Lyciet *(khôlâne)*	* خولانة
Indigo *(nîle)*	نيلة
Eau distillée *(may mu'aṭṭara)*	ماء مقطر
Oxyde de fer *(mukallas al-ḥadîd)*	مكلس الحديد
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Sirop; 1 verre le matin à jeûn.	شراب . كأس واحد على الريق .
– **Troubles nerveux**	– للأمراض العصبية
* Décoction de valériane *(ghalwe fâliriyânâ)*	* غلوة فاليريانا
1 verre × jour.	كاس واحد يومياً
* Tartrate de soude *(milәḥ əl-ṭarṭîr)*	* ملح الطرطير
Oxyde de fer *(mukallas əl-ḥadîd)*	مكلس الحديد
Bicarbonate de soude *(karbûne)*	كاربونة
Eau de fleurs d'oranger *(mâ zahr)*	ماء زهر
Eau distillée	ماء مقطر
Mélanger sans bouillir; 3 tasses × jour.	نقيع ٣ فناجين يومياً .
– **Amnésie**	– فقدان الذاكرة
Pelure de pommes *('shər əṭ-tuffâḥ)*	قشر التفاح
Feuilles de citronnier *(wara əl-lèmûn)*	ورق الليمون
Feuilles d'oranges amères *(nâranj)*	ورق النارنج
Ammi indien *(nânakhwe hindiyye)*	نانخوة هندية
Infusion; 3 verres × jour.	نقيع . ٣ فناجين بالنهار .
– **Anorexie**	– لمرض القهيم (فقد الشهية)
Feuille de cédratier *(kabbèd)*	ورق الكباد
Quassia *(nshâra morra)* (88)	نشارة مرة
Quinquina *(ḥaṭab kînâ)* (89)	حطب الكينا
Raisins secs *(zbîb)*	زبيب
Infusion; 10 cuillerées × jour.	نقيع . ١٠ ملاعق بالنهار .

Eau	ماء
Emplâtre à fixer la nuit + pommade à base d'essence de térébenthine, d'alcool et de camphre.	لزقة توضع ليلا مع مرهم أصله النفط العجمي والسبيرتو والكافور .
– Entorse	–
Huile de lin *(zêt kettân)*	زيت كتان
Huile de laurier *(zêt al-ghâr)*	زيت الغار
Pommade; 2 × jour	مرهم . مرتان بالنهار
– Goutte *(na'ras)*	**– للنقرس**
* Talc *(bôdra)*	* بودرة
Camphre *(kâfûr)*	كافور
Amidon *(nasha)*	نشا
Pommade: 2 × jour + sirop à base de séné *(sanâ makki)* et de casse *(khiyâr shanbar)*: 5 cuillerées × jour.	مرهم . مرتان بالنهار مع شرب شراب السنا مكي والخيار شنبر ٥ ملاعق يومياً .
* Tartrate de potasse *(milḥ aṭ-ṭorṭir)*	* ملح الطرطير
Oxyde de fer *(mukallas al-ḥadîd)*	مكلس الحديد
Bicarbonate de soude *('ole ḥelwe)*	قلي حلوة
Eau de fleur d'oranger *(mâ zahr)*	ماء زهر
Sirop; 3 tasses × jour.	شراب . ٣ فناجين يومياً
3. 9. Affections psychosomatiques	**٩ – الأمراض النفسانية**
– Excitation sexuelle *(calmant)*	**– لكثرة الرغبة الجنسية**
Camphre *(kâfûr)* (84)	كافور
Une noix dans du thé non sucré; 3 × jour.	ملعقة صغيرة في كأس شاي سادة . ٣ مرات بالنهار .
– Anémie *(marad az-zuhûl)*	**– لمرض الذهول أي فقر الدم**
* Valériane *(ḥashîshet al-herra)* (85)	* حشيشة الهرة
Boldo *(wara al-bôldo)* (86)	ورق البولدو
Houblon *(ḥashîshet ad-dînâr)* (87)	حشيشة الدينار
Infusion; 5 cuillerées × jour.	نقيع . ٥ ملاعق بالنهار .
* Pédoncules de cerises *(zanab karaz)*	* ذنب الكرز
Tormentille *(ʿirq al-anjibâr)*	عرق الانجبار
Orge *(shʿir abiyaḍ)*	شعير أبيض
Décoction; 3 verres × jour.	غلوة . ٣ كاسات بالنهار .

3. 8. Affections articulaires	٨ – أمراض المفاصل
– **Rhumatismes** *(rûmâtizəm, riḥ fil-a^cṣâb)*	– للريح في الاعصاب
* Huile de camphre *(zêt kâfûr)*	٭ زيت كافور
Salicylate de soude *(sâlisilât di sûd)*	سالسيلات دى سود
Essence de terébenthine *(nafṭ ^cajami)*	نفط عجمي
Alcool *(sbîrto)*	سبيرتو
Pétrole *(zêt el-kâz)*	زيت الكاز
Pommade; 3 × jour.	مرهم . ٣ مرات بالنهار .
* Huile de camphre *(duhn əl-kâfûr)*	٭ دهن الكافور
Huile de laurier *(zêt əl-ghâr)*	دهن الغار
Essence de térébenthine *(nafṭ ^cajami)*	نفط عجمي
Extrait de cannelle *(rûḥ əl-^ɔerfe)*	روح القرفة
Pommade; 3 × jour.	مرهم . ٣ مرات بالنهار
* Tartrate de soude *(miləḥ əṭ-ṭarṭîr)*	٭ ملح الطرطير
Eau distillée *(mây mu^ɔaṭṭara)*	ماء مقطر
Huile de camphre *(duhn əl-kâfûr)*	دهن الكافور
Oxyde de fer *(mukallas əl-ḥadîd)*	مكلس الحديد
Iodure de potassium *(miləḥ əl-isfanj)*	ملح الاسفنج
Sirop; 3 tasses × jour.	شراب . ٣ فناجين بالنهار
* Essence de térébenthine *(nafṭ ^cajami)*	٭ نفط عجمي
Pétrole *(zêt əl-kâz)*	زيت الكاز
Essence de cannelle *(rûḥ əl-^ɔerfe)*	روح القرفة
Pommade; 2 × jour. Masser lentement.	مرهم . مرتان بالنهار
* Essence de térébenthine *(nafṭ ^cajami)*	٭ نفط عجمي
Essence de cannelle *(rûḥ əl-^ɔorfe)*	روح القرفة
Essence de girofle *(rûḥ əl-^ɔorunful)*	روح القرنفل
Essence de menthe *(rûḥ əl-na^cnâ^c)*	روح النعناع
Essence de cardamome *(rûḥ əl-hâl)*	روح الهال
Solution ammoniaque *(mâ noshâder)*	ماء نشادر
Camphre *(kâfûr)*	كافور
Alcool *(sbîrto)*	سبيرتو
Pommade; 3 × jour.	مرهم . ٣ مرات بالنهار
– **Epanchement de synovie** *(mây fi-r-rukbatên)*	– للماء في الركبتين
Mauve *(khubbêze)*	خبيزة

– **Epistaxis** *(ruᶜâf, nazîf al-anf)*	– لنزيف الانف
Inhaler de la poudre de cachou *(kâd hindi)* et masser légèrement le front. (79)	سعوط الكاد الهندي مع تدليك الجبين .
3. 7. Affections de l'œil	٧ – أمراض العين
– **Leucome** *(bayâḍ fil-ᶜên)*	– للبياض في العين
* Sulfure d'antimoine *(ismid)*	* أثمد
Collyre; durée du traitment: 10 jours.	كحل . مدة العلاج : ١٠ أيام .
* Instillation d'huile d'olive; rincer au jus de citron.	* قطرة زيت الزيتون مع غسل العين بعصير الليمون .
– **Orgelet** *(katâkta)*	– للكتاكتة (أي الشعيرة)
Raisiné *(debes ᶜinab)*	دبس عنب
Instillation; 2 × jour.	قطرة . ٣ مرات بالنهار .
– **Taie** *(ghashâwe)*	– للغشاوة
Extrait de truffe *(mây əl-kamâye)* (80)	ماء الكمأة
Instillation; 3 × jour.	قطرة . ٣ مرات بالنهار .
– **Irritation de l'œil; trachome** *(ramad)*	– للرمد
* Acide borique *(bôrik)*	* بوريك
Guimauve *(khâtmiyye)*	خاتمية (ختمية)
Collyre; 2 × jour.	قطرة . ٣ مرات بالنهار
* Sulfate de zinc *(miləḥ ət-tûte)*	* ملح التوتة
Eau de rose *(mâ ward)*	ماء ورد
Instillation; 2 × jour.	قطرة . مرتان بالنهار
– **Inflammation de l'œil** *(iltihêb fi-l-ᶜên)*	– لالتهاب بالعين
* Carb. de zinc *(isbîdêj)*	اسبيداج
Alun *(shebbe)*	شبة
Chichim *(shəshəm)* (81)	ششم
Os de seiche *(zabad əl-baḥər)* (82)	زبد البحر
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Orgues de mer *(dam akhkhên)* (83)	دم اخين
Tartrate acide de potasse *(miləḥ əṭ-ṭarṭir)*	ملح الطرطير
Collyre; 3 × jour.	قطرة . ٣ مرات بالنهار
* Sulfate de zinc *(miləḥ ət-tûte)*	* ملح التوتة
Eau distilée *(mây muᵓaṭṭara)*	ماء مقطر
Collyre; 3 × jour.	قطرة . ٣ مرات بالنهار

– **Irriation des voies urinaires** *(ḥirʾet əl-bôl)*	– لحرقة البول
* Barbe de maïs *(shaʿr dura miṣriyye)*	٭ شعر درة مصرية
Graine d'ammi *(bəzər khille)*	بزور خلة
Infusion; 3 tasses × jour.	نقيع . ٣ فناجين بالنهار
* Graine de radis *(bəzər fəjəl)*	٭ بزر فجل
Infusion; 2 tasses × jour + lavement de l'urètre à l'huile d'olive.	نقيع . فنجانان يومياً مع حقنة زيت زيتون .
– **Incontinence** *(salas el-bôl)*	– لسلس البول
Galanga officinal *(khôlanjân ʿaʾâribi)* (75)	خولنجان عقاربي
Clou de girofle *(ʾurunful)* (76)	قرنفل
Cardamome *(ḥabb əl-hâl)* (77)	حب الهال
Infusion, 2 tasses × jour.	نقيع . فنجانان يومياً .
– **Calculs rénaux** *(ḥeṣyât fîl-kalâwi)*	– حصيات بالكلاوي
Pierre judaïque *(zêtûn banî isrâʾîl)* (78)	زيتون بني اسرائيل
Miel *(ʿasal)*	عسل
Sirop; 3 cuillerées × jour.	شراب . ٣ ملاعق يومياً
3. 6. Affections du système circulatoire	٦ – أمراض الجهاز الدموي
– **Hypertension** *(daghṭ ʿâli)*	– الضغط العالي
* Infusion de cumin *(kəmmûn)*: 2 tasses × jour.	٭ غلوة كمون
* Coriandre légèrement grillée puis pilée. Décoction dans du jus de citron pendant un jour.	٭ تحمص كزبرة وتدق وتنقع في عصير الليمون يوماً واحداً .
10 cuillerées × jour.	نقيع . ١٠ ملاعق يومياً .
– **Hémorroïdes** *(bawâṣîr)*	– للبواسير
Carb. de zinc *(isbîdej)*	اسبيداج
Acide borique *(bôrik)*	بوريك
Fleur de soufre *(zahr el-kebrit)*	زهر الكبريت
Talc *(bôdra)*	بودرة
Emplâtre à appliquer matin et soir. Administrer de plus un laxatif.	لزقة . توضع صباحاً ومساء مع شرب دواء مسهل .
– **Hypotension**	– للضغط الواطي
Sel *(miləḥ ṭaʿâm)*	ملح
Eau	ماء
Jaune d'œuf *(ṣafâr əl-bêḍ)*	صفار البيض
Piments *(flâfel)*	فلافل
Sirop; 3 cuillerées × jour.	شراب . ٣ ملاعق يومياً .

– **Caire dentaire** *(dûdet əs-sinn)* — لدودة السن –

* Bain de bouche à base d'alcool *(sbîrto)* et de teinture d'iode *(yôd)* — مضمضة بالسبيرتو واليود . ٤ مرات يومياً . ٭

* Graines d'oignon *(bēdarûn)* — بيدارون ٭

Cire d'abeilles *(shamᶜa ᶜasaliyye)* — شمعة عسلية

Réduire les graines en poudre; en faire une pâte avec la cire; faire bouillir dans de l'eau; fumigation buccale. — يدقان ويعجنان فيغليان في الماء ويتنشقان .

– **Aphtes, stomatites** *(qurûḥ bi-t-tom)* — للقروح بالفم (التّم) –

Sirop de mûres *(sharâb ət-tût)* — شراب التوت

10 cuillerées × jour. — ١٠ ملاعق يومياً .

– **Gengivite** — لالتهاب اللثة –

Utiliser le miswêk pour l'hygiène buccale; se brosser les dents et les gencives avec une poudre à base d'acide borique et de carbonate de soude *(miləḥ ᵓole)* — يستعمل المسواك وتفرش الأسنان واللّي بذرور أصله البوريك وملح القل .

3. 5. Maladies du système urinaire — ٥ – أمراض الجهاز البولي

– **Lithiase, gravelle** *(ḥaswe, rəmal khafîf)* — للحصوة والرمل –

* Barbe de maïs *(shaᶜr dura miṣriye)* — شعر درة مصرية ٭

Pédoncules de cerises *(zanab karaz)* (72) — ذنب كرز

Graines de radis *(bəzər fəjəl)* (73) — بزر فجل

Infusion ; 3 tasses × jour. — نقيع . ٣ فناجين بالنهار

* Feuilles de houx *(ᶜurf ad-dik)* (74) — عرف الديك (صرم الديك) ٭

Pédoncules de cerises *(zanab karaz)* — ذنب كرز

Barbe de maïs *(shaᶜr dura)* — شعر درة

Graine d'ammi *(bəzər khille)* — بزر خلة

Infusion; 3 tasses × jour. — نقيع . ٣ فناجين بالنهار .

– **Inflammation des voies urinaires** — لالتهاب المجاري البولية –

Fleur de soufre *(zahr əl-kebrît)* — زهر الكبريت

Bicarbonate de soude *(kârbôn)* — كاربونة

Colophane *(ᵓalfûne)* — قلفونة

Poudre; 1 cuillerée chaque deux heures. — سفوف . ملعقة كل ساعتين .

– **Enurésie** *(rakhâwe fi-ẓ-ẓahr)* — للرخاوة في الظهر –

Asphodèle *(sîres)* — سيرس

Infusion; 3 tasses × jour. Supprimer le thé et le sucre. — نقيع . ٣ فناجين يومياً مع ترك الشاي والسكر .

Tartrate acide de potasse *(miləḥ əṭ-ṭarṭîr)*	ملح الطرطير
Suppositoire; 1 × jour.	فتيلة ، واحدة بالنهار
– Constipation *(ʾabəḍ)*	– للقبض
* Cire d'abeille *(shamᶜa ᶜasaliyye)*	* شمعة عسلية
Huile de sésame *(sîrej)*	سيرج
Opium *(afiyôn)* (70)	افيون
Graisse animale *(semne)*	سمنة
Suppositoire; 1 × jour.	فتيلة ، واحدة بالنهار
* Séné *(sanâ makki)*	* سنا مكي
Aloès *(ṣabər)*	صبر
Pastilles; 3 × jour.	حبة ، ٣ بالنهار .
– Cholestérol *(kôlisterôl)*	– للكولسترول
Infusion de rhubarbe-groseille *(rûbâṣ)*	نقيع الروباص
4 × jour. Diète sévère sans sucre, ni aliments frits, ni graisses, ni féculents.	٤ مرات بالنهار مع حمية كاملة بلاسكر ولا أكلات مقلية ولاشحوم ولانشويات
– Insuffisance bibiliaire	– لتنشيط المرارة
Galbanum *(ʾanâ washa)*	قنا وشق
3 pastilles × jour.	٣ حبات يومياً
– Douleurs gastriques *(wajᶜ al-maᶜide)*	– لوجع المعدة
Eau distillée *(mây muʾaṭṭara)*	ماء مقطر
Bicarbonate de soude *(kârbôn)*	كاربونة
Eau de fleur d'oranger *(mâ zahr)*	ماء زهر
Sirop; 1 tasse, midi et soir . Eviter les aliments piquants.	شراب ، فنجانان يومياً مع تجنب الأكلات الحادة .
– Gaz intestinaux *(ghâzât)*	– للغازات المعوية
Férule assa-fétide *(ḥantît, jâʾife)*	حنتيت
2 pastilles × jour.	حبتان يومياً .
– Maux de dents *(wajᶜ əl-snân)*	– لوجع الأسنان
Graine de pavot *(bəzər jôz ən-nôm)* (71)	بزر جوز النوم (خشخاش)
Guimauve *(khâtmiyye)*	خاتمية (ختمية)
Nigelle *(ḥabbet sôda)*	حبة سوداء
Bain de bouche; 4 × jour.	مضمضة . ٤ مرات يومياً .

– Dysepsie *(su˒ al-haḍəm)*	– لسوء الهضم
Séné *(sanâ makki)* (66)	سنا مكي
Férule assa-fétide *(jâ˒ife)*	جائفة (حنتيت)
Galbanum *(˒anâ washa)*	قنا وشق
Pastilles; 4 × jour.	حبة ٤ مرات بالنهار .
– Diabète *(maraḍ es-sukkar)*	– لمرض السكر
* Infusion de rhubarbe-groseille *(rûbâs)*	* غلوة روباص
2 tasses × jour.	فنجانان بالنهار .
* Bile de bœuf *(marârat əl-ba˒ar)*	* مرارة البقر
lupin *(tormos)* (67)	ترمس
Aloès *(ṣabra)* (68)	صبرة
Racines de roseau *(˒orom ˒aṣab)*	قرم قصب
Pastilles; 10 × jour.	حبة . ١٠ بالنهار .
* Polium *(garîṣa)*	* جريصة (جعدة)
Armoise *(shîḥ)* (69)	شيح
Ammi *(bəzər khille)*	بزر خلة
Infusion; 3 tasses × jour.	نقيع . ٣ فناجين بالنهار
– Jaunisse *(yara˒ân, abû ṣafâr)*	– لليرقان ، أبو صفار
* Rhubarbe de Chine *(râwand ṣîni)*	* راوند صيني
Ammi indien *(nânakhwe hindiyye)*	نانخوة هندية
Graine d'ammi *(bəzər khille)*	بزر خلة
Poudre; 10 cuillerées × jour + laxatif léger)	سفوف ١٠ ملاعق بالنهار .
* Rhubarbe de Chine *(râwand ṣîni)*	* راوند صيني
Salicylate de phénol, poudre de salol *(sebsâfe)*	سبسافة
Cachets; 3 × jour + régime lacté.	حبة. ٣ مرات بالنهار مع أكل الألبان .
* Pastilles de rhubarbe *(ḥabb ər-râwand)*. 3 × jour.	* ٣ حبات الراوند يومياً
+ Oxyde de fer *(mukallas al-ḥadîd)*	مع مكلس الحديد
Tartrate de soude *(miləh aṭ-ṭarṭîr)*	ملح الطرطير
Eau distillée *(mây mu˒aṭṭara)*	ماء مقطر
Eau de fleur d'oranger *(mâ zahr)*	ماء زهر
Décoction; 3 tasses × jour.	غلوة . ٣ مرات بالنهار .
– Vers intestinaux *(dîdân)*	– للديدان
Gélatine *(jilâtîn)*	جيلاتين
Sel *(miləh aṭ-ṭa˓âm)*	ملح

– **Fissures anales** *(tasha'u' fi sh-sharj)*	– للتشقق في الشرج
Cire d'abeilles *(shamʿa ʿasalíyye)*	شمعة عسلية
Paraffine *(shamʿa bêḍa)*	شمعة بيضاء
Colophane *('alfûne)*	قلفونة
Térébinthe de Chio *(ʿalke)*	علكة
Huile de sésame *(sîrej)*	سيرج
Pommade; 2 × jour.	دهن . مرتان بالنهار .
– **Diarrhées** *(ishâlât)*	– للاسهالات
* Myrobolan chebule *(ihlîlej kâbuli)*	• اهليلج كابلي
Myrobolan indien *(shʿîr hindi)* (55)	شعير هندي
Noix de galle *(ʿafəṣ)* (56)	عفص
Pelures de grenade *('ashr rummân)*	قشر رمان
Poudre médicinale; 1 Cuillerée × jour.	سفوف . ملعقة واحدة بالنهار .
* Ammi *(bəzər khille)* (57)	• بزر خلة
Noix de galle *(ʿafəṣ)*	عفص
Myrobolan chebule *(ihlîlej kâbuli)*	اهليلج كابلي
Ammi indien *(nakhwe hindi, nânakhwe hindiyye)* (58)	نانخوة هندية
Poudre; 3 cuillerées × jour.	سفوف . ٣ ملاعق بالنهار .
– **Coliques, ballonnements** *(maghṣ, gâzât)*	– للمغص والغازات
* Anis *(yânsûn)*	• يانسون
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Bicarbonate *(kârbûn)*	كاربونة
Oxyde de fer *(mukallas al-ḥadid)*	مكلس الحديد
Poudre; 3 cuillerées × jour.	سفوف . ٣ ملاعق بالنهار .
* Graine de fenouil *(shamra)* (59)	• شمرة
Anis *(yânsûn)* (60)	يانسون
Mahaleb *(maḥleb)* (61)	محلب
Galbanum *('anâ washa)* (62)	قنا وشق
Férule assa-fétide *(jâ'ife)* (63)	جائفة (حنتيت)
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Graine de romaine *(bəzər khass)*	بزر خس
Indigo *(nîle)* (64)	نيلة
Lyciet *(khôlâne)* (65)	خولانة
Sirop pour nourrisson, 3 cuillerées × jour.	شراب للأطفال. ٣ ملاعق بالنهار.

* Gomme de pistachier *(ṣamgh əl-fəsto')*

* صمغ الفستق

2 pastilles; 3 × jour. Il faut boire de plus de l'huile d'olive et de infusion de guimauve et d'anémone.
4 tasses × jour.

حبتان . ٣ مرات بالنهار مع شرب زيت الزيتون وغلوة خطمي وشقائق ٤ فناجين يومياً .

* Pastilles de rhubabe

* حب الراوند

3 × jour + un sirop à base d'oxyde de fer, d'eau distillée, d'eau d'oranger. 3 tasses par jour.

٣ مرات بالنهار مع تناول شراب الحديد .

3. 3. Maladies parasitaires

٣ – الأمراض الطفيلية

– Poux de pubis, morpions, phtiriasis inguinalis *(maraḍ əṭ-ṭabbûᶜ)*

– لمرض الطبوع (قمل العانة)

Pétrole *(zêt əl-kâz)*

زيت الكاز

Huile de camphre *(duhn əl-kâfûr)*

دهن الكافور

Alcool à 90% *(sbirto)*

سبيرتو

Lotion. Friction; 3 × jour.

محلول الشعر . ٣ مرات بالنهار .

– Ténia *(dûde waḥde)*

– للدودة الواحدة

Graines de potiron réduites en poudre *(bazər araᶜ)*. 200 g. environ.

بزر القرع. ٢٠٠ غرام تقريباً

Comprimés pharmaceutiques *(5 le soir + ? le matin)*.

حبات طاردة للديدان

Diète complète le soir + laxatif le lendemain.

مع الحمية الكاملة . ويشرب غد هذا التداوي ، دواء مسهل .

– Poux *('amle)*

– للقمل

Staphisaigre *(hashishet əl-'amle)* (53)

حشيشة القملة

Gypsophyle *(kundus)*

كندس

Rhizome de l'iris *('orom banafsaj)* (54)

قرمة بنفسج

Eau

ماء

Lotion; 3 × jour. Badigeonner le crâne en évitant les yeux. Laver au préalable les cheveux avec du bêlûne *(terre à foulon)*.

محلول الشعر . ٣ مرات بالنهار . بعد غسل الشعر بالبيلون ، يدلك رأس المريض بالمحلول المذكور .

3. 4. Maladies et troubles du système digestif

٤ – أمراض الجهاز الهضمي

– Calculs biliaires *(ḥaṣwe fi-l-marâra)*

– لحصوة في المرارة

Bicarbonate de soude *('ole aḥlwe)*

قلي حلوة

Colophane *('alfûne)*

قلفونة

Poudre; ½ cuillerée × 2 heures On prendra simultanément une infusion de graines d'ammi.

سفوف . نصف ملعقة كل ساعتين مع غلوة بزر خلة .

* Feuille de menthe *(wara ən-naᶜnáᶜ)*	* ورق النعناع
Poudre à priser; 4 × jour.	سعوط . ٤ مرات بالنهار .
* Comprimés de sulphatiazole *(ḥabbayât sulfât yâzôl)*	* حبايات سولفات يازول
3 Comprimés × jour. Si avec toux, donner en plus de la tisane de zhûrât.	٣ حبايات بالنهار ملع غلوة زهورات في حالة السعال .
– **Pharyngite** *(iltihêb al-ḥanjara)*	– لالتهاب الحنجرة
* Guimauve *(khâtmiyye)*	خاتمية (ختمية)
Chlorate de potassium *(klôrât bôtâsiyôm)*	كلورات بوتاسيوم
Vinaigre *(khall)*	خل
Eau	ماء
Gargarisme; 5 × jour.	غرغرة . مرتان بالنهار .
* Cévadille *(kundus)*	* كندس
Graine de nigelle *(ḥabbet sôdâ)*	حبة سوداء
Amidon *(nasha)*	نشا
Poudre priser; 3 × jour.	سعوط . ٣ مرات بالنهار .
– **Grippe** *(grib)*	– للجريب
Pastille de rhubabe *(ḥabb ər-râwand)* (49)	حب الراوند
Tartrate de soude *(miləḥ aṭ-ṭarṭir)*	ملح الطرطير
Oxyde de fer *(mukallas əl-ḥadîd)*	مكلس الحديد
Eau de fleur d'oranger *(mâ zahr)*	ماء زهر
Eau distillée *(mây muᵓaṭṭara)*	ماء مقطر
Sirop; 3 × jour.	شراب . ٣ مرات بالنهار
– **Aphonie** *(nuᵓsân əṣ-ṣôt)*	– لنقصان الصوت
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Oliban *(kennok)* (50)	كنك
Farine de sésame *(ṭḥine)*	طحينة
Looch; 4 × jour.	لعوق . ٤ مرات بالنهار
– **Asthme** *(rabu)*	– للربو
* Thymol *(khulâṣet wara əz-zaᶜtar)* (51)	* خلاصة ورق الزعتر
Menthol *(khulâṣet wara ən-naᵓnâᶜ)*	خلاصة ورق النعناع
Adianthe capillaire *(kuzbaret əl-bîr)* (52)	كزبرة البئر
Feuille de citronnier *(wara əl-lîmûn əl-ḥâmoḍ)*	ورق الليمون الحامض
Sirop; 2 × jour.	شراب . مرتان بالنهار .

3. 2. Affections du système respiratoire	٢ – أمراض الجهاز التنفسي
– **Toux** *(saᶜle)*	– للسعلة
* Baume de Tolu *(hashishet et-tôlô)*	* حشيشة التولو (بلسم التولو)
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Miel *(ᶜasal)*	عسل
Looch; 2 × jour.	لعوق . مرتان بالنهار .
* Gingembre *(janzbîl)* (41)	* جنزبيل
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Miel *(ᶜasal)*	عسل
Farine de sésame *(ṭhîne)*	طحينة
Looch, 2 × jour	لعوق . مرتان بالنهار .
* Camomille *(bâbûnej)* (42)	* بابونج
Guimauve *(khâtmiyye)* (43)	خاتمية (ختمية)
Chalef *(zêzafûn)* (44)	زيزفون
Rose de Damas *(ward gûri)* (45)	ورد جوري
Infusion; 2 × jour + nutrition à base de laitages.	غلوة ، أي مغلي . مرتان بالنهار مع أكل الألبان .
* Coquelicot *(shaᵓshaᵓi)* (46)	* شقائق
Hysope *(zîfa)* (47)	زيفا (زوفا)
Infusion; 2 × jour.	نقيع . مرتان بالنهار .
* Graines de lin grillées *(bazer kettên muḥammaṣ)*	* بزر كتان محمص
Sucre candi *(sukkar nabât)*	سكر نبات
Poudre ; 2 cuillerées à café × jour.	سفوف . ملعقتان بالنهار .
– **Otite** *(iltihêb bil-odon)*	– لالتهاب بالاذن
Instillations d'eau oxygénée *(fawwâr)* et d'huile d'olive tiède; 3 × jour.	قطرة فوار وزيت زيتون . ٣ مرات بالنهار .
– **Coryza, rhinite** *(rashaḥ)*	– للرشح
* Feuille d'artichaut *(wara el-arḍi shôki)*	* ورق الأرضي شوكي
Inhalations; 2 × jour.	تبخر . مرتان بالنهار .
* Cévadille *(kundus)* (48)	* كندس
Graine de nigelle *(ḥabbet sôda)*	حبة سوداء
Amidon *(nasha)*	نشا
Poudre à priser; 4 × jour.	سعوط . ٤ مرات بالنهار .

* Carbonate de zinc *(isbîdêj)*	* اسبيداج
Acide borique *(bôrik)*	بوريك
Sulfate de magnésie *(sulfât di mâníz)*	سولفات دى مانيز
Minium *(zîra'ûn aḥmar)*	زيرقون أحمر
Huile de ricin *(zêt kherwe)* (39)	زيت خروع
Huile d'olive *(zêt ḥalû)* (40)	زيت حلو
Pommade appelée Duhn « al-mâzi »; 2 × jour.	دهن المازي . مرتان بالنهار .
Dans le cas de crevasses, laver la partie touchée au bêlûn. Valable aussi pour les inflammations vaginales.	في حالة التشقق ، اغسل المنطقة المصابة بالبيلون هذا الدواء فعال أيضاً لأمراض الرحم .
* Glycérine *(duhn əs-sukkar, duhn əl-'ashab)*	* دهن السكر
ou vaseline *(duhn əl-'oṭon)*	أو دهن القطن
– Plaies *(jurûḥ)*	– الجروح
* Huile de sésame *(sîrej)*	* سيرج
Colophane *('alfûne)*	قلفونة
Mastic *(miṣṭake)*	مصطكى
Huile d'olive *(zêt zêtûn)*	زيت زيتون
Térébinthe *(ᶜalke)*	علكة
On fait fondre le tout, puis on applique avec de la gaze. Pansement à changer quotidiennement.	تذاب هذه المقومات معاً وتوضع على شاشة .
* Oxyde de zinc *(isbidêj)*	* اسبيداج
Cire d'abeilles *(shamᶜa)*	شمعة عسلية
Acide borique *(bôrik)*	بوريك
Huile de sésame *(sîrej)*	سيرج
Pommade. Il faut laver la plaie, l'enduire de cette pommade (2 × jour), puis saupoudrer de talc. Cette pommade est aussi prescrite pour les fissures anales et les hémorroïdes.	دهن . مرتان بالنهار بعد غسل الجرح ورشه بالطلق . هذا الدواء فعال أيضاً للبواسير وتشقق الشرج.
– Tumeurs de la peau	– التورم
Cire d'abeille *(shamᶜa ᶜasaliyye)*	شمعة عسلية
Miel *(ᶜasal)*	عسل
Manne *(mann ifranji)*	من افرنجي
Mastic *(miṣṭake)*	مصطكى
Térébinthe de Chio *(ᶜalke)*	علكة
Huile de sésame *(sîrêj)*	سيرج
Blanc de baleine *(mann əs-samak)*	من السمك
Pommade à laquelle on ajoute de l'essence; 3 × jour.	دهن . ٣ مرات بالنهار بالبنزين

Mastic *(miṣtake)* (35)	مصطكى
Térébinthe de Chio *(ᶜalke)* (36)	علكة
Huile de sésame *(sirej)*	سيرج
Essence *(benzîn)*	بنزين
Pommade; 2 × jour.	دهن . مرتان في بالنهار
– Bouton d'Alep *(ḥabbêyet as-sene)*	– حبة السنة
Henné *(ḥannâ)* (37)	حناء
Asphodèle *(sîres)* (38)	سيرس
On en confectionne une boulette que l'on place sur le bouton pour absorber le sang corrompu; quand elle est souillee, on doit la remplacer; répéter l'opération jusqu'à la guérison.	يوضع الدواء على حبة السنة لكي يمتص الدم الفاسد ويبدل الدواء يومياً حتى الشفاء .
– Cors *(bismâr al-əjər)*	– لبسمار الرجل (مسمار)
Esprit-de-sel *(rûḥ əl-miləh)*	روح الملح
Caustique, 2 × jour.	دواء كاو . مرتان بالنهار .
– Pelade, alopécie *(taᶜlabe)*	– الثعلبة
* Acide acétique *(duhn rûḥ al-khall)*	روح الخل
Huile de sésame *(sirêj)*	سيرج
Acide borique *(bôrik)*	بوريك
Vaseline *(duhn əl-ʾoṭon, fazlin)*	دهن القطن
Pommade, 2 × jour.	دهن . مرتان بالنهار
* Application légères d'acide acétique *(rûḥ al-khall)* ou d'esprit-de-sel *(rûḥ əl-miləḥ)* + pommade à base de minium, d'acide borique *(bôrik)* et d'oxyde de zinc *(isbidêj)*. 2 × jour.	* قطرة روح الخل أو روح الملح مع زيرقون أحمر وبوريك واسبيداج. مرتان بالنهار .
– Verrues *(taʾlûlât)*	– للتألولات (للتآليل)
Esprit-de-sel *(rûḥ əl-miləḥ)*	روح الملح
Appliquer avec un bâtonnet matin et soir.	مرتان صباحاً ومساء .
– Chute de cheveux *(herr ash-shaᶜar)*	– هر الشعر
Eviter tout shampoing, N'utiliser que le **bêlûne** *(terre à foulon)*. Enduire les cheveux d'une décoction de saponaire d'Egypte *(kundus)*.	تجنب أي شامبوكان . استعمل البيلون فقط . ادهن الشعر بالكندس (عرق الحلاوة) .
– Gercures, crevasses *(tashaʾuʾ, ʾashab)*	– التشقق ، القشب
* Cire d'abeilles *(shamᶜa ᶜasaliyye)*	* شمعة عسلية
Résine de pin, colophane *(ʾalfûne)* que l'on fait fondre.	قلفونة
Pommade; 2 × jour.	دهن . مرتان بالنهار

– **Teigne** *(maraḍ əl-ʾarʿa)*	– لمرض القرعة
Amidon *(nasha)*	نشا
Goudron végétal *(ʾəṭrân)*	قطران
Oxyde de zinc *(isbîdâj)*	اسبيداج
Cire d'abeille *(shamʿ ʿasali)*	شمع عسلي
Huile de sésame *(sîrej)*	سيرج
Pommade; 1 × jour.	دهن . مرة بالنهار
– **Dépilatoire** *(izâlet əsh-shaʿr)*	– لإزالة الشعر
* **Sulfure de baryum** *(sûlfâte di bariyom)*	* سولفور دى باريوم
Amidon *(nasha)*	نشا
Appliquer sur la peau cinq minutes, puis rincer abondamment.	توضع اللزقة خمس دقائق ثم يغتسل .
* **Sulfure d'arsenic** *(zarnikh)*	* زرنيخ
Chaux *(bôdrat kils)*	بودرة كلس
Mêmes indications que le précéédent.	طريقة الاستعمال نفسها .
– **Brûlures**	– للحروق
Amidon *(nasha)*	نشا
Chaux *(bôdrat kils)*	بودرة كلس
Huile de sésame *(sîrej)*	سيرج
Huile d'olive *(zêt zêtûn)*	زيت زيتون
Pommade à appliquer matin et soir	دهن . مرتان بالنهار صباحاً ومساء .
– **Gale** *(jarab)*	– للجرب
Carbonate de zinc *(isbîdêj)*	اسبيداج
Acide borique *(borîk)*	بوريك
Fleur de soufre *(zahret kebrît)*	زهرة الكبريت
Vaseline *(duhn əl-ʾoṭon)*	دهن القطن
Huile de ricin *(zêt kherwe)*	زيت خروع
Goudron végétal *(ʾəṭrân)*	قطران
Pommade; 3 × jour.	دهن . ٣ مرات بالنهار
– **Taches de rousseur** *(namash)*	– للنمش
Cire d'abeille *(shamʿa ʿasaliyye)*	شمعة عسلية
Miel *(ʿasal)*	عسل
Blanc de baleine *(mann əs-samak)*	من السمك
Manne *(mann ifranji)*	من افرنجي

* Alun *(shabbe)* (29)	٭ شبة
Acétate de plomb *(miləh ər-raṣâṣ)*	ملح الرصاص
Eau distillée *(mây mu'aṭṭara)*	ماء مقطر
Pommade: 3 × jour, après avoir lavé et essuyé la peau.	دهن . ٣ مرات بالنهار
– **Allergies de printemps** *(ḥassâsiyyet ər-rbi')*	– حساسية الربيع
Huile de nigelle *(duhn ḥabbet sôda)* (30)	دهن حبة سوداء
Huile à appliquer durant une semaine matin et soir.	يدهن لمدة اسبوع .
– **Allergie chronique** *(ḥamâwe)*	– حماوة
Amidon *(nasha)*	نشا
Sulfate de magnésie *(sûlfât di mâniz)*	سولفات دى مانيز
Menthe *(na'nâ')* (31)	نعناع
Eau	ماء
Pommade: 3 × jour.	دهن . ٣ مرات بالنهار
– **Engelures** *('amaṭlas)*	– قمطلص
Eau salée	ماء مالح
Sulfate de magnésie *(sûlfât di maniz)*	سولفات دى مانيز
Bain chaud.	تطول حار .
– **Furoncles et abcès** *(mufajjir əd-damâmil)*	– دواء مفجر للدمامل
* Graine de lin *(bəzər kettên)* (32)	٭ بزر كتان
Amidon *(nasha)*	نشا
Eau	ماء
Quand ce maturatif a agi, on applique un antiseptique appelé **duhn aswad** *(à base d'ichtyol)*	بعدما يعمل هذا الدواء مفعوله تدهن الدمالة بالدهن الأسود (اكتيول)
* Graine de plantain *(bəzər 'aṭûne)* (33)	٭ بزر قطونا
Vinaigre de vin *(khall 'inab)*	خل عنب
Emplâtre; 1 × jour.	طلاء . مرة واحدة بالنهار
* Colophane *('alfûne)* (34)	٭ قلفونة
minium *(zira'ûn)*	زيرقون
Huile de sésame *(sirej)*	سيرج
Cire d'abeille *(sham'a ṣafra)*	شمعة
Paraffine *(sham'a bêḍa)*	شمعة بيضاء
Cataplasme: 1 × jour Cette préparation est appelée lez'et Qatâye du nom d'une famille célèbre de praticiens.	لزقة . مرة واحدة يومياً .

Laver la zone squameuse au **bêlûn** *(terre à foulon)*, sécher.	اغسل المنطقة القشرية بالبيلون
Puis appliquer la préparation suivante:	نشفها ثم ادهنها بالدواء الآتي :
Oxyde de zinc *(isbîdêj)*	اسبيداج
Acide borique *(bôrîk)*	بوريك
Huile de sésame *(sîrej)*	سيرج
Cire d'abeille *(shamᶜa ᶜassaliyye)*	شمعة عسلية
Pommade; 2 × jour.	دهن . مرتان بالنهار
– Psoriasis *(ṣadaf)*	– الصدف
* Farine de sésame *(ṭḥine)*	◦ طحينة
Storax *(miᶜa sâʾile)* (25)	ميعة سائلة
Fleur de soufre *(zahr al-kebrit)*	زهر الكبريت
Miel *(ᶜasal)*	عسل
Cire d'abeilles *(shamᶜa ᶜasaliyye)*	شمعة عسلية
Pommade; 1 × jour.	دهن مرة واحدة بالنهار
* Huile de sésame *(sirej)*	◦ سيرج
Huile d'olive *(zêt zêtûn)*	زيت زيتون
Goudron végétal *(ʾaṭrân)*	قطران
Soufre natif *(kebrit ᶜâmûd)*	كبريت عامود
Vaseline *(fazlin)*	فزلين
Pommade; 2 × jour.	دهن . مرتان بالنهار
* Huile de benjoin *(duhn jâwi)* (26)	◦ دهن الجاوى
Raisiné *(debas ᶜinab)*	دبس عنب
Farin de sésame *(ṭḥine)*	طحينة
Goudron végétal *(ʾaṭrân)*	قطران
Soufre *(kebrît)*	كبريت
Vaseline *(fazlin)*	فزلين
Pommade; 2 × jour.	دهن . مرتان بالنهار
– Acné *(ḥabb ash-shabâb)*	– حب الشباب
Vaseline *(duhn al-ʾoṭon)* (27)	دهن القطن
Fleur de soufre *(zahret al-kôkard)* (28)	زهرة الكوكرد
Mercure *(zabaʾ)*	زئبق
D'après certains, ce remède est également efficace contre les poux, les lentes, les morpions *("pommade mercurielle")* et contre les inflammations cutanées et la syphilis.	يقول البعض أن هذا الدواء ناجع للقمل والصئبان والطبوع وكذلك للالتهابات الجلدية والمرض الافرنكي
Pommade; 3 × jour.	دهن . ٣ مرات بالنهار .

3. Aperçu sur le formulaire de Cheikh Bakri, Hadj Zeitouni et Hani Nechid

(les transcriptions reproduisent la prononciation dialectale)

3. 1. Les maladies et lésions de la peau:	١ – الأمراض الجلدية :
– **Excoriation** *(iltihāb basīt bil-jilad)*	– التهاب بسيط بالجلد
Cire d'abeille *(shamᶜa ᶜasaliyye)*	شمعة عسلية
Paraffine *(shamᶜa bēḍa)*	شمعة بيضاء
Blanc de baleine *(mann əs-samak)*	من السمك
Oxyde de zinc *(isbidēj)* (21)	اسبيداج
Acide borique *(bōrik)*	بوريك
Pommade à appliquer une fois par jour.	دهن . مرة بالنهار
– **Prurit, démangeaisons** *(ḥakke)*	– الحكة
Amidon *(nasha yābes)* (22)	نشا يابس
Chlorure de sodium *(miləḥ əṭ-taᶜām)*	ملح الطعام
Sulfate de magnésie *(sûlfât dí mânîz, mânîza, miləḥ əl-inglîz)*	سولفات دي مانيز ، أو مانيزا أو ملح الانكليز
Eau	ماء
Pommade; 3 × jour.	دهن . ٣ مرات بالنهار
– **Urticaire** *(shəri)*	– الشرى
Fleur de soufre *(zahr əl-kebrît)*	زهر الكبريت
Goudron végétal *(ʾaṭrân)* (23)	قطران
Huile de sésame *(sîrej)* (24)	سيرج
Cire d'abeille *(shamᶜa ᶜasaliyye)*	شمعة عسلية
Oxyde de zinc (isbîdēj)	اسبيداج
Pommade: 2 × jour.	دهن . مرتان بالنهار
– **Eczéma** *(akzima)*	– للأكزيما
Lait caillé de brebis *(laban ghanam)*	لبن غنم
Farine de sésame *(ṭḥîne)*	طحينة
Emulsion; 1 × jour.	دهن . مرة بالنهار
– **Mycose cutanée sèche** *(maraḍ əl-ᶜaṭṭâshe)*	– مرض العطاشة
Huile de sésame *(sîrej)*	سيرج
Farine de sésame *(ṭḥîne)*	طحينة
Huile d'olive *(zēt zētûn)*	زيت زيتون
Huile de graine de guimauve *(zēt khâtmiyye)*	زيت خاتمية (خطمي)
Pommade; 2 × jour.	دهن . مرتان بالنهار

– la fomentation *(naṭûl)*: décoction végétale ayant l'apparence d'une lotion aromatisé et appliquée, notamment sur la tête ou les membres, comme une compresse.

– la poudre médicinale *(safûf)*: drogue sèche réduite et administrée par voie orale.

– la confection *(maᶜjûn, jawarshan)*: préparation de consistance molle formée par des poudres mélangées à du sirop, des pulpes végétales, du miel.

– le tryphera *(aṭrîful)*: confection composée de trois variétés de myrobolan (chebule, emblic et belleric). Le terme désigne aussi d'autres confections à base de gingembre, de nard, de cassia.

– l'hiéra *(lûghâdiya, lûᶜadhiya)*: confection amère purgative prescrite dans les cas de migraine, de vertige ou d'épilepsie.

– le cordial *(mufarriḥ)*: préparation contenant un simple précieux (or, argent, perle) et utilisé exclusivement pour le cœur.

– le sternutatoire *(ṣaᶜûṭ)*: médicament à priser utilisé pour « dégager » le cerveau puisque, selon la théorie ancienne, les médicaments inhalés agissaient directement sur le cerveau.

– les fumigations *(tabakhkhur)*: production de fumées ou vapeurs obtenues en brûlant ou chauffant des substances médicamenteuses.

– le collyre *(shiyâf, kuḥl)*: topique oculaire en poudre ou liquide; mais aussi, pour les Anciens, tout médicament introduit dans les cavités naturelles du corps.

– le cataplasme *(ṭilâ˒)*: poudre médicinale pétrie dans de l'eau. Appelé aujourd'hui *labkha*.

– le pessaire *(farzaja)*: tampon vaginal utilisé à des fins gynécologiques.

– l'huile *(duhn)*: préparation soit à base de fleurs « chaude» (camomille, lis, narcisse), soit de fleurs « froides » (nénuphar, violette, rose), soit enfin de racines, graines, feuilles.

– la pommade *(marham)*: composition grasse, molle, parfumée.

Il faudrait encore citer les gargarismes *(gharghara)*, l'épithème *(ḍamad)*, le clystère *(ḥuqna)*, etc... Chez les médecins traditionnels actuels le nombre des préparations est nettement plus réduit, mais ils composent néanmoins des huiles, des pommades, des emplâtres, des pastilles, des infusions, des lavements, des poudres et des sirops, comme nous allons le voir.

– Le *Sharh al-asbâb wa-l-ᶜalâmât* d'As-Samarqandî, éd. M. Levey-N. al-Khaledy, The medical formulary of Al-Samarqandî. Philadelphie, 1967.

– Les *Aqrâbâdhîn* inédits de Sâbûr b. Sahl et d'Ibn at-Tilmidh b. Salâma.

– *Aqrâbâdhîn* al-Qalânisî, éd. z. Albaba, Alep, 1983.

On estime que le *De compositione medicamentorum* de Galien est à l'origine de ces formulaires, du moins dans leur forme définitive. Plus tard, Pierre d'Abano (1251–1316) vulgarisa ce type d'écrit en latin par une traduction avec supplément du texte de Y.b. Mâsawayh, sous le titre « De veneris», qui devint l'archétype du formulaire en Occident latin. Un autre grand ouvrage de référence en la matière fut le célèbre Antidotarium Nicolai de Nicolaus Salernitanus (XIIe). Les deux ouvrages majeurs, quoique tradifs, de cette littérature pharmacologique arabe, que tout médecin traditionnel se doit de connaître, sont le *Tadhkira ûlîl-albâb* de Dâwud al-Anṭâkî et le *Minhâj ad-dukkân* de Kôhîn al-ᶜAṭṭâr. Bien entendu les formules données par ces honorables maîtres ont été remaniées, améliorées, simplifiées grâce à la contribution de générations de médecins.

Comme nous l'annoncions au début de cette introduction, nous présenterons ici un échantillonage de médicaments composés encore en usage. Dans un médicament composé on distingue habituellement une base, un auxiliaire, un correctif et souvent un excipient. L'auxiliaire sert à augmenter l'activité de la base; le correctif est un ingrédient qui modère la trop grande activité des matières médicinales; c'est ordinairement un corps mucilagineux, farineux, sucré ou gélatineux. L'excipient donne au médicament sa forme définitive. Certains médicaments composés sont simples par leur action car ils n'ont qu'un seul effet. Dans les formulaires arabes médicinaux, les préparations les plus importantes étaient:

– le sirop *(sharâb)*: jus concentré additionné de sucre ou de miel, comme l'oxymel et les sirop de fleurs.

– le rob *(rubb)*: extrait de suc de fruit; à l'origine désignait plutôt le concentré de raisin, puis il s'appliqua par extension à tout extrait de fruit réduit sur le feu ou au soleil.

– le julep *(jullâb)* – du persan *gul* (rose) et *âb* (eau) – potion adoucissante composée d'eau distillée, d'eau de rose et de sucre.

– le looch *(laᶜûq)*: mucilage de fruits ou de racines additionné de miel et d'huile d'amandes; c'est une préparation à sucer.

– la décoction *(ṭabîkh)*: extrait concentré sous forme de liquide réduit d'un quart.

– l'infusion *(naqîᶜ)*: racine, écorce, baie, etc... mise à macérer un certain temps au soleil puis administrée, après filtrage, par voie orale.

notamment la phlébotomie et la scarification, que quelques barbiers pratiquent encore de-ci de-là. Cette forme de chirurgie tend à disparatîre, du moins dans les villes, car elle est en butte à l'hostilité de l'ordre des médecins.

La diététique repose sur une répartition harmonieuse des principes non-naturels selon la théorie de Galien : air et environnement, boisson et nourriture, travail et repos, mouvements de l'âme. Cette notion est sous-tendue par la théorie aristotélicienne du juste milieu déjà évoquée. La diététiqe prend ici un sens nettement plus large que l'acception habituelle: il s'agit d'une véritable éthique de vie d'où ne sont pas absents des préceptes religigeux de détachement des choses matérielles que symbolise le jeûne auquel les médecins traditionnels attribuent des vertus médicales. La diététique a même une valeur prophylactique indéniable à leurs yeux, puisqu'ils considèrent que la maladie peut être évitée par un mode de vie et une hygiène alimentaire adéquats. Il faut dire que cela est particulièrement vrai à Alep où les affection gastro-intestinales, les parasitoses et les troubles liés à l'obésité représentent plus de 70% des maladies traitées. A ce sujet, les généralistes interrogés estiment que quatre malades sur cinq les consultent pour des problèmes liés au système digestif (19). Dans cette optique, Hadj Zeitouni interdit à la plupart des malades qui le consultent pour des problèmes gastriques ou allergiques de consommer des aliments piquants, gras ou sucrés, ce qui va à l'encontre des habitudes alimentaires de la plupart des Alépins Ainsi le régime alimentaire est mis au service de la médication.

Le second volet de leur thérapeutique relève de la pharmacologie, la science des médicaments simples et composés élaborés à partir de composants minéraux, végétaux ou animaux dont regorgent, jusqu'à nos jours, les boutiques des herboristes orientaux. Une abondante littérature médicale classique comprenant de nombreux codex, des formulaires *(aqrâbâdhîn)* et des recueils de succédanés existe sur ce sujet(20). *L'aqrâbâdhîn* (d'un terme grec signifiant composition) est la forme la plus ancienne de littérature pharmacologique en arabe. Ce genre de traité se présente généralement comme une compilation de médicaments composés. Parmi les *aqrâbâdhîn* les plus connus citons:

– *Al-Kunnâsh* de Yaḥyâ b. Sarâbiyûn, traduit en latin par l'Antidotarium et imprimé à Bâle en 1548.

– *Le Mukhtaṣar fi-l-adwiya al-murakkaba al-mustaʿmala fî akthar al-amrâḍ* de Sahlân b. Kaysân, éd. p. Sbath et C. Avierinos, Deux traités médicaux, Le Caire, 1953.

– Le *Kâmil fi-ṭ-ṭibb* de Yuhannâ b. Mâsawayh, traduit en latin sous le titre de«Medicinis universalibus et particularibus» et publié à Venise en 1471.

– *Al-dustûr al-bimaristânî fî-l-adwiya al-murakkaba* d'Abû l-Bayân al-Isrâʾîlî, éd. P. Sbath, Le formulaire des hôpitaux d'Ibn Abî l-Bayân, in Bull. Institut d'Egypte, t. XV, Le Caire, 1933.

ce qui donne lieu à des troubles plus ou moins graves. Les causes principales de maladies sont :

– les altérations du régime de vie (alimentation, désordres sexuels, émotions, etc...) qui agissent sur le naturel du malade et déchaînent le processus morbide.

– les agents microbiens, viraux ou parasitaires.

– les solutions de continuité et les divers traumatismes.

– les altérations organiques (tumeurs, sclérose...).

Les concepts pathologiques s'enrichissent de facteurs divers :hérédité, mauvaises habitudes alimentaires, environnement physique et psychologique, ce dernier élément revêtant une importance toute particulière dans l'esprit de certains de nos praticiens. En effet, renouant ainsi avec le principal axiome de la médecine ancienne, ils se font les apôtres de l'équilibre *(iᶜtidâl)* sur lequel les médecins arabes ont tant insisté. Cette idée qui condamne tout excès physique ou émotionnel, est exprimée dans cet adage toujours présent à l'esprit des médecins traditionnels : « *al-maᶜide bêt ad-dâ wal-ḥimye râs kull dawâ* » (l'estomac est le siège de tous les maux et la diète la base de tout traitement). Ajoutons que ces médecins pallient un manque de culture livresque par des connaissances empiriques étonnantes et la conscience intuitive de faits pathologiques liés à la contagion, à certaines formes d'intoxication, voire même à la superstition (17) qui est prise en compte en tant que cause possible de troubles psychosomatiques, sans pour autant nous autoriser à conclure que l'élément surnaturel prime et est privilégié dans leurs conceptions étiologiques.

Les principes de base de la thérapeutique telle que la pratiquent nos médecins sont ceux-là mêmes que formulaient les Anciens(18). Chaque organe tend par nature à la guérison selon le principe fameux de la nature médicatrice (natura medicatrix). Tout l'art du médecin consiste à aider cette tendance naturelle; le thérapeute est par conséquent au service de la nature. Il doit tenir compte, dans son acte thérapeutique, de plusierus éléments afin d'infléchir, au besoin, son mode d'intervention. Ces éléments sont la nature du processus morbide, la nature de l'organe touché, la constitution biologique individuelle du patient (âge, sexe...) auxquelles s'ajoutent des principes généraux à forte teinte hippocratique tels que celui-ci : le médecin doit soulager et non nuire. La tradition est également omniprésente au niveau de l'application de cette thérapeutique puisqu'elle repose essentiellement sur la diététique et la pharmacopée, à l'exclusion de tout acte chirurgical, fût-il mineur. En effet, la grande chirurgie est totalement délaissée par les médecins que nous avons étudiés; toutefois il existe encore à Alep un orthopédiste *(mujabbir)* traditionnel fort célèbre dans toute la contrée pour ses succès en matière de réduction des fractures. De même, nos médecins négligent la chirurgie mineure, et

confectionné, fort peu onéreux au demeurant. Le prix de la plupart des remèdes oscille entre une et quinze livres alors qu'un traitement par les médicaments synthétiques peut aller jusqu'à cent livres, sans compter la consultation. C'est-à-dire que le rapport entre ces deux formules est de un à dix. Autant dire que l'argument pécuniaire entre en ligne de compte. Peut-être pourrait-on noter dans ce domaine que l'on observe, et pas uniquement en Orient, un manque de confiance dans le médecin par trop rationnel qui explique le penchant des individus pour l'auto-médication et la séduction qu'exerce le guérisseur avec son empirisme, ses dons et ses secrets(14). Faut-il voir, dans cette attitude, les manifestations inconscientes d'une mémoire médicoculturelle ancienne qui lie l'homme à la médecine pré-rationnelle de ses aïeux ? Nous ne saurions le dire. Toutefois, si l'on s'en tient à une vision évolutionniste du développement des sociétés humaines, on peut considérer que l'avenir de cette médecine, et quand bien même elle se réconcilierait avec la médecine moderne, est très compromis car celle-ci, reposant sur des bases rationnelles, l'emportera tôt ou tard(15). Mais, dans la réalité, les liens entre la médecine traditionnelle et le substrat culturel historique et religieux sur lequel elle repose sont tels que cette hypothèse ne saurait être admise sans bien des réserves, et dans une optique tout à fait relative.

2. 4. Leur savoir:

L'étendue de leur savoir médical en physiologie ou en pathologie est difficile à déterminer car ces véritables guérisseurs ne révèlent pas complèment leurs secrets. Aussi peut-on estimer que chaque fois que l'un d'entre eux disparaît, c'est un fonds original de connaissance qui se trouve détruit par la même occasion. En ce qui concerne leurs conceptions physiologiques, on peut affirmer qu'elles sont régies par une vision syncrétique des choses associant à la fois un substrat ancien, reposant sur le système humoral galénico-avicennien, et des données médicales modernes. Evidemment, ces concepts physiologiques fondamentaux ne sont pas clairement exprimés. Il est toutefois possible d'en dégager certains:

– concept aristotélicien du mouvement.

– concept hippocratique selon lequel la nature ne fait rien en vain.

– concept des humeurs, qui permet d'avoir une explication aux relations entre les différents organes du corps et donne à la physiologie un cachet fortement dynamique(16).

– concepts de pléthore, d'évacuation des humeurs morbides, de mouvement émotionnels.

Sur le plan de la pathologie, les médecins traditionnels reprennent l'idée galénique de la maladie en tant que disposition para-naturelle du corps. Lors de la maladie, les fonctions naturelles de l'organisme sont pertubées,

C'est aussi, en second lieu, une officine où il examine les patients. Les officines des deux médecins que nous avons étudiées se situent dans deux vieux quartiers populaires de la ville, *Banqûsa* et *Aqiyûl*, à proximité de centres vitaux de la ville arabe : un marché, une mosquée, une gare routière où descendent des campagnards, clients potentiels de ces médecins; ces échoppes, et cela est une caractéristique intéressante, reproduisent certainement le plan ancien et sont, par leur richesse, le témoignage d'un profond savoir pharmacologique. Parmi les produits stockés se trouvent des simples ainsi que des médicaments composés prêts à l'usage : pastilles, sirops, huiles, poudres, etc..., mais il va sans dire que la plupart des préparations se font sur-le-champ.

2. 3. La clientèle:

La clientèle des médecins traditionnels est d'origine assez variée car leur réputation est grande dans la région. D'ailleurs, le processus de la réputation mérite d'être mentionné dans la mesure où elle ne s'attache pas forcément à l'individu, mais à la famille conçue comme le réceptacle d'un savoir transmis sur plusierurs générations. Outre ses qualités personnelles le médecin bénéficie de la réputation de ses prédécesseurs qui ont occupé la même officine. Leur clientèle compte des ruraux qui viennent d'un périmètre d'environ cent kilomètres autour d'Alep et des Alépins issus des quartiers populaires de la ville. L'origine sociale des patients est bien délimitée : il s'agit de villageois et de citadins des classes pauvres ou moyennes qui sont, par ailleurs, les plus attachés aux valeurs traditionnelles et les moins sensibles à la pression scientifique occidentale dont la médecine moderne est un des aspects.

Quant aux motivations qui poussent les malades à consulter un médecin traditionnel, elles sont de plusieurs ordres. Un partie s'adresse à eux directement, sans avoir consulté au préalable de médecin diplômé; ils sont souvent touchés par des maladies pour lesquelles ils savent que cette médecine est efficace (maladies de la peau, allergies, etc...). D'autres viennent à eux en raison de l'incapacité de la médecine moderne à les soigner ou, du moins, à les soulager. Souvent, ces malades ont déjà consulté en vain de nombreux médecins et se tournent, en dernier ressort, vers un médecin traditionnel dans l'espoir d'obtenir une guérison. Certaines personnes viennent aussi chercher chez le médecin traditionnel ce qu'elles ne sauraient trouver ailleurs: les préparations (surtout des fumigations et des amulettes) destinées à éloigner le mauvais sort. Elles sont souvent envoyées par quelque matrone ou quelque cheikh; il s'agit souvent de cas d'exorcisme liés à des conflits de couple, à des difficultés à marier fils ou fille, à la crainte qu'une maladie vienne frapper un des membres de la famille sous l'effet de quelque maléfice. Mais une des raisons à ne pas négliger - qui incite le patient à se rendre chez le médecin traditionnel- est le coût peu élevé du traitement. En effet, et contrairement à son confrère diplômé, il ne prend pas d'honoraires et ne perçoit que le prix du médicament

– écoles privées, disposant d'une bibliothèque, dont les maîtres étaient des médecins célèbres. On y étudiait et rédigeait des commentaires abrégés comme les Aphorismes d'Hippocrate, les *Masâ'il* de Hunayn b. Ishâq, etc...

– l'apprentissage auprès d'un maître, parent ou non, comme cela se passait dans la famille Bakhtîshû^c. Cette formation fut le lot de nombreux grands médecins en tête desquels nous citerons Avicenne, formé par Abû sahl Masîh (+ 390/1000).

On peut, par conséquent, estimer que la formation des médecins traditionnels que nous avons étudiés se rattache plutôt à cette dernière catégorie, avec la seule limitation que l'émule est le propre fils du maître(13).

Un autre aspect de la formation réside dans la connaissance de sources livresques classiques en médecine arabe. Citons, à titre d'exemple, *Al-Qânûn fi-ṭ-ṭibb* d'Avicenne, *At-tadhkira* de Dâwud al-Anṭâkî, *l'Iḥyâ' at-tadhkira* d'A. Rachîdî, le *^{c}Umdat al-Muḥtâj* de R. Miftâh et le *Minhâj ad-dukkân* de Kôhîn al-^{c}Aṭṭâr. Ces ouvrages, dont certains comme le *Tadhkira* ont été réédités régulièrement entre les années 1850 et 1930, constituent les textes de référence des médecins traditionnels, car ils y trouvent des formulaires détaillés, des glossaires de simples et l'expression de théories qu'ils adoptent en partie et dont ils sont les transmetteurs. En outre, chaque médecin traditionnel créant des médicaments nouveaux répondant mieux aux exigences du temps et à l'évolution des maladies, il n'est pas rare de trouver dans leur échoppe de brefs formulaires inédits écrits de leur main. Ils servent de pense-bête et sont, pour le jeune novice, une mine précieuse d'informations. C'est dans cet esprit que feu Abû Qabqâbc écrivit deux manuscrits inédits : le *Manhal al-^{c}nima fi-ṭ-ṭibb wa-l-ḥikma* et le *Kashkûl fî kull shay'mahûl* qui sont, si l'on peut dire, des livres à « usage interne » dont les enseignements ne profiteront qu'à l'élève.

Ajoutons enfin que la formation ne saurait être complète sans l'expérience directe du traitement de nombreux malades et l'apport crucial du talent propre du médecin capable de tirer les conclusions adéquates de telle ou telle observation empirique. De même, le médecin traditionnel doit apprendre certaines lois déontologiques et acquérir une finesse psychologique qui sera la garante de sa réputation au même titre que ses succès médicaux.

2. 2. Les officines:

Le local dans lequel le médecin traditionnel reçoit ses malades remplit une double fonction: il s'agit en premier lieu d'une herboristerie où il puise les simples nécessaires à ses préparations médicinales ou bien qu'il vend au détail à ses clients. Ces plantes et produits médicinaux occupent la majeure partie de l'espace déjà exigu de l'échoppe et atteignent, encore de nos jours, un nombre appréciable puisque nous avons recensé pas moins de 250 articles.

une meilleure intégration à un univers culturel, à la réputation des familles de médecins qui l'exercent et à des succès incontestables dans le traitment de certaines affections.

Afin de mener à bien cette étude nous avons travaillé avec deux médecins traditionnels grâce auxquels nous avons mieux pu comprendre quelle était la nature de la médecine traditionnelle dans le Alep de cette seconde moitié du XXe siècle. Malheureusement nous n'avons pu, faute de temps, enquêter dans les campagnes, et plutôt que d'utiliser des informations de seconde main, nous avons préféré laisser de côté cette question qui pourrait d'ailleurs faire l'objet de recherches ultérieures. Dans une première partie nous nous pencherons sur la formation et la fonction du médecin traditionnel ainsi que sur ses conceptions thérapeuthiques, puis nous verrons quels sont les principaux médicaments composés et leurs formules.

2. Les médecins traditionnels.

2. 1. Leur formation:

Les médecins traditionnels dont nous avons étudié le cas sont les héritiers d'une longue tradition familiale dont l'origine remonte à leur grand-père, voire à leur arrière grand-père. Il va sans dire que leur formation a été surtout orale et s'est faite principalement sur « le tas». Dès leur plus jeune âge et sur une longue période de leur vie, ils ont été initiés par leur père aux mystères de la thérapeutique naturelle, ont appris les noms et les propriétés des plantes, la nature des remèdes de substitution et, fait très important, ont établi des liens étroits avec la clientèle paternelle, assurant par là même une continuité indéniable et une transition dénuée de rupture. Assurément, une telle formation ne peut être que longue et nécessite un dizaine d'années d'apprentissage, de pratique, de travail en commun avec le maître, souvent jusqu'à sa mort(11). Cheikh Bakri a ainsi travaillé quarante-cinq ans sous la direction de son père, le fameux Abû Qabqâbe, tout en exerçant le métier de laborantin dans une pharmacie où il a puisé de bonnes connaissances pratiques dans l'élaboration des médicaments. Mais ce type de formation double est exceptionnel, et il faut bien reconnaître qu'habituellement l'apprentissage se fait exclusivement dans l'échoppe familiale.

A l'époque abbasside, ce type de formation existait déjà; le jeune étudiant pouvait se former à trois écoles(12):

– écoles rattachées à des hôpitaux, comme ce fut le cas au *'Aḍudî* de Bagdad, au *Nûrî* de Damas ou au *Manṣûrî* du Caire. Ces établissements étaient de vastes complexes, dont on peut voir, aujourd'hui encore, les vestiges; ils comprenaient un important personnel médical, des pharmacies et des magasins d'herbes médicinales. Le prototype en fut certainement le fameux hôpital-école de Jundishâpûr où l'enseignement était à la fois pratique et théorique.

ajouter les difficultés de communication qui rendent pénible une consultation« en ville» et le coût important, pour un villageois, de la visite médicale et des médicaments. D'autres raisons, culturelles et religieuses expliquent aussi la permanence, au XXe siècle, de la médecine traditionnelle et l'attachement des populations à sa thérapeutique. N'oublions pas qu'elle est profondément enracinée dans la tradition culturelle de ces peuples et que le médecin traditionnel conserve encore un peu de cette auréole magique qui entourait le chaman. Cet homme parle un langage que le patient comprend, lui prescrit des remèdes peu onéreux à base de plantes dont il a entendu le nom et lui « conte » les tenants et aboutissants de sa maladie d'une manière telle qu'il puisse les saisir et qui frappe son imagination. Par contre le médecin frais émoulu de l'université a parfois du mal à obtenir l'adhésion totale de personnes appartenant à un milieu qu'il méconnaît souvent, et il utilise un langage trop intellectuel qui se dresse comme une barrière entre le malade et lui.

Pour contrôler ce système médical traditionnel et tirer profit de ses enseignements dans l'optique d'une collaboration entre les deux s stèmes, moderne et traditionnel, les autorités de ces pays ont créé de nombreux instuts de recherche sur la médecine traditionnelle, les plantes médicinales, l'acupuncture, l'ignipuncture (traitement par les moxas) ainsi que des centres médicaux réservés à la médecine traditionnelle(10). Les résultats obtenus sont d'ores et déjà encourageants, et en Chine, où les recherches sont très poussées dans ce domaine depuis une vingtaine d'années, les médecins ont traité avec succès par la médecine traditionnelle des affections et traumatismes tels que la néphrite chronique, les brûlures, l'hypertension, les hémorroïdes, etc... De même, l'acupuncture a connu, ces dernières années, un renouveau certain avec des applications intéressantes au niveau de l'anesthésie et du traitement de la bronchite, de l'asthme, de la migraine, de la sciatique, associée ou non à la médecine occidentale.

En Syrie, où les problèmes de communication, de démographie et de niveau de vie sont nettement moins aigus, l'implantation de la médecine moderne dans les villes, et même dans les campagnes, est relativement homogène. Le gouvernement impose dans ce sens à tout nouveau diplômé en médecine un service de deux ans et demi dans les régions rurales, ce qui permet un bon contrôle sanitaire de ces populations mais ne les empêche pas de consulter des médecins établis dans les villes; cela explique d'ailleurs l'affluence importante de ruraux dans les cabinets urbains. De plus, les grandes villes comme Alep leur offrent de nombreuses possibilités en matière d'assistance médicale par la profusion d'hôpitaux, de cliniques, de pharmacies et la présence de spécialistes de plus en plus demandés. Dans ces conditions la médecine traditionnelle est devenue à Alep un fait marginal, mais vivace, grâce à

mentionnées. Toutefois, on peut considérer que chez les empiristes sur lesquels nous avons peu d'éléments d'information, le cas de membres d'une même famille exerçant la médecine n'a pas dû être rare, ne serait-ce qu'en raison de la nécessité de conserver certains secrets thérapeutiques dont dépendait la réputation de la famille et de l'absence de formation universitaire, source de sélection et de dispersion, à travers le monde, de membres d'une même famille.

A Alep, la médecine traditionnelle régnait sans partage jusqu'au début du XXe siècle où, avec la venue des premières missions occidentales, la traduction en arabe de traités médicaux modernes, la formation dans les universités européennes d'un nombre croissant de jeunes médecins et enfin la construction des premiers hôpitaux modernes, son influence alla déclinant(5). Mais il aura fallu plus d'un demi-siècle pour parvenir à la situation actuelle où à peine trois ou quatre médecins traditionnels de renom exercent encore leur métier avec une clientèle somme toute nombreuse. De plus, il faut signaler l'existence, dans les zones rurales, d'empiriques dont la connaissance médicale se limite à quelques recettes. On les désigne alors sous le nome de *waṣfâjiyye*. D'aurtes, exclusivement du sexe féminin, s'intéressent à l'oculistique et extraient en particulier les corps étrangers de l'œil; on les appelle alors *gashshâshât*(6). Malgré ce déclin apparent, la clientèle potentielle de la médecine traditionnelle est, sans aucun doute, importante. Il suffit, pour s'en persuader, de noter le nombre d'ouvrages publiés récemment sur la question comme *Aṭ-ṭibb al-bayti* de M. Tarrab(7) et *At-tadâwi bi-l-aᶜshaâb* d'A.Ruwayha(8), qui sont deux exemples de ce type de publications touchant un large public, et d'observer la foule des chalands qui fréquentent le souk des herboristes et y font provision de produits médicinaux.

Mais il est paradoxal de constater que les pays où cette forme de médecine («arabe» quoi qu'on en dise) est le mieux représentée et le plus développée ne sont pas les pays arabes mais l'Inde et le pakistan. En effet, dans ces pays du sous-continent indien, et également en Chine, le système médical traditionnel bénéficie de la protection des autorités médicales qui, dans la phase actuelle, ne peuvent se passer de lui, surtout dans les campagnes où les médecins diplômés répugnent à s'installer. Cela tient donc principalement à des raisons socio-économiques puisqu'en ce qui concerne l'Inde par exemple, et malgré les efforts du gouvernement indien dans ce domaine, il n'y avait en 1976 qu'un médecin « moderne » pour 3000 habitants. De plus, ces médecins résident plutôt dans les villes, ce qui a pour résultat une présence quasi inexistante de la médecine moderne dans les zones rurales. En conséquence, et toujours pour l'année 1976, les statistiques donnaient le chiffre de 400 000 médecins traditionnels contre 86 000 médecins diplômés seulement; ainsi, seuls 2,2% des 550 000 villages du pays avaient un médecin (9). A cela il faut

Tendances actuelles de la médecine arabe traditionnelle à Alep*

FLORÉAL SANAGUSTIN

I. Introduction

Dans une précédente étude (1) nous nous étions intéressé à la matière médicale telle qu'elle se présente actuellement chez les herboristes d'Alep. Pour des raisons de place et de clarté, nous avions limité notre étude aux seuls simples et à la fonction des herboristes *(ᶜaṭṭârîn, ᶜashskâbîn)*, en négligeant volontairement les médicaments composés et les médecins traditionnels qui constituent le fondement essentiel du système médical parallèle. C'est cette lacune que nous voulons aujourd'hui combler par ce présent article, car il nous semble que la médecine traditionnelle présente au moins un double intérêt : d'une part, elle plonge ses racines dans le vieux fonds gréco-arabe tout en s'étant enrichie de multiples apports anonymes et, d'autre part, elle représente un des éléments majeurs du domaine culturel oriental et intègre de nombreuses croyances populaires.

Si nous avons choisi de qualifier cette médecine de traditionnelle plutôt que de populaire(2), c'est qu'il s'agit d'une médecine authentiquement traditionnelle dont les tenants sont des empiriques fortement marqués par les grands ouvrages classiques de la médecine arabe ou leurs commentaires, et issus de famille de médecins traditionnels, comme les familles Qatêye, Zêtûnî, Qabâqibji et Malâhifjî, qui véhiculaient un vieux corpus de savoir en pharmacopée, thérapeutique et patholgie, savoir en évolution permanente puisque chaque médecin façonnait ce corpus au gré de son expérience propre, de son talent et de ses observations. Dans la forme même de leur pratique médicale les médecins traditionnels actuels perpétuent la vieille coutume qui voulait que le médecin préparât lui-même ses médicaments et examinât les patients dans son officine-échoppe ouvrant sur la rue(3). De même, leur appartenance à des familles de praticiens est, comme nous l'avons dit, un fait traditionnel important puisque dans l'histoire de la médecine arabe, les cas de praticiens exerçant cet art de père en fils sur plusieurs générations sont fréquents. Ils sont, par contre, rares en occident latin où, en dehors des célèbres Colot, empiristes tailleurs de hernies, et des fameux Tibbon(4), médecins et traducteurs juifs de Grenade émigrés à Lunel, les grandes familles de médecins sont rarement

* Je tiens ici à exprimer à Monsieur Kh. Maghout, directeur de l'IHAS, ma sincère reconnaissance pour toutes les possiblités de recherche qu'il m'a offertes au sein de l'Institut des Sciences. Qu'il me soit aussi permis de remercier deux grands médecins traditionnels alépins, Messieurs Cheikh Bakri et Hadj Zeitouni, qui ont bien voulu s'intéresser à ce travail et san slesquels cette étude n'aurait point vu le jour.

بسم الله الرحمن الرحيم

وصلى الله على محمد وآله

شرح صدر المقالة الأولى والخامسة من كتاب اوقليدس

لأبي نصر محمد بن محمد الفارابي رحمه الله

سيد فضل أحمد شمسي

[١٠٩ و]

شرح صدر المقالة الأولى

قال اوقليدس : « النقطة شيء لاجزء له ؛ والخط طول لاعرض له ؛ ونهايتا الخط نقطتان ؛ والخط المستقيم هو الموضوع على محاذى أي النقط التي تكون عليه [بعضها لبعض] ؛ والبسيط طول وعرض فقط ، و { نهايات } البسيط خطوط ؛ والبسيط المستوى يقال له السطح وهو الموضوع على محاذى [اى] الخطوط المستقيمة التي تكون عليه بعضها لبعض » .

قال أبو نصر :

هذه الأشياء التي أحصيتها هنا وجدت هي كلها موجودة في الأجسام وتوجد محسوسة ومعقولة على مثال ما توجد الأجسام محسوسة ومعقولة إلا أنها إذا عقلت فإنما يمكن أن تعقل بأنفسها . وأما إذا أحست فإنها تحس مقترنة بأشياء أخر غيرها . وذلك أن الذي يدرك من هذه الأجسام بحاسة اللمس هي التي لها حرارة أو برودة أو رطوبة أو يبوسة وما يتبع هذه أو بعضها مثل الصلابة واللين والملاسة والخشونة ، والتي تدرك بالذوق هي التي لها أحد الطعوم ، اما حلاوة واما مرارة واما غيرها ، والتي تدرك بحاسة الشم هي ذوات الروايح ، والتي تدرك منها بالسمع هي ذوات الأصوات ، والتي تدرك منها بالبصر هي ذوات الألوان .

وهذه التي أحصيت في كتاب اوقليدس هي أيضاً تدرك باللمس والبصر أو أحدهما إلا أنه مايدرك باللمس فهو مقرون بالحرارة والبرودة أو بغيرهما من الملموسات وما يدرك منها بالبصر فهو مقرون بالبياض والسواد أو غيرهما من الألوان . وأما إذا عقلت فإنها قد يمكن

أن تعتل بالأشياء التي تحس معها ويمكن أن تعقل دون تلك . فصناعة الهندسة توجد فيها هذه الأشياء معقولة دون تلك منتزعة مفردة عنها . واما العلم الطبيعي فإن هذه الأشياء توجد فيه معقولة مع تلك ومتى أفردها العقل وعقلها وحدها دون تلك فليس يعتقد فيها ان وجودها في أنفسها وفي الحس مفردة . لكن من شأن العقل أن يفرد كل واحـــد من الأشياء عما يقارنه في الحس إذا قصد منه أن يعقل جوهره وحده ، وتلك حالة في هذه الأشياء .

وعلى حسب مامن شأن هذه الصناعة أن تأخذ هذه الأشياء معقولة تحد في حدودها أعني أن هذه إذا أخذت لم تقترن اليها الأشياء التي تحس معها لاالحرارة ولا البرودة ولا البياض ولا السواد ولا الحركة ولا السكون ولا اسناد شيء من هذه بل تحد بالأقاويل على ماهي معتزلة في هذه الصناعة . وكما أنها مقترنة في الحس بالألوان أو بالحرارة أو بالبرودة أو غيرها من المحسوسات أولاً وبذاتها كذلك هي أيضاً مقترنة بعضها ببعض . فإن النقطة هي غير مفردة في الوجود عن الخط ولا الخط مفرد عن البسيط ولا البسيط عن الجسم . كما أن العقل قد يقدر أن يفرد هذه ويعقلها دون الأشياء المحسوسة من الألوان وغيرها وكذلك يلتمس أيضاً أن يعقل كل واحد من هذه مفرداً بجوهره عن جوهر الآخر فيتميز أفراد النقطة عن الخط والخط دون البسيط والبسيط دون الجسم لأن هذه وان كان مقترنة بعضها ببعض فإن جواهرها متباينة . فإذا كان من شأن العقل أن يفرد كل شيء معقول بجوهره مفرداً عن جوهر غيره التمس في تحديد هذه الأشياء ان تكون مفردة بعضها عن بعض .

ولما كان الطريق الصناعي أن يكون السلوك فيها على ترتيب وكان الترتيب على طرفين ، أحدهما أن يقدم أولاً الأقرب إلى أن يكون معقولاً والآخر أن يقدم أولاً الأقرب إلى أن يكون محسوساً . والأقرب إلى أن يكون محسوساً هو الجسم ثم البسيط ثم الخط ، وأبعدها النقطة . وأما الأقرب [١٠٩ ظ] إلى أن يكون معقولاً فهو الذي يعقل أو يجوزه العقل بأجزاء أقل من أجزاء الجزء . وكل ماعقل بأجزاء أقل كان أقرب إلى أن يكون معقولاً إلى أن ينتهي إلى مايعقل لابأجزاء ينقسم اليها جوهره . فلذلك صار الترتيب بحسب المعقول هاهنا أن تقدم النقطة ثم الخط ثم البسيط ثم الجسم . فإما إذا التمس التعليم بأنا لما كنا في أول الأمر أسرا لنا لما هو محسوس صرفاً نستعمل أولاً الترتيب الذي هو بحسب المحسوس والصناعة نفسها تستعمل الترتيب بحسب المعقول فلذلك ينبغي أن يلقوا بالمتعلم من الجسم المحسوس

ثم يفهم معنى الجسم مفرداً دون المحسوسات المقترنة ثم البسيط ثم الخط ثم النقطة ومع ذلك فإنه يظن ان العقل إنمـــا يدرج في أول أمره من المحسوسات على جهة التحايل إلى أن صار إلى النقطة . ثم التمس بعد ذلك الترتيب العقلي وهو الترتيب الذي يخص طبيعتها .

فالجسم هو الممتد إلى كل جهة وهذا من أمر الجسم بين . وقوم من أصحاب العلم الطبيعي يرون أن هاهنا جوهراً ليس له في ذاته امتداد ، ولا جزء جوهره امتداد ، وهو موضوع يعرض له امتداد وكأنه حامل للامتداد والامتداد عارض فيه لاان الامتداد هو ذاته وجوهره ، كما أن البياض عارض في الأسنان وعارض في الثلج من غير أن يكون البياض هو ذات الثلج وجوهره . فلذلك يقال في الجوهر أنه ذو امتداد كما يقال في الثلج أنه ذو بياض . ويرون أن الجسم هو ذلك الجوهر المقترن بالامتداد العارض فيه وهو الجوهر الذي عرض له الامتداد إلى الجهات كلها ، العارض لذلك الموضوع . فلذلك متى أخذوا الموضوع مقترناً بالامتداد إلى الجهات سموا ذلك الموضوع « الجوهر المتجسم » و « الجوهر الجسماني » .

وهذا هو الذي يذهب اليه ارسطوطاليس . فإنه يرى هذا الرأي فربما سمى الجوهر بالامتداد « الجسم » . وربما سمى الامتداد إلى الجهات دون الجوهر باسم « الجسم » ، فإنه في كتابه في المقولات جعل الجسم أحد أنواع الكم . وليس يمكن أن يجعل أحد الأنواع الكم متى عنى بالجسم الجوهر ذا الامتداد اللهم إلا ان أخذ ذلك على الجهة التي جعل الكاتب أحد أنواع الكيف حيث أحصى المقولات في صدر كتابه . ويقول في العلم الطبيعي في مواضع كثيرة « الأجسام » ويردد ذكرها ويعني بها الجواهر ذوات الامتداد . وفي مواضع أخر مثل مافي صدر كتابه في السماء والعالم يقول في الجواهر « ماهو ذو جسم وذو عظم » فقد صرح هاهنا أنه أراد بالجسم الامتداد . ويقول في مواضع كثيرة « الجوهر المتجسم » و « الجواهر الجسمانية » مثل مايردد ذلك في كتابه في الكون والفساد . هو يتساهل في الأسماء كما تراه وكما هو من عادته . أعني قلة الاحتفال بالأسماء .

وقوم آخرون يرون أن ليس هنا جوهر آخر يحمل الامتدادات إلى الجهات كلها وان هذه الامتدادات الثلاثة قوامها بأنفسها وأنه لاجوهر غيرها وان الجسم هو الامتداد إلى الجهات ولا فرق عند هؤلاء بين قول القائل «ممتد إلى الجهات » و « امتداد إلى الجهات » . فإن الجوهر هو الجسم لاغيره ، وهو الموضوع لساير الأشياء الأخر مثل الحرارة والبرودة

والسواد والبياض ، وهذا هو المذهب الذي بنى عليه ديمقراطس وخلق كثير من الطبيعيين أقاويلهم .

والمهندس فليس يبالي كيفما كانت القضية . وذلك أنه إن كانت الامتدادات إلى الجهات كلها قوامها في جوهر موضوع لها فهو يأخذها معقولة دون ذلك الجوهر ؛ وإن لم يكن لها جوهر يحملها فهي منفردة دون تلك الجواهر في القيام فيحدها على ماهي معقولة عند المهندس فعلى كلا الرأيين تكمل للمهندس صناعته وتنتظم على الترتيب الذي يريده .

والمهندس يسمى الامتداد « الطول » ويجعله علماً مشتركاً للجسم والبسيط والخط . ولأن قوماً [ورقة ١١٠ و] من الناس يخيل اليهم أن الجسم هــو جوهر الجثماني على مايأخذه كثير من الطبيعيين ويرون أن يقال في الجسم طويل لأنه طول فليس ينبغي أن يؤخذ معنى الجسم في هذا الموضع « الجوهر الجثماني » . واسم « الطول » يقع عند الجمهور في ماله امتداد إلى الجهات كلها على امتداده الأزيــد ويسمون امتداد الأنقص « العرض » وإذا كان امتداده إلى الجانبين على السواء حدوا بالطول أيهما اتفق وبالعرض أيهما اتفق . والمهندس ليس يعني بالطول هذا المعنى بل إنما يعني به الامتداد على الاطلاق . فقول المهندس في الجسم والبسيط والخط طول إنما يعنى به الامتداد . والامتداد قد يكون إلى الجهات الثلاث وقد يكون إلى جهتين دون الثلاث وقد يكون إلى جهة واحدة دون اثنتين . ويتبين من أقاويل المهندسين أنهم يعنون بالعرض ليس الامتداد الأنقص لكنهم يعنون به الامتداد إلى جهة ثانية . وانهم يعنون بالعمق أو السمك الامتداد إلى جهة ثالثة . وانهم يختصون في قولهم « الطول » الامتداد إلى جهة ما أي جهة فرضها الانسان . فإذا قالوا « طول فقط » كان قولهم « فقط » دلالة على مايدل عليه قولنا « إلى جهة واحدة أي جهة كانت » . وإذا قالوا « طول وعرض فقط » دلوا به على أن امتداد إلى جهتين أولى وثانية فقط . وإذا قالوا « طول وعرض وسمك أو عمق » دلوا بذلك على أنه امتداد إلى جهات ثلاث . والجهات الثلاث لما أمكن أن يفهم كل واحدة على انفرادها وأمكن أن يفهم مجموعها دفعة ، أمكن أن يفهم كل اثنتين منها مجموعة دفعة دون الثالث . وكان قولنا « طول وعرض [وعمق] أو سمك » إنما يدل على امتداد في ثلاث جهات أمكن أن تعقل معاً فيكون المعقول حينئذ الجسم التعليمي وهو الذي يوجد في الهندسة . وإذا اسقط منها أحد الجهات وعقل ماينتظم منه ، وهو طول

وعرض فقط ، ويكون المعقول حينئذ البسيط . وإذا اسقط مايدل عليه قولنا « عرض » واقتصر على مايدل عليه قولنا « طول فقط » كان المعقول حينئذ الخط .

والجسم قد يمكن أن يفهم غير متناه ويمكن أن يعقل متناهياً . و « الجسم المتناهي » فمعناه جسم ذو نهاية . والجسم قد يمكن أن يعقل وحده من غير أن تعقل نهايته معه ، فنهاية الجسم ليست هي الجسم .

وبالبسيط يتناهى الجسم . والبسيط اما من جهة العمق والسمك ، فغير منقسم ، واما من جهة طوله وعرضه اللذين هما امتداده إلى الجهتين ، فمنقسم . وهذا إنما يكون نهاية الجسم من جهة العمق أو السمك فإذا من جهة ماهو نهاية فهو غير منقسم .

والبسيط قد يكون لها نهاية ، ويتناهى بالخط . والخط منقسم من جهة امتداده . وليس هو نهاية البسيط في هذا الجسم من حيث له امتداد بل من حيث عدم الامتداد ، وذلك من جهة العرض والعمق فهو لاينقسم من هذه الجهة . فهو إذا من جهة ما هو نهاية فغير منقسم. وإنما ينقسم لامن جهة ماهو نهاية فهو غير منقسم من جهتين ، من جهة العرض ومن جهة العمق .

والخط قد يكون أيضاً متناهياً . ونهايته ليست هي الخط . فإذا كان الخط والبسيط إنما يصيران نهاية من الجهة التي عدمت فيها الامتداد فنهاية الخط إنما يصير نهاية له ، إذا عدمت الامتداد الذي للخط . وإذا كان الخط إنما يمتد إلى جهة واحدة فنهاية الخط يكون أيضاً من عدم هذا الامتداد فلم يبق له جهة امتداد أصلاً . فتكون نهاية الخط غير منقسمة ولا في جهة من الجهات . ونهاية الخط يسميها المهندسون « النقطة » . وذلك أن اسم النهاية يدل عليها من حيث هي مضافة إلى شيء واسم النقطة يدل عليها من حيث تعقل مفردة دون الخط .

فأصحاب العلم الطبيعي يأخذونها من حيث هي مضافة إلى الخط . وأهل الهندسة يأخذونها معقولة على انفرادها دون الخط ويقدمونها في الترتيب ويجعلون كونها نهاية كالعارض لها فلذلك يسمونها وحدتا ويجعلونها ، للسبب الذي قدمناه فيما تقدم ، أقدم من الخط ويقدمون عليها تحديداً ، ويقتصرون من تحديدها [ورقة ١١٠ ظ] على مقدار الكفاية في الهندسة ومن جهة حاجتهم اليها . فيقولون النقطة هي شيء ما لاينقسم ، يعنون [به] لاينقسم انقسام الخط والبسيط والجسم . والمهندس إنما يحتاج اليها من حيث هي غير منقسمة .

وإنما جوهرها فليس يستبين بهذا التحديد . فلذلك صار هذا التحديد إما بحسب جوهرها ، فغير كامل . وبحسب الحاجة اليها ، حد كامل في هذه الصناعة .

وهاهنا أشياء كثيرة غير النقطة لاتنقسم ، مثل الوحدة والواحدة فلذلك زاد قوم من مفسري هذا الكتاب في هذا التحديد : فقالوا « النقطة هي شيء مالا ينقسم وذو ذو وضع » . وهذه الزيادة لائقة تستعمل للتفرقة بينها وبين الوحدة .

وقوله « والخط طول فقط » يفهم مما تقدم . وقوله « ونهايتا الخط نقطتان » مفهوم بنفسه .

ثم قال « والخط المستقيم هو الموضوع على مقابلة أي النقط كانت عليه بعضها لبعض » . لفظ هذا التحديد فيه تشبيح ونقص . ومعناه أن الخط المستقيم هو الموضوع وضعا يلزم عنه أن يتحاذى النقط التي تفرض عليه بعينه . وذلك انه إذا قويس بين المستقيم والمنحنى ، وهذه صورته : فإن النقط التي تفرض على المنحنى تتحاذى لاعلى ذلك الخط بعينه بل على خطوط أخر تصل بينها مستقيمة . والخط المستقيم فإن النقط التي فيه تتحاذى عليه بعينه .

ثم قال : « والبسيط هو طول وعرض فقط ، ونهايات البسيط خط أو خطوط » . فهذه مفهومة بأنفسها .

ثم قال « والبسيط المسطح هو الموضوع على مقابلة الخطوط المستقيمة التي عليه بعضها لبعض » .

ينبغي أن يفهم أن البسيط المستوى هو الموضوع وضعا يلزم عنه ان تتحاذى الخطوط المستقيمة بعينه ، وذلك أيضاً بين متى قيس بالبسيط المجسم . فإن البسيط ضربان ، مسطح ومجسم . فالبسيط المجسم مثل بسيط الكرة فإن الخطوط التي تفرض فيه لاتتحاذى على ذلك البسيط بعينه بل على بسايط مسطحة تصل بينها .

ثم قال « والزاوية المسطحة هي انحراف خطين متلاقيين موضوعين في سطح متصلين على غير استقامة » .

هذا اللفظ فيه تشبيح ونقص . وينبغي أن يفهم منه أن الزاوية المسطحة هي التقعير الحادث عن تلاقي خطين موضوعين في سطح يشمل كل واحد منهما بالآخر على غير استقامة

أي على غير السمت الذي يمتد اليه كل واحد منهما . وذلك أن التقعير قد يحدث في خط هو جزء منحن ، وفي خطين متلاقيين من غير الموضوع الذي فيه تلاقيان . فإن الخط المنحني فيه تحديب وتقعير . والتحديب مما يلي الظاهر والتقعير مما يلي الباطن . فإن الزاوية هي تقعير ما وليس كل تقعير لكن التقعير الحادث عن تلاقي خطين محتويين على سطح كل واحد منهما متصل بالآخر على غير استقامة . والزاوية المجسمة غير هذه . وذلك أنها هي التقعير الحادث عن تلاقي خطوط تحدث كل اثنان منهما زاوية مسطحة . وتحديد الزاوية المسطحة يشتمل على المسطحة المستقيمة الخطين والمسطحة المنحنية الخطين .

ثم قال « وإذا كان الخطان المحيطان بهـذه الزاوية مستقيمين سميت المستقيمة الخطين » وهذا مفهوم بنفسه .

وكما ينبغي أن يشرح من هذا الصدد قوله « الحد نهاية الشيء » وينبغي أن يفهم منه النهاية المحيطة بالشيء فإن النقطة نهاية وليست تشتمل جزءاً .

وقوله « والشكل هو الذي يحيط به حد أو حدود » . فإن الشكل ليس هو شيء سوى بسيط متناه يحيط به خط واحد أو أكثر من واحد اما اثنان واما ثلاثة أو أكثر من ذلك أو جسم متناه يحيط به سطح واحد أو سطحان أو ثلاثة أو أكثر من ذلك .

وكل بسيط يحيط به خط واحد أو خطوط ، أو جسم يحيط به بسيط أو بسايط ، فهو شكل . والشكل ضربان : مسطح ومجسم . فالمسطح ماكان له طول وعرض فقط . والمجسم مازاد على حد السطح هي إما سمك [ورقة ١١١ و] وإما عمق .

وساير مافي الصدر مفهوم بنفسه .

تم شرح صدر المقالة الأولى من كتاب اوقليدس للفارابي .

[١١١ و]

شرح صـــدر المقـــالة الخامســـة منه لأبي نصر أيضـــاً

قال أبو نصر :

الجزء هو كل ماقدر الكل بأقسام متساوية . وينبغي أن يفهم أن معنى الجزء هو هذا المعنى عند اوقليدس في هذا الكتاب فكأنه قال أريد بهذه اللفظة ، وهي الجزء أو البعض ، هذا المعنى وان كان غيري من الناس قد يوقع كل واحد منهما على غير هذا المعنى .

وذو الاضعاف مقابل الجزء والجميع مقابل البعض ، على أن اسم الجميع يقع في غير هذا الكتاب على معان أخر .

ثم قال « النسبة هي إضافة مافي التقدير بين مقدارين من جنس واحد » . أراد بقوله « في التقدير » أكبر أو أصغر أو مساوياً .

وأراد بقوله « من جنس واحد » أن يكون المقداران جميعاً تحت جنس واحد من الأجناس الثلاثة التي هي موضوعات الهندسة ، وتلك هي الخط والسطح والجسم ، وسماها أجناساً من قبل أنه لاجنس في الهندسة أعم من هذه الثلاثة . فالثلاثة هي الأجناس الموضوعة للهندسة وان كانت أنواعاً لجنس أعم منها ولكن لما لم يكن في الهندسة أجناس أعم منها أخذها على أنها أجناس . وذلك أن يكون المقداران خطين أو سطحين أو مجسمين . فإما الإضافة التي بين خط وسطح فليس يمكن أن يكون في التقدير ، فإنه ليس يمكن أن يقال أن سطحاً أكبر من خط إلا أن يكون طول في سطح هو أكبر من خط فالطول فقط هو خط . فكأنه قيل خط في سطح أطول من خط آخر ليس في ذلك السطح . فالخطان جميعاً تحت جنس واحد. ولذلك إذا قيل مجسم أعظم أو أصغر من سطح فإنما معناه أن سطحاً في ذلك المجسم أعظم أو أصغر من سطح آخر .

ثم قال « والمقادير التي لها نسبة هي التي إذا ضوعفت أمكن أن يزيد بعضها على بعض» . وقد قيل انه أراد بهذه أن تكون المقادير من جنس واحد فإنها التي هي إذا ضوعفت أمكن يزيد بعضها على بعض . فإن كان أراد هذا فإنه داخل تحت قوله من جنس واحـــد فتكرير هذا فضل .

وأيضاً فما معنى قوله إذا ضوعفت أمكن أن يزيد بعضها على بعض ، فإنها هي في أنفسها من قبل أن تضاعف يمكن أن يزيد بعضها على بعض . ومع ذلك فإنه إذا جزئت مكان التضعيف أمكن أن يزيد بعضها على بعض وأيضاً فما معنى زيادة بعضها على بعض دون نقصانها بعضها عن بعض . أما قوله أمكن أن يزيد بعضها على بعض فقد أعطى به أنها بالقوة أيضاً يمكن نقص بعضها عن بعض وانها يمكن فيها المساواة . وإنما ينبغي أن نعلم السبب في أخذه إمكان الزيادة دون كل واحد من الباقيين ، وأيضاً السبب في قوله إذا ضوعفت . والسبب في هذا أن التضعيف والزيادة في المقادير أظهر وأعرف من النقصان والتقسيم فيها ولذلك إنما أخذ الشيء باعرف مافيه وهذا إنما أراد به تحديد المقادير التي بين جميعها نسبة ، كانت تلك النسبة متشابهة أو غير متشابهة ، ولم يقصد به تحديد المقادير التي من جنس واحد وهي التي بينها تكون النسبة لأن ذلك قد صرح بقوله من جنس واحد عندما حد النسبة .

وذلك أن النسبة بين المقادير لما كانت قد تكون متشابهة وقد تكون متفاضلة ولو اتفقت . فأراد أن يحد المقادير التي بينها نسبة . فقال معنى قولي مقادير لها نسبة على الاطلاق أي على العموم . هو هذا المعنى أنها إذا ضوعفت أمكن أن يزيد بعضها على بعض . وانها إذا كانت خطوط وسطوح ومجسمات وكان من كل واحد أكثر من واحد فهي المقادير التي لها نسبة . فلما أمكن حينئذ أن تكون سطوح مناسبة لخطوط ومجسمات مناسبة لخطوط وسطوح وذلك أن كل واحد منها إذا ضوعف أمكن أن يوجد في الجملة الباقية مما يمكن أن تزيد [ورقة ١١١ ظ] هذه الأضعاف عليه أو تنقص عنه أو تساويه . فمعنى جملة قوله أن المقادير التي بينها نسبة هي التي إذا ضوعف كل واحد منهما أمكن أن يوجد في الباقية مايزيد عليه أو ينقص منه . فإنه متى كانت المقادير خطا أو سطحا أو مجسما لم تكن هذه مقادير بينها نسبة وكذلك خطان ومجسمان وسطحان وفي الجملة اثنان من جنس واحد وواحد من جنس آخر . وهذا الذي قلناه إنما يمكن في مازاد على مقدارين والتأويل الأول الذي ذكرناه إنما يكون في مقدارين فقط .

انتهى كلامه رضي الله عنه .

شرح صدر المقالة الأولى من كتاب أوقليدس لأبي نصر الفارابي

شرح صدر المقالة الخامسة من كتاب أوقليدس لأبي نصر الفارابي

بسم الله الرحمن الرحيم

صلى الله على سيدنا محمد وآله وسلم تسليما

كتاب المقولات

كتاب المقولات لأبي نصر الفارابي

18th International Congress on the History of Science

The First Circular for the XVIII th International Congress on the History of Science, which will take place in Hamburg and Munich from 1 to 9 August 1989, is now being distributed by the National Commissions and Societies for the History of Science and Technology. Please ask for your copy, if you have not yet received one, and return the reply card to Hamburg. The Second Circular will be mailed in the fall of 1988 directly to all colleagues who by returning the reply card have expressed interest in further information.

Prof. C. J. Scriba
Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Technik
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
2000 Hamburg 13
F.R. of Germany

ment is that the quantities between which there may be a ratio are those which, when any one of them is multiplied, it is possible to find among the rest that which is greater or lesser than it. Thus, when the quantities are a line or a plane or a solid, these will not be the quantities between which there is a 'ratio'. Nor would any two lines, two solids and two planes, in short, two of one genus and one of another genus. And this is what we have [already] said, viz., that it is applicable only to that which is greater of two quantities. The primary sense is that which we mentioned above, *namely*, that which is between two quantities only.

Here ends his [i. e., al-Fārābī's] work. May God be agreeable to him!

He then says, "The quantities between which there can be a ratio are those which, when multiplied, it is possible for some to become greater than the others". It has been held that he thereby meant that the quantities were to be of the same genus since it is these [things belonging to one genus] which, when multiplied, is it possible that some of them may become greater than the others. Well, if he meant this, then this would fall under his statement 'of one genus' and as such, this reiteration would be an unnecessary pleonasm.

Now what his statement, "it is possible for some of them, when multiplied, to become greater than the others", [really] signifies is that it lies in them, before being multiplied, for some of them to become greater than the others (although when they are divided, instead of being multiplied, it is equally possible for some of them to become greater than the others).

Well, what is the meaning of *greatness* of some over others, in disregard to some being less than the others? As for his statement, "it is possible for some to become greater than the others", well, it is given thereby that *in potency* becoming less of some of them from the others is also possible and that there can also be equality between them. It is desirable to learn of the reason for his taking up the alternative of greatness to the exclusion of each one of the rest, as well as the reason for his stipulation 'when multiplied'. The reason for this is that multiplication and addition of quantities are more obvious as well as more customary than subtraction and division thereof. That is only why he took up the more customary one among them. Thus, he really desires thereby particularisation of quantities between any [two] of whom there can be a ratio no matter whether the ratio be commensurable or incommensurable and by this he does not intend particularisation of quantities of one genus—— and these are those between which there is (primarily and in a strict sense) a ratio —— because that has already become clear by his statement "of one genus" when he defined the ratio. (That is, when there is a ratio between quantities, it may be either commensurable or incommensurable.)

Thus, he intended to particularize the quantities between which there may [in general] be a ratio. So he says, "The meaning of my statement, 'quantities have ratio absolutely or in general', is this: it is possible for some of them when multiplied to become greater than the others". Now, when these [quantities] are lines and planes and solids and of every genus there is more than one [quantity], then these are the quantities which have a ratio [as such]; but at times it is possible for planes to be proportional to lines and for solids to be proportional to lines and planes —— that is, when anyone of them is multiplied, it is possible to find among the rest that which may be greater [111–B] than these multiples or lesser or equal. Thus the meaning of his whole state-

Commentary on The Opening Section of The Fifth Chapter Thereof Again by Abū Naṣr

[111–A]

Abū Naṣr says:

Whatever divides the whole in equal parts is a *factor*. It is to be noted that the meaning of "factor" for Euclid in this chapter is the meaning given above, since he himself states that by this word—that is, by "factor" or "part'—he intends this meaning even though persons other than him use each one of the two in a sense different from this.

Now, 'multiple' is opposite to 'factor' and 'whole' is opposite to 'part' although the word "whole" has been used in other senses in chapters other than this one [i. e. in the other 'books' or chapters of the *Elements*].

He [i. e Euclid] then says, "A ratio is a kind of relation in magnitude between two homogeneous quantities".

By the expression "homogeneous" he means that both the quantities belong to the same genus from among those three genera which are the subject-matter of Geometry, the line, the plane, and the solid. (These are designated 'genera' since, in Geometry, there is no species more general than them, and since these three are the genera which constitute the subject-matter of Geometry, even though there are species to be called genera which are more general in kind than them, but there being no species in Geometry more general than them, they are taken as if they were the [general most] genera.) That is to say, the two quantities [between which there can be a ratio] are two lines, two planes, or two solids. As for the relation which subsists between a line and a plane, well, it is not possible for this [relation] to be [a relation] in magnitude, since it is not possible to assert that a plane is bigger than a line (unless it be the length of the plane which is greater than the line, for, length as such is the line and hence it would be as if the line in the plane were said to be longer than the other line not in that plane, since the two lines are both subsumed under the same genus); thus, when a solid is said to be greater or lesser than a plane, what is really meant is that the plane in that solid is greater or lesser than the other plane.

finite surface enclosed by a single line or more --- by two or three lines or more than that ---- or a finite solid enclosed by a single plane or two planes or three or more planes.

Every surface enclosed by a single line or lines, and a solid enclosed by a surface or surfaces, is a figure. Figures are of two kinds, plane and solid ---- the plane being that which has length and breadth only, and the solid being that which has thickness or depth in addition to the plane's dimensions.

The rest of the opening section is intelligible by itself.

Here ends Al-Fārābī's commentary on the opening section of the first chapter of Euclid's book.

He then says,« A surface is length and breadth only and the extremities of a surface are a line or lines». This is intelligible by itself.

He then says, «A plane surface is so constituted that [all] the straight lines in it face each other ».

It is imperative to understand that a plane surface is that which is so formed that the straight lines must of necessity face each other in this very surface. This too becomes clear when it [i. e. the plane] is distinguished from the spherical surface. (Surfaces are of two kinds, plane and spherical.) The lines which are assumed in a spherical surface, such as the surface of a ball, face each other not in this very surface but in plane surfaces which join them.

He then says: «A plane angle is the divergence of two intersecting lines lying in a plane meeting obliquely».

Well, there is haziness and inadequacy in this statement and it is necessary to understand therefrom that a plane angle is a concavity produced by the coming together of two lines lying in a plane, each one of which joins the other obliquely, i. e., each extends in a direction different from that in which the other extends. That is to say, concavity is produced either in a line which is a segment of a curve or in two [straight] lines converging from other than the place where they join each other. (A curved line has convexity and concavity ---- convexity outwardly and concavity inwardly. So, an angle is a certain kind of concavity and not every concavity but only that concavity which is produced by the convergence of two [straight] lines lying in the same plane, each one of the two intersecting the other obliquely. A solid angle is different from this---- that is to say, it is a concavity produced by the intersection of lines any two of which form a plane angle. The definition of the plane angle [given by Euclid] comprehends both the plane [angle] formed of two straight lines and the plane [angle] which is formed of two curved lines.

He [i. e. Euclid] then says, « When the two lines containing this angle are straight, the angle is called rectilinear». This is intelligible by itself.

His statement in that opening section, «The boundary is the extremity of the thing» needs to be explained. It is required to understand by it [i. e., by the word« boundary»] the extremity which encloses the thing ---- whence the point is an extremity--- and it does not embrace the factor [i. e., the smallest sub- multiple which is the limit of magnitude in divisibility].

His statement, « The figure is that which is enclosed by a boundary or boundaries» also needs explanation. Well, the figure is nothing other than a

extremity of a line is divisible in no dimension whatever. The extremity of a line is called ' point ' by geometricians. That is to say, the word« extremity» refers to it in its capacity of being relative to something, while the word ' point ' refers to it in its capacity of being apprehensible separately from the line.

Now, the physicists take it [i. e. the point] in its capacity of being relative to the line. But, geometricians take it as apprehensible by itself independently of the line, and place it at the head of the order [of being apprehensible], and deem its being an extremity to be just a property of it. This is why they call it «unit», and, for the reason we have advanced earlier, make it prior to the line, according [it] precedence in definition over the line. Now, in defining it, they content themselves with saying [110–B] only as much as is sufficient for geometry and for their need thereof. So, they say, ' a point is something indivisible ', and mean thereby that it is not divisible as are segments of the line, surface and solid. The geometrician stands in need of the point only in its capacity of being indivisible; as for its substance, well, it does not become clear by this definition. Thus, this definition becomes indadequate in regard to its substance; but in regard to the need for the point in this discipline, it is an adequate definition.

Now, there are many things other than the point, like 'unit' and [number] 'one' which are indivisible. That is why a group of commentators of this book have added to this definition : they say, ' a point is something which is indivisible and *which has position*'. This addition is capable of being used to differentiate between 'point' and 'unit'.

His statement, ' a line is length only ', is intelligible from what has been stated above.

His statement, ' the two extremities of a line are (two) points ', is intelligible by itself.

He [i. e. Euclid] then says,« A straight line is so constituted that all the points that lie in it face each other».

There is haziness and inadequacy in the wording of this definition. What is meant is that a straight line is so constituted that the points assumed on it must of necessity be face - to - face in this very line. That is to say, when the straight and the curved [lines] are distinguished the position is as follows: the points which are assumed on the curved line are face to face not in this very line but in other lines which join them straightly; as for the straight line, the points in it are face-to-face in this very line.

only', their saying 'only' is a reference to what we signify by saying 'in one dimension whichever dimension it be'; when they say 'length and breadth only', they thereby inidcate that it is an extension in two dimensions only, the first and the second; and, when they say, 'length, breadth and altitude [or depth]' they indicate thereby that it is an extension in three dimensions Now, since it is possible to apprehend each one of the three dimensions singly, and it is possible to apprehend their aggregation all at once it is possible to apprehend together the aggregation of any two of them without the third. Our expression 'length, breadth [and depth] (or altitude)', only implied that it was possible to apprehend extension in the three dimensions simultaneously, when the object of apprehension would be the solid---- and it [i. e. the solid] is that which is treated of in Geometry. When one of the dimensions is dropped from it, and that is intellected which comes over from it---- and that is length and breadth only-----what is apprehended in that case is a surface. When that which is denoted by our word« breadth» is dropped and it [i. e. extension] is restricted to what is denoted by our expression 'length only', at that time it is the line which is the object of apprehension.

Now a solid may be conceived of as being infinte; it is also possible to conceive of it as being finite----- 'finite solid' meaning a *solid that has an extremity*. It is possible to apprehend the solid without having to apprehened its extremity along with it, since a solid's extremity is not itself a solid.

A solid is terminated by the surface. A surface, insofar as the dimension of depth and thickness is concerned, is indivisible; as for its dimension of length and its breadth, which are its extension in two dimensions, well, it is divisible. That, is the surface is the extremity of a solid in the dimension of depth or thickness, and, hence, inasmuch as it is an extremity, it is indivisible. A surface may have an extremity and be terminated by the line. A line is divisible in the dimension it extends. But the line is the extremity of a surface in the solid not in the dimension it has magnitude but in the dimension it has no magnitude (and that is in the dimensions of breadth and depth) and, as such, is indivisible in that dimension. So, it is indivisible in the dimension in which it is an extremity and it is divisible only in the dimension in which it is not an extremity. Thus, a line is indivisible in two dimensions, in the dimension of breadth and in the dimension of depth.

The line too may be finite. But its extremity is not a line. If the line and the surface can become an extremity only in the dimension in which there is no magnitude, then the extremity of a line can become its extremity only when that extension is gone which belongs to the line. Now, since a line extends but in only one dimension, the extremity of the line will be without even this dimension and, as such, it can have no extension in any dimension at all. Thus, the

bodied substance' and 'bodily substances' as [for example] he does that frequently in his book *De generatione et corruptione*. (He is not strict with words, as you see, and as is his wont, I mean [that of] inattention to words.)

Another group holds that there is not additionally [to extension] a substance to which pertains extension in all dimensions, and [holds] that these three dimensions subsist by themselves, that there is no substance besides them, and that body is extension in [all] dimensions. For these people, there is no difference between the expressions « extended in dimensions » and « extension in dimensions». Hence the substance is the body and nothing other than that, and it is the substratum of all the other things, like heat and cold, blackness and whiteness ---- and this is the view to which Domocritus and a great many physicists have subscribed.

Well, whichever be the case, the geometrician does not bother. That is, if extensions in all dimensions have their subsistence in a substance which is their substratum then he takes them as conceivable independently of that substance; and if for them [i. e for extensions in all dimensions] there is no substance which holds them and, as such, they are alone without such substances in extistence, then the geometrician defines them *as* these are conceived of by him. Thus, on both the views, this art remains upimpaired as far as the geometrician is concerned, and gets organised in the order desired by him.

The geometrician calls extension « length » and takes it as an attribute common to the solid, surface, and the line. (The fact that a group [110–A] of men prefer to suppose that the body is the physical substance ---- as many physicists take it to be ---- and see to it that the body be said to be *long* and not *length*, does not by any means render it necessary that in the art of Geometry the meaning of« body» must be taken to be the *physical substance.)* Now, in the parlance of the general public the word « length » applies, in relation to that which has extension in all dimensions, to its longest side; they call its smaller side « breadth »; and, when its two sides are equal in magnitude, they call « length» whichever of the two [sides] they like and call« breadth» whichever of the two they like. The geometrician does not use (the word) « length» in this sense; on the contrary, he means thereby *extension as such*. (Thus,« length» as used by the geometrician in relation to the solid, surface and the line, contrary to its popular usage, means *extension.)* Now, extension may be in three dimensions, and may be in two dimensions without the third, and may also be in one dimension without the (other) two. From what the geometricians say it is clear that by 'breadth' they mean not the smaller side but extension in the second dimension, and that by ' depth ' or ' altitude ' they mean extension in the third dimension, and by ' length ' they specify extension in any dimension whichever dimension (the ordinary) man may suppose it to be. So, when they say 'length

reached which is conceived as not having parts wherein its substance gets divided. So the order here happens to be the conceptual order: the point comes first, then the line, then the surface, and then the solid. However, since teaching requires that, being confined in the beginning to the purely perceptible, we should first use that order which is in accordance with [the degree of] being perceptible [in the descending order], whereas the art [of geometry] itself uses the conceptual order, so the student ought to be presented [first] with the perceptible body, then made to form the idea of the solid as such by the exclusion of the associated perceptibles, then [that of] the surface, then [that of] the line, then [that of] the point, specially because it is held that the intellect begins with the perceptibles and gradually progresses by the process of analysis until it ends up with the point --- then after that the conceptual order, the order which is characteristic of its [i. e. Geometry's] disposition, should be adopted.

Body is extended in all dimensions and this is evident among matters pertaining to body. Now, a group of physicists hold that over there is a substance which is not in itself an extension nor is extension a constituent of its substance and that it is an object to which extension is attributed as if it were the substratum of extension and inhered in it and not that extension was the self and the substance thereof ---- just as whiteness is a property of teeth and [is a property of] snow without its being the case that whiteness is the self of snow and the substance thereof; and, hence, it is said about the substance that it *has* extension (just as snow is said to *have* whiteness). They also hold that it is the body which is this 'substance concatenated with extension inhering in it', and that the body is the substance in which inheres extensiveness in all dimensions attributable to the object. Hence, when they took up the object concatenated with extension in [all] dimensions they called that object 'embodied substance' and 'bodily substance'.

This is the view to which Aristotle subscribes. Because he held this opinion, he sometimes calls the extended substance "body". (However, he sometimes calls extension in [all] dimensions [by itself] without substance by the name of "body". Thus, in his book on *Categories*, he holds body to be a species of quantity. But it is not possible to be deemed a species of quantity when by "body" is meant the substance which has extension, except that this [statement] be taken on the pattern on which the writer makes [it] a species of quality when he takes up the categories in the beginning of his book.) At many places in the *Physics* he uses [the word] "bodies" and frequently refers to them [i.e. to bodies] and means thereby *substances having extension.* (However, at other places, such as the beginning of his book *On the Heavens*, he says of *substances*, 'that which has body and magnitude'; it is thus evident that here by 'body' he means *extension.*) At numerous [other] places he speaks of 'em-

along with which they are perceived. In the art of Geometry, these [geometrical entities] are found as apprehended independently of them [i. e. independently of the perceptible qualities], removed and abstracted from them. As for the physical science, these things [i. e. points, etc.] occur in it as apprehended together with the things along with which they are perceived, and when intellect isolates them and apprehends them alone without the things along with which they are perceived, well, it is not believed in this science that they exist by themselves and are individualized in perception. But it is mind's habit to isolate every single thing from the things which are associated with it in perception when the mind desires to apprehend that thing's substance itself ---- and that is the case with these things [i. e. the geometrical entities].

In keeping with its nature, this art [i. e. Geometry] takes these things conceptually, set out in their definitions. That is, when these are dealt with [in Geometry], they are not associated with, nor are they based upon, the things that are perceived together with them ---- be these heat or cold, white or black, motion or rest; on the contrary, they are defined by propositions expressive of how they are conceived of in this art.

Now, just as these [geometrical entities] are, primarily and in their being [i.e. existence], associated in perception with colours or heat or cold or with other perceptibles, similarly they are associated with one another. Thus, a point is not separate in its being [i. e. existence] from the line, nor is a line separate from the surface, nor a surface from the solid. Just as the intellect is able to individuate them and to apprehend them apart from the perceptible things uch as colours etcetera, similarly it seeks to apprehend the substance of each one of them separately from that of the others. Since they are very widely different in their substances, the abstraction of the point from the line, of the line from the surface and of the surface from the solid, sets them apart --- even though they are associated with one another [in their being]. It is characteristic of the intellect to individuate every concept by distinguishing between its substance and that of the others; so, in the definition of these things, it is sought that they should be differentiated from one another.

The methodology of this discipline involves that the treatment should be orderly. Now, the ordering is [possible] in two ways: one of the two [ways] is that what is conceptually prior should be presented first, and the other [way] is that what is perceptually prior should be presented first. The foremost in perceptibility is the body, then the surface, then the line, and the point is the hindmost among them. As for being the foremost [109–B] in conceivability, well, it is that which is apprehended as, or that which the intellect allows [to be], the smallest parts among the parts of the parts: whatever is conceived of as [being among] the smaller parts is prior in being conceivable till that is

TRANSLATION

[109–A]

In the name of God the Merciful the Beneficent
May God grant beatiude to
Muḥammad and his people

Commentary on the Opening Section of the First Book of Euclid's *Elements* by Abū Naṣr Muḥammad b. Muḥammad al-Fārābī (may God have mercy on him).

Euclid says: « A point is that which has no part; a line is length having no breadth; the two extremities of a line are two points; a straight line is so constituted that all the points that lie in it face each other; a surface is length and breadth only, and the extremities of the surface are lines; and, an even surface, called 'plane,' is so constituted that all the straight lines that lie in it face each other. »

Abū Naṣr says:

The things enumerated over here are all found subsisting in bodies, and are perceptible and intelligible the same way as are bodies perceptible and intelligible except that in intellection alone is it possible to apprehend them in themselves. As for when these are perceived, these are perceived conjointly with other things different from them. That is, the bodies that are perceived through the faculty of touch have heat, cold, dampness and dryness and the like, or some of them [have properties] like hardness, softness, evenness and unevenness; those that are perceived through [the faculty of] taste have one of the flavours, sweetness, sourness or other flavours; those that are perceived through the faculty of smelling have odours; those that are perceived through [the faculty of] hearing have sounds; and those that are perceived through [the faculty of] sight have colours.

Those entities that have been discussed in Euclid's book [i. e. the point, line, surface, etc.], these too are perceived through [the faculties of] touch and sight or [through] one of these two [faculties], except that what is perceived through [the faculty of] touch is associated with heat and cold or other tactile qualities, and [of them] that which is perceived through [the faculty of] sight is associated with whiteness and blackness or other colours. But when these are intellected, it is possible to apprehend them along with the things together with which they are perceived, as well as to apprehend them without the things

achievement in that direction. But, so far as I know, this reduction has not yet been actually effected, nor, of course, has anyone succeeded in deriving the line or the solid from the point either.[9] (We have lately worked out a set of postulates and definitions which seem to succeed in deriving the point from the solid.)[10]

Al-Fārābī mentions the interesting question concerning the relationship between matter and space and states that some physicists including Aristotle have held the view that extension was a proprium of the substance called 'body', whilst other physicists, including Democritus, have held that there was no such thing as a substance over and above (three dimensional) extension, and that it was this three dimensional extension which was the substratum to which were attributable sensible properties such as warmth and sweetness. (Historically, this is a very valuable statement in as much as no earlier writer, Greek, Hellenic or Arab, imputes such a view to Democritus.) He, however, does not state his own view, maintaining that for purposes of Geometry, there was no need to go into this question: if there is a substance over and above extension, then geometricians would take the geometrical entities as capable of being conceived independently of that substance, and, if there is no substance underlying extension then geometricians would take them as being that which is indicated by their definitions.

In what follows, we present the Arabic text together with its English translation.

9. Most philosophers and mathematicians hold that the Set Theory has succeeded in deriving the line, surface and solid from the point. But many philosophers do not grant that and endeavour to show where the mathematicians go wrong. We have argued against the fundamental notion of the Set-Theory — that the line is constituted of a nondenumerable infinity of point-sets — in our article, «Infinzer-atomicity», *Pakistan Philosophical Journal*, XIII, no. 3 (Oct. 1975), pp. 47–84 and, XIV, no. 2 (Jan–June 1976), pp. 34–72.

10. We begin with the notions of 'region', 'part', 'contiguous' and 'to divide' as the indefinable concepts. Through a number of postulates we make it clear as to how these terms have been used. We distinguish between a nominal region (consisting of noncontiguous parts) and a region properly so called. We define and remove the possible internal disorders, gaps, holes and semi-holes, and thus arrive at the notion of a pleuum. We remove the possible external disorders, curvatures and protuberances of various kinds, and thus arrive at the notion of a regular region. We define kinds of divisions in terms of the number and nature of the parts yielded by them, and thus we arrive at the notion of a surface and that of various kinds of surfaces including the plane surface. We then arrive at the notions of a line-segment and a point by a similar process. We also evolve criteria to decide whether any two surfaces, any two line-segments and any two points as thus defined are the same surface, line-segment or point or whether they are different surfaces, line-segments or points.

totle was aware of and had used such a definition of the point.)[6]



Al-Fārābī prefaces his discussion with a consideration of the relationship between geometrical entities (the point, line, surface and the solid) on the one hand and the objects of perception (i.e. bodies) on the other hand, as well as the relationship between the members of the former group among themselves. He maintains that the geometrical entities exist and are perceived just as bodies exist and are perceived, only that the geometrical entities do not exist by themselves, subsisting only as adjuncts of bodies. However, according to him, these are capable of being apprehended independently of, and in seclusion from, the objects of perception. In Geometry, these are taken as entities in their own right, completely abstracted from the objects in which these inhere; in Physics, these are taken only in conjunction with and as adjuncts of bodies and are regarded as incapable of being individualized in perception. In short, according to al-Fārābī, geometrical entities are real in the sense of being actually in existence, although their existence is dependent upon the existence of bodies in which they inhere.

In respect of the relationship between geometrical entities *inter se*, al-Fārābī maintains that just as geometrical entities can be abstracted from objects of perception, so can these entities be separated from one another and apprehended independently of each other. But, according to al-Fārābī, while the body is existentially, and, as such, perceptually, prior to the solid, the solid is prior to the surface, and so on, it is the point which is conceptually prior to the line, the line to the surface, and so on. I believe that we are not yet clear on this issue. While Whitehead has endeavoured to derive points and moments from sets of abstractive classes of regions and durations,[7] the mainstream of modern mathematical thinking from Peano, Dedekind and Georg Cantor to Bertrand Russell and Adolf Grünbaum taks points and moments as given and endeavours to derive regions and durations from them.[8] I for one subscribe to the school which would reduce the point to the objects of perception and I do believe that such a reduction is possible and that Whitehead's endeavour, though unsuccessful in the ultimate analysis, constitutes a notable

6. « .... that which is quantitatively and qua quantity wholly indivisible and has no position is called a unit; and that which is wholly indivisible and has position, a point». (*Metaphysics*, 1016b, tr. H. Tredennick, London, reprint, 1956, pp. 233–5).« .... a point is a unit having position». (*De Anima*, 409 a, tr. W. S. Hett, *On the Soul*, included in *Aristotle: On the Soul, Parva Naturalia. On Breath*, London, 1957, p. 51).

7. A. N. Whitehead, *Process and Reality*, Cambridge, 1929, pp. 416–438.

8. Peano, *Formulaires de Mathématique*. reprint, Turin, 1903, 4 vols; J. W. R. Dedkind, *Essays on the Theory of Numbers* (tr. W.W. Beman), reprint, New York: Dover, 1963; G. F. L. P. Cantor, *Contribution to the Founding of the Theory of Transfinite Numbers* (tr. P.E.B. Jourdain), NewYork, 1915; Bertrand Russell, *Introduction to Mathematical Philosophy*, London, 1919; A Grünbaum,« A Consistent Conception of the Extended Linear Continuum as an Aggregate of Unextended Elements», *Philosophy of Science*. XIX (1952), pp. 288–306

sion of the relation between body and extension, the relation between objects of perception and geometrical entities, and the question of primacy among the four geometrical entities, the point, line, surface and the solid. Despite a slight discrepancy in the title, it is clear that these two short pieces constitute the treatise enlisted by Ibn Abī Uṣbiʿah *et als* among al-Fārābī's works with the title of « Sharḥ al-Mustaghlaq min Maṣādirah al-Maqālah al-Ūla wa al-Khāmisah min Kitāb Uqlīdus» which was slighly shorted by Ibn Abī 'Uṣaybiʿah or one of the copyists of his book and that the copyist of the Escurial manuscript or an earlier copyist preferred the word « ṣadr» (opening) to « maṣādirah» (fundamental concepts)—which is also correct since the definitions have been given in the *Elements* at the beginning of the Books — and dropped the word al-Mustaghlaq. This conjecture is reinforced by the fact that Steinschneider and Brockelmann mention manuscripts of a Hebrew translation of this treatise whose title (or subject - matter) is given by Brockelmann as « Commentar zu den Schwierigkeiten der Einleitung in das 1 and 5 Buch des Euklid».[3] There is therefore no reason to doubt the authenticity of the Escurial manuscript.

Brockelmann is not aware of any manuscript of this treatise in the original. Steinschneider and Brockelmann mention two manuscripts of its Hebrew translation (Munich 36 and 290), which Steinschneider states to have been probably translated by Mose Tibbon in ca. 1270 A. D.[4] We are not aware of any other copy of this treatise in Arabic. The Escurial manuscript appears to be unique.

We have edited this treatise from a microfilm copy of the Escurial manuscript. Another copy would have been very helpful, but the copyist of this manuscript seems to have been mathematically literate and to have reproduced the text faithfully.

One point should be clearly borne in mind while going through this treatise : Al-Fārābī was primarily a metaphysician and appears to have been quite ignorant of the history of the development of mathematical ideas among the Greeks as is evidenced by the fact that he says that in the definition of the point (as ' that which is indivisible and has position') the clause ' and (that which) has position' was added by some commentators of Euclid's *Elements*. (In fact, this definition is at least as old as the early Pythagoreans.[5] Al-Fārābī seems not to have recalled, at the time of writing this treatise, that even Aris-

3. C. Brockelmann, *GAL*, *Supplementband*. vol. I, p. 376. In *GAL*, vol. I, Brockelmann gives it as Cmt. Zu Euklid, zur Einleitungen des I and V Buches»; see, p. 234. Steinschneider (*Al-Farabi*, Amsterdam; 1966, p. 73), of course, mentions the Escurial MS of the Arabic original and describes the Hebrew translation as « Commentar zu den Einleitungen (مصادرات) des I. u. V. Buches ».

4. *Al-Farabi*, p. 73.

5. Proclus, p. 95, 21. (Quoted by T.L. Heath, *The Thirteen Books of Euclid's Elements*, reprint, New York: Dover, vol., I p. 155. Cf. G. Milhaud, «Le concept de nombre chez les pythagoriciens et les éléates», *Revue de métaphysique et de morale*, vol. 1 (1893), p. 143).

Al-Farabi's Treatise on Certain Obscurities in Books I and V of Euclid's *Elements*.

F. A. Shamsi
Department of Philosophy
Karachi University

It is known from the bibliographical tradition that Abū Naṣr Muḥammad b. Muḥammad al-Fārābī (256/870–339/950–51) had written a treatise to clarify obscurities in the definitions of some of the fundamental concepts introduced in Books I and V by Euclid in his *Elements*. Ibn Abī ʿUṣaybiʿah (b. 600/1203–4; d. 668/1269–70) names this treatise as « Sharḥ al-Mustaghlaq min Maṣādirah al-Maqālah al-Ūlā wa al-Khāmisah min Uqlīdus »* (Explanation of Obscurities in the Fundamental Concepts in Books I and V of Euclid) and is followed in this by Al-Ṣafadī (696/1296–764/1363) and the author of *Al-Dharīʿah ilā Taṣānīf al-Shīʿah*.[1] In Lippert's edition of «*Tarīkh al-Ḥukamāʾ*» by al-Qifṭī (568/1172–646/1248), we find in the list of al-Farabi's works a piece with the title of « Kitāb Sharḥ al-Mustaghlaq fī al-Maṣādirah al-Ūlā al-Thānīyah »[2] (Book Explaining Obscurities in the Fundamental Concepts the First the Second). This could not have been the title of any work since it makes no sense. Anyway, even as it is, this title appears to belong to the treatise whose title has been given by Ibn Abī ʿUṣaybiʿah as « Sharḥ al-Mustaghlaq min Maṣādirah al-Maqālah al-Ūlā wa al-Khāmisah min Uqlīdus ».

In a codex of manuscripts in the Escurial Library, no. *Arab* 618, there are two short pieces with the titles « Sharḥ Ṣadr al-Maqālah al-ūla min Kitāb Uqlīdus li-Abī Naṣr Muḥammad ibn Muḥammad al-Fārābī » (Commentary by Abu Nasr Muhammad b. Muhammad al-Fārābī on the Opening Section of Chapter I of Euclid's Book), folios 109-A to 111–A, and « Sharḥ Ṣadr al-Maqālah al-Khāmisah minhu li-Abī Naṣr ayḍā » (Commentary on the Opening Section of Chapter V thereof also by Abu Naṣr), folios 111 – A to 111 – B. These two pieces constitute a short treatise by al-Fārābī which had been written to elucidate obscurities and ambiguities in certain definitions given by Euclid in Books I and V of his *Elements*. Although very brief, the treatise contains a lucid discussion of the concepts of the 'point', 'straight line', 'plane angle' and 'ratio', in addition to an illuminating, and historically important, discus-

1. Ibn Abī ʿUṣaybiʿah, *ʿUyūn al-Anbāʾ fī Ṭabaqāt al-Aṭibbāʾ*, Beirut, 1965, p. 608; Ṣalāḥ al-Dīn Khalīl b. Aybak al-Ṣafadī, *Kitāb al-Wāfī bi-al-Wafayāt*, ed. H. Ritter, Istanbul, 1931, vol. I, p. 109; Āghā Buzurg al-Tahrānī, *Al-Dharīʿah ilā Taṣānīf al-Shīʿah*, vol. XIV, pp. 64–65 and vol XXI, p. 12.

2. Ibn al-Qifṭī, *Taʾrīkh al-Ḥukamāʾ* (Al-Zawzanī's abridgement), ed. J. Lippert, Leipzig, 1903, p. 279.

تعاليم « جبر » في سيمياء وكيمياء الغرب

آلان ديبوس

في مقال تقدمت به إلى الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب ناقشت التأثير العظيم للنصوص السيميائية والكيميائية والنصوص الطبية الكيميائية العربية المنشأ — أو التي يفترض أن تكون عربية المنشأ — خلال عهد الثورة العلمية الأوروبية في القرنين السادس عشر والسابع عشر . إن الشهرة الرفيعة لمؤلفي تلك الأعمال خلال العصور الوسطى زادت أثناء عصر النهضة . كما نشرت العديد من أعمالهم في ذلك الوقت . إن غرض هذا البحث سيكون التركيز على « جبر » اللاتيني (أو جابر بن حيان المزيف) الذي ظهرت بدايات أعماله في أواخر القرن الثالث عشر والذي نُوّه عنه كأعظم مرجع في الكيمياء لمدة ستمائة عام . وسوف نرى أن نفوذه يعكس اتجاهات في وجهة النظر العلمية في عصر يعتبر حاسماً لبزوغ العلم الحديث .

إن غايتي ليست في مناقشة مايسمى « بمشكاة جبر » « Geber problem » بالتفصيل لأنه سيكون من المتعذر الإشارة إلى هذا المؤلف من دون ذكر المواضيع الغزيرة لهذا البحث على الأقل . وخلال المدة التي تعتبر الأكثر أهمية بالنسبة لنا (أي الأعوام ١٥٠٠ إلى ١٨٠٠) اعتبرت خمسة مؤلفات باللغة اللاتينية كمرجع موثوق وكأثر عظيم . وهذه الأعمال هي :

« The Suma Perfectionis magisterii », « The De investigatione perfectionis», « The liber fornacum », « The De inventione veritatis», « The Testamentum».

إلا أنه لم تعرف أية أصول عربية لهذه الأعمال . ولم تنسب ترجمات أعمال العصور الوسطى بالعربية إلى جابر بن حيان إلا في عام ١٨٩٣ وذلك عن طريق الكيميائي والسياسي ورائد تاريخ الكيمياء الكبير الفرنسي م . برتلو (M. Berthelot) الذي أشار إلى أن هذه المؤلفات تختلف بشكل ملحوظ عن المؤلفات التي كتبت باللاتينية تحت اسم « جبر » . ولقد ساعدت ترجمة مؤلفات إضافية في السنين الأكثر حداثة على تعزيز رأي برتلو (Berthelot) الأولي . كما أن أبحاث كراوس (Kraus) . روسكا (Ruska) سيجيل (Siggel) ،

كوربين (Corbin) . دارمشتادر (Darmstaedter) ، بليسنر (Plessner) ، هولميارد (Holmyard) وغيرهم قد لعبت دوراً رئيسياً في هذا التطور .

ومن المسلم به الآن – بشكل عام – أنه رغم أن جابر بن حيان كان من الشخصيات التاريخية في أواخر القرن الثامن وأوائل القرن التاسع . فإن الحجم الهائل من الكتابات الباقية والمنسوبة إليه هي مؤلفات من نتاج مدرسة دينية . وبالحقيقة فإن تقييم بليسنر (Plessner) للمسألة التي تعتمد على أكثرية البحث الحديث يوحي أن الأعمال مستمدة من المدرسة الاسماعيلية وأن تاريخها يرجع إلى القرن العاشر . إن غالبية مضامين هذه النصوص العربية سيميائية . وما تبقى منها يعالج ضروباً مختلفة من الفنون كالطب والصيدلة والزراعة والعلوم التطبيقية والرياضيات والفلك . إن المفاهيم المميزة التي يمكن أن تتواجد في النصوص السيميائية تتضمن : نظرية كبريتات الزئبق للفلزات . وتصنيف المواد (Substances) إلى فلزات نشطة ومعادن . وفصل العناصر (elements) والأنواع (qualities) بوساطة التقطير . ونظرية التوازن . ويمكن من الحالة الأخيرة فهم علاقات الوزن وتناسب الأنظمة الكونية الغامضة . كما أصبح علم الأعداد وعلم التنجيم في الغرب اللاتيني من الوسائل الأساسية لفهم الطبيعة بعد ستمائة عام .

وإنه لمن الأهمية أن عُرفت هذه التعاليم العربية عند الغرب اللاتيني . فقد ترجم جيرارد الكريموني (Gerard of Cremona) (١١١٤–١١٨٧) أحد المؤلفات العربية المنسوبة إلى جابر وهو « كتاب السبعين » (The *Book of Seventy*) . إلى اللاتينية . وحتى الآن لايوجد برهان يشير إلى أن هذه الترجمة قد عرفت على نطاق واسع في العصور الوسطى . بل نجد عوضاً عن ذلك أن الرواج المفاجيء للنصوص اللاتينية قد ذكر مسبقاً في الفترة مابعد عام ١٣٠٠) وخصوصاً كتاب (The « Summa Perfectionis magisterii» . ولقد نسبت هذه المؤلفات إلى « جبر » واحد والذي يُعتقد الآن أنه من أصل اسباني أو من جنوب ايطاليا . والذي تميزت مؤلفاته على أنها من بين أكثر النصوص الكيميائية الموثوقة في تلك الفترة . وعلى اختلاف التسميات مثل « الفيلسوف الثاقب الفكر » . أو الأمير العربي أو الملك الهندي . فإن المحررين والمعلقين اللاتين بدأوا تدريجياً بتلفيق الروايات حول قدم المؤلف المزعوم ومنزلته في العالم .

هذه النصوص اللاتينية هي أكثر تجريبية وأقل دراسة من المؤلفات العربية المنسوبة

إلى « جابر » . كما أنها تختلف من ناحية تضمنها على أوائل المراجع الشاملة إلى الحموض المعدنية (حمض الآزوت وحمض الكبريت) ومن ناحية استثنائها لنظرية التوازن . وبالحقيقة ، فإن هذه النصوص تقدم جدلاً علمياً في السيمياء الذي هو — بالشكل — ميزة لاوروبا القرن الثالث عشر .

لقد صنف دارمشتدر (Darmstaedter) قائمة بنسخ هذه المؤلفات المخطوطة والموجودة في أعظم مكتبات أوروبا، بالإضافة إلى نسخ الطبعات المبكرة . فإذا ربطنا بين مجموع الأعمال المطبوعة التي صنفها مع تلك الموجـودة في « المكتبة الكيميائية » « **Bibliotheca Chemica** » لفرغسون (**Ferguson**) والمكتبة السيميائية والكيميائية (**Bibliotheca Alchemica et Chemica**) الدوفين (**Duveen**) و « فهرس » المجموعة التذكارية لادغار فاه سميث (**Edgar Fah Smith**) في تاريخ الكيمياء في جامعة بنسلفانيا ، نجد بروز نموذج التقسيم . ويرجع تاريخ ظهور أول نص سيميائي مطبوع وينسب إلى « جبر » إلى عام ١٤٨١ . وتبع هذا النص ثلاث عشرة نسخة مطبوعة في القرن السادس عشر ، وثمان في القرن السابع عشر وأربع في القرن الثامن عشر كما أنه إضافة إلى النسخ اللاتينية فقد وجدت ترجمات إلى اللغة الانكليزية والفرنسية والألمانية . ولقد احتُفظ بهذه الأعمال في المجموعات السيميائية الكبيرة لزتسنر (**Zetzner**) (١٦٥٩ — ١٦٦١) وما نجت (**Manget**) (١٧٥٢) ، في حين انكب العلماء للعمل عليها لإعداد التعليقات العلمية ، ومثالاً على ذلك يمكننا أن نشير إلى جيوفاني براشكو (**Giovanni Bracesco**) الذي قدم نظريات « جبر » الرئيسية بأسلوب حواري في كتاب طبع في فينيسيا في عام (١٥٤٤) ، وإلى الفيزيائي كاسبر هورن (**Caspar Horn**) من نورنبرغ (**Nuremberg**) الذي أعد سلسلة من القواعد الأساسية لكتابه عن **The *Summa perfectionis*** (١٦٦٨) الذي يعتمد على كتاب « جبر » ***Medulla Alchimiae Gebrica*** . كما أعد يوهان جيرهارد (**Johann Gerhard**) تعليقاً مفصلاً عن الكتاب ذاته في أواخر عام ١٦٨٩ .

إن النصوص المطبوعة المبكرة لم تعطنا من معلومات عن هـذه الشخصية المبدعة والمرموقة إلا القليل ، فهي مجرد مجموعات مضاف إليها عدة أعمال لمؤلفين آخرين . كذلك فإن النسخة المطبوعة في روما خلال الأعوام (١٥١٠ — ١٥٢٥) والتي ألفها مارسيلوس سيلبر (**Marcellus Sillber**) تتضمن كتاب « **Summa perfectionis magisterii** » وكتاب « **De investigatione perfectionis** » ، وكتاب « **Testamentum** » مضاف اليها أعمال

لابن سينا (Avicenna) وآخرون . وينطبق الشيء نفسه على النسخ التي طبعت في عامي ١٥٣١ و ١٥٤٢ . والطبعة الأولى التي تضمنت جميع النصوص الأساسية باللاتينية « جبر » هي تلك التي طبعت في عام ١٥٤١ . وبعد هذا التاريخ أصبحت لهذه النصوص تطبع معاً . أيضاً تضمنت النسخ الأولى كالعادة عبارة تمهيدية تشير إلى الجوهر الغير مقنع للطبعة الأولية (١٤٨١) . كما تشير إلى حقيقة أن مخطوطة الفاتيكان المحتوية لمؤلفات « جبر » قد استخدمت لتنقيح الأخطاء التي وجدت . ومن المهم أن نذكر أن الترجمة اللاتينية « لكتاب السبعين » « Book of Seventy » – الذي ترجم من العربية إلى اللاتينية في القرن الثاني عشر – لم تكن من ضمن المجموعات السيميائية « لجبر » اللاتيني .

وحتى لو علمنا اليوم أن « جبر » اللاتيني يتفرد عن بقية المؤلفين الذي يكوّنون المجموعة الجابرية الأساسية . فإن علماء القرنين الخامس عشر والسادس عشر كانوا مقتنعين أنه كان شخصية مرموقة ذات أثر عظيم . وأنه عاش في الجزيرة العربية أو في الهند . وقد وقد لاحظ دارمشتدر (Darmstaedter) وجود إرباك إضافي يعزى إلى أن بتريوس (Petreius) في نورنبرغ (Nuremberg) طبع ترجمة لاتينية عن علم الفلك لجابر بن أفلح الاشبيلي في عام ١٥٣٤ . إن التشابه بين الأسماء أوعز إلى المؤلفين الذين جاءوا فيما بعد للاعتقاد أن السيميائي هو أيضاً فلكي . وترجع الزيادة في سيطرة استمرارية هذا الاعتقاد إلى كونرواد جيسنر (Conrad Gesner) قد سلّم بها في كتابه الضخم « Bibliotheca Universalis » (١٥٤٥) .

ولا تضيف المؤلفات التي ظهرت في القرنين السادس عشر والسابع عشر إلا اليسير إلى اسطورة « جبر » . ولقد أعد لازاروس زتسنر (Lazarus Zetzner) واحدة من أفضل الطبعات « لجبر » اللاتيني وذلك في عام ١٥٩٨ ، ولكنه تحدث فقط عن التبجيل الذي أولاه العلماء لهذا المؤلف . وفي عام ١٦٦٨ أعد كاسبر هورن (Caspar Horn) ملحقه المعدل عن « جبر » مضيفاً اليه قائمة بالمبادىء الكيميائية التي تعتمد على أعماله . ولكن هورن (Horn) لم يكن قادراً على إضافة إلا القليل بشأن الشخص الذي كتب هذه النصوص . أي أنه قدم إضافة يسيرة إلى واقع أن « جبر » قد أظهر فطنة عظيمة وإلى أن كلماته كانت تعتمد على خبرة حقيقية قدّرها جميع السيميائيين فيما بعد .

وفي انكلترا في العام (١٥٨٥) حاول ر. بوستوك (R. Bostocke) أن يبرهن قدم

النظرية وذلك دفاعاً عن الطب الكيميائي لباراسيلس (Paracelsus) وعن اطلاع ضئيل بالمجال الواسع للتعاليم الكيميائية لدى الإسلام فقد رثى بوستوك (Bostocke) اللغـــة التي استخدمها السيميائيون بأن علّق قائلاً أن « جبر » و « روجر بيكون » (Roger Bacon) و « بونس لومباردس » (Bonus Lombardus) وآخرين تقيدوا بالأسلوب فجاءت كتاباتهم مجازية ومبهمة . متبعين بذلك أسلوب الفلاسفة . وبذلك فقد أخفوا وحجبوا الجوهر الذي صنع منه الطب العمومي فلا يستطيع أحد أن يفهم مايعنون بدون وجود معلم أو بدون وجود موهبة خاصة من عند الله .

واختلف رد الفعل هذا كلياً عن ذلك لريتشارد راســـل (Richard Russell) الذي ترجم مؤلفات « جبر » إلى الانكليزية في عام ١٦٧٨ . وكانت النسخة التي اشتراها اسحق نيوتن (Isaac Newton) لمكتبته هي الطبعة الثانية لترجمة راسل (Russell) ، الذي لم يكن يعرف شيئاً عن « جبر » أكثر من أسلافه ، أي أن الضرورة للترجمة اعتمدت بالأصل على شهرة المؤلف :

« إن رفعة هذا المؤلف وجدارته لاتحتاجان إلى دفاع . فإن أعماله تمتدحه بشكل كاف . وكمـــا يتضح لنا من الكتاب الذي بين أيـــدينا ، فهو لم يستعمل الحشو والاسهاب أو الاصطلاحات العقيمة في كتاباته ، بل تحدث عن كل شيء بإيجاز متبعاً بذلك أسلوب المعلم الجيد الذي يبغي تكوين عقول تلامذته وليس إرباكها ، وهذا مالا نجده إلا نادراً عند أي مؤلف آخر ، وكما يوضح هو فقد كانت غايته من الكتابة آنذاك ليس فقط لتعليم وتوجيه المبدعين ، بل أيضاً لكشف وإضعاف التصورات الوهمية للسفسطائيين ، والذين نعتهم بالمشاكسين قائلاً أنه يجب أيضاً أن يُلعن إذا هو لم يكشف دجلهم .

ويتابع راسل (Russell) قائلاً أن العمل هام لأنه فسّر بشكل واضح المراحـــل الكيميائية لتنقية الفلزات والمعادن وبالتالي أوضح للكيميائيين كيفية جعل هذه المواد « فعالة في الاستعمالات الطبية أكثر بعشر مرات مما كانت عليه (إذا لم تتبع الاجراءات السابقة ...) ». لقد أدرك راســـل (Russell) أن أعمال « جبر » كانت موجهة بشكل أساسي إلى تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب ، ولكن وبسبب الرأي العالمي الأساسي الذي قبل به فقد اعتُبرت

المعادن الخسيسة عليلة . لذلك ، فإن استطاع السيميائي أن يشفي المعادن ، فسيكون باستطاعته أن يشفي الإنسان .

« ولقد لقّن هذا المؤلف هذه التنقيات (Purifications) فقط لأجـــل حجر الفلاســـفة العظيم (The great stone of Philosophers) . وأرد عليه قائلاً : أن جميع الفلاسفة (القدماء والمعاصرين) أكدوا بالاجماع أن التلوث (Impurity) يقود إلى الفساد (Corruption) والتبديد(Death) . بينما يقود النقاء(Purity) إلىعدم الفساد (Incorruption) والديمومة (Life) . وبناء على ذلك فإذا أرادوا تحسين المعـــادن الغير تامة – أي شفاؤها من أمراضها – وذلك بأن يفرضوا بشـــدة فصل الأجناس المتغايرة (Heterogeneals) وتنقيـــة الأشياء المتجانسة (Homogeneal) ، فكم مرة أكثر ينبغي على كل طبيب أمين أن يعمل على تنقية المواد المستخدمة في الأدوية من أجل جسم الانسان (الذي هو أثمن بكثير من جميع المعادن) التي ورد ذكرها والتي ليست مجرد أجزاء عادية » .

وعلى مايبدو فإن راسل (Russell) اعتبر « جبر » ذا شأن بسبب الاهتمام الذي ساد بعدئذ بالعلاجات المعدنية (metallic) والفلزية (mineral) لفلاسفة الكيمياء الباراسيلسيون والهلمونيون . وتتأكد وجهة النظر هذه لنا حينما نلاحظ أن راســـل (Russell) قد ترجم أيضاً إلى الانكليزية المؤلفات الرئيسية لـ : أوزوالدكروليوس (Oswald Crollius) ، باسيل فالنتين (Basil Valentine) ، باراسيلس (Paracelsus) ، جان بيجوان (Jean Beguin) ، وريموند لال (Raymond Lull) . ويمكن ملاحظة الأهمية الطبية للنصوص « الجبرية » في الترجمة الألمانية للمقالات اللاتينية الخمس لفيلاليتا (Philaletha) (١٧١٠) . هنا حيث يخبر القارىء أن مؤلفات « جبر » سوف تقوده إلى الطب الموثوق الشامل .

ومهدت شهرة « جبر » في نهاية القرن السابع عشر إلى زيادة في الجدل بين القدماء والمعاصرين . وتشير البحوث الحديثة . والتي تؤوّل عـــادة كنزاع بين الخبراء الاغريق القدماء والمؤمنين بالمذهب الآلي ، إلى احتمال وجود ايضاحات أخرى . ويمكن إيجاد الدليل على ذلك في نص لمؤلف مجهول الاسم منذ عام ١٦٩٧ بعنوان :

« Le Parnasse assiegé ou la guerre declarée entre les Philosophes Ansiens & Modernes »

يوضح المؤلف في المقدمة أن هدفه هو ايضاح واقع العلم الهرمسي (Hermetic Science)

وصحة طب باراسيلسس (Medicine of Paracelsus) . وحبكة « الرواية الهرمسية » هذه بسيطة ، وتفيد أن أبوللو (Apollo) — اله الشمس وفنون الشفاء — قد توفي على جبل بارناسوس (Mount Parnassus) . هذه الواقعة بدت كفرصة لكل فيلسوف لفرض أسبقيته على بقية زملائه . وما عليه إلا تسلق الجبل والتربع على قمته . لكن فشل كل منهم (أو كل فئة) بالتغلب على الآخرين أدى إلى التخلي عن الحرب الأهلية هذه ، وإلى انضمام الفلاسفة لبعضهم بتناسق للانقضاض على الجبل . ونجد هنا أن قيادة الفرق لم تكن فقط لأفلاطون (Plato) وأرسطو (Aristotle) . بل أيضاً للفلاسفة ماقبل سقراط (Pre-Socratics) وحتى لكونفوشيوس (Conficius) . ولم يكن فلاسفة الطبيعة في القرن السابع عشر — أمثال ديكارت (Descartes) ، وغاليليو (Galileo) . وجاسندي (Gassendi) ، وميرسين (Mersenne) ، وفان هيلمونت (Van Helmont) . وهارفي (Harvey) — أقل بينة .

ولكن في الحين الذي كان الفلاسفة يحشدون قواهم وقع عدد من الجواسيس في الأسر ، وكانوا جميعهم سيميائيين . وقد أخبروا قادة الجيش أن الجبل منيع جداً وأنه مباح فقط لفلاسفة المدرسة الهرمسية (The School of Hermes) . ومن بين هؤلاء الفلاسفة الحقيقيين نرى « جبر » الذي يخبر الفلاسفة المزيفين بوجود عدة مدافعين على سفح الجبل ، وهم فلاسفة يسترشدون بالمنطق والصدق . إضافة إلى أنهم تعلموا من هرمس (Hermes) ، إله المعرفة ، عبارة هي بمثابة اساءة متعمدة إلى جالينوس (Galen) . وفي الوقت المناسب يؤسر باراسيلس (Paracelsus) ويجبر على الموافقة لقيادة الجيش إلى القمة . ومن ناحية ثانية فهم لايستطيعون التقدم خلال الضباب القائم (الذي يرمز إلى جهلهم) بل يتابع هو إلى القمة بمفرده . وباختصار ، فإن مؤلف « برناس محاصرة » (Le Parnasse) مايزال ينظر إلى باراسيلس (Paracelsus) والسيميائيين الرئيسيين أمثال « جبر » على أنهم القادة الأصليون للتقدم العلمي والطبي .

وعلى مايبدو فإن المعلومات عن حياة « جبر » قد سجلت في التعاليم السيميائية في النصف الأخير من القرن السابع عشر . إن كتاب (The De viris quibsdam illustribus apud Arabes) لمؤلفه ليو أفريكانوس (Leo Africanus) (١٤٩٤ — ١٥٥٢) ألف في منتصف القرن السادس عشر ، لكنه لم يكن معروفاً لدى العديد من محرري مؤلفات « جبر » إلا بعد مدة طويلة . وذكر ليو (Leo) أن « جبر » قد ولد في غرناطة من أبوين إغريقيين ،

ثم اهتدى إلى النصرانية ، لكنه رجع إلى مذهبه الأصلي قبل وفاته .

ويمكن أن نجد المرجع لرواية ليو أفريكانوس (Leo Africanus) في كتاب (De ortu et progressu chemiae) لمؤلفه أولاوس بوريكيوس (Olaus Borrichius) (١٦٦٨) . لكن البرهـان علينا ضعيف في تقييمه لعلم الكيمياء في كتاب (Conspectus Scriptorum Chemicorum Celebriorum) الذي نشر بعد وفاته في عام ١٦٩٧ . وفي فصل من هذا الكتاب عن « جبر » أشار بوريكيوس (Borrichius) إلى الكتابين « De investigatione Perfectionis», «Summa perfectionis» اللذين يعتبرهما من بين أكثر الأعمال التي ألفت في هذا المجال شهرة . أما عن المؤلف فهو «جبر العربي» (Geber The Arab) الذي لانعرف عنه حتى تاريخ ولادته ووفاته . والشيء الوحيد الأكيد هو أنه كان ممعناً في القدم حيث أشار إلى عهده مؤلفون أمثال : ابن سينا (Avicenna) . البرتوس ماغنوس (Albertus Magnus) ديونيسيوس زاكاريوس (Dionysius Zacharius) . وبالحقيقـة . فـإن بوريكيوس (Borrichius) اقترح بتسميته الأب الحقيقي لجميع الكيميائيين – بغض النظر عن رأي هرمس تريسمجيستوس (Hermes Trismegistus) وذلك لقدمه وشهرته معاً .

هـذه المعلومات الجديدة عن « جبر » أصبحت جلية في مختلف طبعات كتاب (New Method of Chemistry) لمؤلفه هيرمن بورهاف (Herman Bœrhaave) . وفي النسخة الانكليزية الأولى لعام ١٧٢٧ خصصت المقدمة التاريخية صفحة واحدة فقط « لجبر » . ذلك لأنه يبدو أن بوهارف (Bœrhaave) كان يعلم القليل جداً عن مؤلفاته . لكنه لاحظ أنه « باستثناء مايخص حجر الفلاسفة . فإن الدقة في عمليات « جبر » تدعو فعلاً للدهشة . ويبدو أنه عاش في القرن الثامن ... كما أنه يفترض أنه بعد مزاولة عامة للطب ، قد أعطى التوجيه الأول لأي تساؤل ... ولكونه ليس طبيباً ، فإنه لمن المحتمل جداً أنه لم يفكر بأي علاج شامل . ولا نجد أي نظير لهذا المؤلف حتى القرن الثاني عشر » .

أعد الكيميائي والطبيب الشهير بيتر شو (Peter Shaw) نسخة جديدة لكتاب بورهاف (Bœrhaave) وذلك بأن أضاف الكثير إلى الجزء التاريخي منه . ونقرأ في نسخة عام (١٧٤١) عن رازس (Rhases) وابن سينا (Avicenna) وميسو (Mesue) أيضاً . لكن أعظمهم كان « جبر » الذي عاش حوالي العام ٨٠٠ ميلادية . « واعتبر « جبر » عربياً ، لكنه إغريقي المنشأ بحسب رأي ليو أفريكانوس (Loe Africanus) ، وكان في البداية نصرانياً ثم تحول

إلى الإسلام . وعاش في القرن السابع وكتب باللغة العربية » .

ويمكن ملاحظة الرغبة المتزايدة في اكتشاف المزيد عن حياة « جبر » في المراجع الفرنسية في القرن الثامن عشر . فنقرأ في كتاب ألف عام (١٧٣٣) بعنوان (**« Traité de l'Opinion, ou Memoires pour servir a l'histoire de l'esprit humain»** لمؤلف مجهول : في القرن الثامن عشر نسب السيميائيون وباراسيليس نفسه لقب استاذ الأستاذين في علم الكيمياء إلى شخص اصطلحوا على تسميته « جبر » . ورأى تريثميوس **(Trithemius)** — رئيس دير الرهبان — أن « جبر » كان ملكاً لجزر الهند، لكن هذا الرأي هو ادعاء السيميائيين المزيفين . وصحة القول أن « جبر » كان إغريقي الجنسية ، وأنه كان في البداية نصرانياً ثم تحول إلى الاسلام ، وعاش في القرن الثامن أي بعد قرن تقريباً من النبي محمد المزيف . ولم يبرع « جبر » في الكيمياء فقط بل أيضاً في علم الفلك حيث نقح العديد من الأخطاء التي وردت في كتاب« المجسطي » لبطليموس **(The almagest of ptolemy)** .

ويمكن إيجاد رواية أكثر تفصيلاً في كتاب بعنوان **(Histoire de la Philosophie Hermétique)** (١٧٤٢) لمؤلفه آبي لونغليه دي فريسنوي **(Abbe Lenglet du Fresnoy)** نجد في هذا الكتاب أن « كتب في الأصل باللغة العربية وأنه عاش بعد عام ٧٣٠ ميلادية ، لكن لونغليه دي فريسنوي **(Lenglet du Fresnoy)** يرجح عام ٨٣٠ أكثر . والبرهان على أقدمينه أثبت بحقيقة أن ابن سينا **(Avicenna)** وخالد **(Khalid)** وألبرت **(Albert the Great)** الأعظم وغيرهم قد رووا عنه بينما هو لم يتحدث عن أحد . أما بالنسبة لجنسيته فإن نيكولاس أنطونيو **(Nicholas Antonio)** اقترح أنه كان اسبانياً بينما أعلن ليو افريكانوس **(Leo Africanus)** أنه كان اغريقياً وتحول فيما بعد إلى الإسلام . لكن واقعية وجود مخطوطة في لايدن **(Leiden)** أربكت لونغليه دي فريسنوي **(Lenglet du Fresnoy)** أكثر حيث أنها أشارت إلى أن « جبر » كان فارسياً . كما أشارت إلى وجود جيابر **(Giaber)** الذي كان شاعراً أندلسياً . وأضاف أنه إذا توفرت لدينا بعض الحقائق عن حياته فإننا على يقين أنه « كان كاتباً كبيراً حيث أننا تأكدنا أنه ألّف خمسمائة مجلد عن هذا العلم ، كما أننا نجد في هذه المؤلفات عدد لامتناه من العمليات .... » .

أدى رد الفعل ضد علم الآلات الأكاديمي **(Mechanistic science of the academies)** في السنين الأخيرة من القرن الثامن عشر إلى ظهور فلسفة الطبيعة **(Naturphilosophie)**

وعلم الرواية (Romantic Science) في بداية القرن التاسع عشر . كما أدى الاهتمام المتواصل بالسيمياء وبأتباع باراسيلس (Paracelsus) إلى التأثـير على مؤلفين مختلفين أمثال ميسمر (Mesmer) وغوته (Gœthe) . وفي كتابه « Historische-kritische Untersuchung der Alchemie....» (١٧٧٧) أولى يوهان كريستيان ڤيغليب (Johann Christian Wiegleb) اهتماماً كبيراً للجدل ضد التحويل الذي ناقشه « جبر » . وأشار ڤيغليب (Wiegleb) أنه لم تظهر أية جدالات إضافية في هذا المجال منذ زمانه » .

وينبغي هنا أيضاً ذكر روايتين تبحثان على الطموح عن علم السيمياء يرجع تاريخهما إلى بداية القرن التاسع عشر . ويعــد كتاب كارل كريستوف شميدر (Karl Christoph Schmieder) بعنوان (Geschichte der Alchemie) (١٨٣٢) أن « جبر » هو من أكثر المؤلفين المسلمين شهرة . كما أنــه أعطى التاريخ الدقيق لحياته بدءاً من النصف الثاني من القرن الثامن . وبسبب أهميته فقد سمي « ملك العرب » . لكن هذه التسمية أدت إلى سوء فهم المؤلفين الذين جاءوا فيما بعد والذين أشاروا اليه في كتاباتهم بقولهم « جلالته » . وكان شميدر مطّلعاً على كتاب ليو أفريكانوس (Leo Africanus) ولاحظ أن هذا المؤلف أشار إلى كون « جبر » إغريقيا وأنه رفض النصرانية لأجل الاسلام . وكتب أيضاً « جبر » عاش في إشبيليا حيث درّس الفلسفة الإغريقية والفلسفة العربية . أما بالنسبة لكتاباته ، فقــد علمنا أنه أنجز خمسمائة كتاب . ولكن شميدر (Schmieder) استطاع فقط أن يمنح القارىء العناوين اللاتينية الحديثة المألوفة .

ويشابه كتاب « The lives of the Alchemistical Philosophers » الذي ألفه فرانسيس باريت (Francis Barrett) عام (١٨١٥) ذاك الذي ألفه شميدر (Schmieder) ، حيث كتب باريت :

« بناء على الاجماع العام للمراجع الهرمسية ، فقدكان « جبر » هو الأول وأمير السيميائيين البارعين الذين ظهروا خلال عهد النصرانية ... والذي كان اسمه الحقيقي « أبو موسى الصوفي » . وكان — بناء على الرأي الأكثر ترجيحاً — مواطنــاً في هامان في بلاد الرافدين . وقيل عنه أيضاً أنه كان إغريقياً ، واسبانياً عربياً مولوداً في إشبيليا ، وفارسياً أيضاً . وتصوره الروايات على أنه ملك هندي شهيرٌ . وبحسب رأي « أبو الفداء » ، فإن نجاحه لم ينحصر خلال القرن الثامن فقط ، بل أيضاً ماقبل

القرن الثامن وما بعده . وأحيطت حياته بانغسار يائس، لكن تجاربه على الفلزات ... قادته إلى اكتشافات عديدة في الكيمياء والطب على حد سواء ... وشهرة « جبر » الدائمة لم تؤسس على بحثه عن حلم لاسبيل إلى تحقيقه . بل لاكتشافه حقائق اعتمدت على خبرة فعلية » .

وأشار باريت (Barrett) إلى الخمسمائة بحث المنسوبة « لجبر » ، لكنه أدرج هو أيضاً العناوين اللاتينية فقط . ومن ناحية ثانية فإننا نجد أن « جبر » اللاتيني قد ترك علم الفلك نظراً لأن « التفسير الفلكي لكتاب التراكيب الممتازة لبطليموس في تسعة كتب » ينبغي اعتباره على أنه غير منطقي . وذلك لوجود شاهد أثبت أنه يرجع تاريخه إلى القرن الثاني عشر .

ولعلنا نحتاج أن نتقدم أبعد قليلاً . ففي تعاليم أخرى معاصرة، تتعلق بالكيمياء العلمية في القرن التاسع عشر ، نرى آثار اهتمام « بجبر » وذلك بسبب مواصلة اهتمام الكيميائيين بتاريخ علمهم . وهكذا ، فقد أشار موريس دوماس (Maurice Dumas) في كتابه (Leçons sur la Philosophic Chimique) الذي ألّفه عام (١٨٤٦) إلى « جبر » بوصفه مؤسس الكيمياء العربية . كما ذكر كتاب (Summa Perfectionis) كأقدم نص كيميائي عرفه العلماء . وأضاف أن « جبر » كان مهتماً بالسيمياء التحويلية . وبالعمليات الكيميائية وبمفهوم الكيمياء الطبية . أما بقية المؤلفين الاسلام فقد ورد ذكر أسمائهم فقط .

خصص هيرمن كوب (Herman Kopp) في كتابه المؤلف من أربعة أجزاء (Geschichte der Chemie) (١٨٤٣–١٨٤٧) ست صفحات فقط « لجبر » . ومن جديد، فقد أحال كوب (Kopp) القارىء إلى رأي ليو أفريكانوس (Leo Africanus) ، لكنه أظهر الروايات المختلفة عن أسلافه، وحياته والزمن الذي عاش خلاله . كما نجد في هذا الكتاب ذكرُ روجر بيكون (Roger Bacon) اليه بوصفه « أستاذ الأستاذين» (Magister magistrorum)، إضافة إلى الأساطير التي جعلت منه مرة ملك الجزيرة العربية . ومرة أندلسياً ومرة هندياً . وسر كوب (Kopp) لكونه استطاع تجاوز هذه الناحية ومتابعة تقييمه لمعرفة « جبر » العملية والنظرية – معتمداً على الأبحاث اللاتينية الخمسة .

إن التأريخ الخاطىء للنصوص اللاتينية أدى بألكسندر فون هامبولت (Alexander von Humboldt) إلى تمجيد الكيمياء العربية في كتابه «الكون» (Cosmos) (المجلدالثاني، ١٨٤٧)

على الرغم من أنه أدان « الأوهام السيميائية والأفلاطونية » التي تمازجت مع المحتوى العلمي. وهكذا « فإن أعمال « جبر » ، أو بالأحرى « جابر » (Djaber) . ... وتلك الأكثر حداثة لرازس (Razes) لازمتها أكثر النتائج أهمية . واتسمت هذه الفترة باستحضار الحموض الكبريتية والآزوتية والماء الملكي ، وبإعداد الزئبق وأكسدة باقي الفلزات ، وبعملية التخمر الكحولي ... » .

« ويرجع تاريخ استحضار « جابر » (Djaber) للحمض الآزوتي والماء الملكي إلى أكثر من خمسمائة عام قبل استحضار ألبرتوس ماغنوس (Albertus Magnus) وريموند لالي (Raymond Lully) له ، تقريباً سبعمائة عام قبل استحضار راهب إرفورت (Erfurt) باسيليوس فالنتينوس (Basilius Valentinus) له . إن اكتشاف هذه الحموض المنحلة — والتي تشكل حقبة في تاريخ العلم — نسبت مع ذلك منذ أمد طويل إلى العلماء الثلاثة الأخيرين» .

وأود أخيراً أن أشير إلى كتاب صدر عام(١٨٣٧) لويليام ويويل(William Whewell) بعنـــوان (Historyof the Inductive science) حيث نسب كثيراً إلى هذا العمل على أنه التاريخ الدقيق الأول للعلوم . ولكن ويويل لم يعر علوم العصور الوسطى اعتباراً كبيراً ، وانفرد في فصل عن تصوف تلك الفترة بالتهجم على السيمياء بأن كتب أنه :

«كبقية أنواع التصوف فإنه يبدو أن علم السيمياء نشأ من نظريات أخلاقية وذاتية وأسطورية ، ربط الإنسان بينها وبين العلاقات المتبادلة ، حيث كان التطبيق الرئيسي للخواص الفيزيائية » .

هذا هو شكل الموضوع الذي قدم إلينا في بواكير الكتابات التي نملكها عن المواضيع الكيميائية الخاصة « بجبر » الإشبيلي ، والذي من المفترض أنه عاش في القرن الثامن أو التاسع . وتُظهر العناوين الحقيقية لمؤلفـــات « جابر » النظريات التي أدت إلى تقدم هذا العلم الزائف . هذه النظريات هي « في البحث عن الكمال » ، « في ملخص الكمال » أو « في الحكم التام » ، في اكتشاف الحقيقة أو الكمال » . إن أساس هذا الأسلوب هو تمييز الفلزات إلى كمال أكثر أو أقل .... لكن السلاسل الخفية للترابط تمت متابعتها إلى أبعـــد من هذا ، حيث اعتبر الذهب والفضة كأرفع الفلزات منزلة ... وقيل عن عمليات المزج والحرارة بوصفها أفعال وعلاقات

ذاتية ، نزاعات وانتصارات . وبعض العناصر كانت قوية وبعضها ضعيفة ... فعندما يتحد الذهب مع الفضة يتزوج الملك والملكة لانجاب أولاد من نوعهما . وسيكون من الاسهل التصور بأنه عندما كانت العمليات الكيميائية توصف بتعبير من هذا النوع ، فإن حماسة الخيال ستضاف إلى حماسة الآمال ولن يسمح لقوة الملاحظة أن تصحح الوهم ، أو أن تقترح آراء أكثر صدى ومنطقية » .

ونصل مع ويويل (Whewell) إلى بداية أخرى هي خلفية تطور التاريخ الحديث إلى علم . ومن دون ريب فالسيمياء عند الاسلام بقيت ذات شأن للكيميائيين المهتمين بقدم علمهم — ولمؤرخي الطب الذين رأوا فيه حلقة وصل لارتقاء الطب الكيميائي . لكن تاريخ علوم القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين — والذي اعتبر كفرع منفصل من الدراسة — استثنى بشكل عام العناصر الغير وضعية . ولم يهتم السيميائيون الاسلام كثيراً برأي ويويل (Whewell) — أو حتى برأي سارتون (Sarton) بعد قرن من الزمن ... ماعدا فيما يتعلق بالمعرفة الكيميائية الحقيقية والتي يمكن استخلاصها من مؤلفاتهم .

ولعبت مؤلفات « جبر » اللاتيني دوراً ضئيلاً في بداية تطور تعلم تاريخ العلوم، ولكنني أود مع ذلك أن أظهر أن تاريخ النصوص اللاتينية ممتع إلى حد كبير . ولم تبق هذه المؤلفات مجرد وثائق كيميائية بالغة الأهمية في العصور الوسطى ، بل كانت مسؤولة أيضاً عن كثير من التقدير الرفيع الذي منح للتعاليم العربية في عصر الثورة العلمية . ولمدة سبعمائة عام اختلط اسم « جبر» بمؤلف عربي اعتقد أنه عاش قبل أوائل القرن الثالث عشر بكثير . واقتنع الجميع أن هذه المؤلفات قد ألفت قبل عهد ابن سينا وبالتالي قبل عهد أي من علماء السيمياء اللاتينيين بمدة طويلة . إن حقيقة عدم وجود الأصول العربية للنصوص اللاتينية الخمسة تبدو وكأنها لم تقلق أحداً ، كذلك عدم معرفة أي شيء عن حياة المؤلف كإنسان . ولكنني أنوه بأنه أندلسي أو ملك عربي أو أمير هندي . فقط بحث ليوأفريكانوس (Leo Africanus) برهن على أنه اسباني من القرن الثامن وينحدر من أصل إغريقي ، وأنه اعتنق النصرانية في بداية حياته ليرتد عنها فيما بعد . إن علم القرن العشرين أظهر أن جابر (Jābir) عاش بالحقيقة في الشرق الأدنى وأنه زامل وجهاء البلاط في بغداد .

طوال فترة الثورة العلمية تحول الاهتمام من « جبر » إلى الاهتمام الجديد بالعلاجات

الكيميائية الطبية للباراسيلسيون (Paracelsians) . ولهـــذا كان ذكر عملية تحويل الفلزات الأساسية إلى ذهب ، في عدة نصوص من القرن السابع عشر ، أقل من ذكر أهمية قراءة مؤلفات « جبر » وذلك لأجـــل تعلم كيفية استحضار الأدوية الكيميائية من الفازات والمعادن .

واستمرت النصوص اللاتينية الخمسة لتشكل العنصر الأساسي لشهرة « جبر » إلى حين أن نشر برتلو (Bethelot) ترجمته لتسعة نصوص عربية تنسب إلى « جابر بن حيان » وذلك في كتابه « La Chimie au moyen-âge »عام ١٨٩٣ . إن تعريف « برتلو » في ذلك الحين بأن هذه النصوص كانت مختلفة تماماً عن تلك المنسوبة « لجبر » اللاتيني ، كان أهم إسهام لمعرفتنا بالعلوم الإسلامية ، وفي الواقع لمعرفتنا بتاريخ العلوم جملة . وإن مؤلفات عدد من مؤرخي العلوم الذين جاءوا فيما بعد أدت فقط إلى تعزيز التأكيد على اعتقاده ، وإلى إلقاء مزيد من الضوء على أهمية مظهر من أبرز مظاهر العلوم الإسلامية التي لم تكن معروفة منذ قرن مضى .

During the course of the Scientific Revolution interest in Geber shifted with the new interest in the chemical medicinal remedies of the Paracelsians. For this reason a number of texts of the seventeenth century make less reference to the transmutation of the base metals to gold than they do to the importance of reading Geber in order to learn how to prepare chemical medicines from metals and minerals.

The five Latin texts continued to form the basis of Geber's fame until Berthelot published his translation of nine Arabic texts ascribed to Jābir ibn Hayyān in his *La chimie au moyen-âge* in 1893. Berthelot's recognition at that time that these texts were quite different from those of the Latin Geber was a major contribution to our knowledge of Islamic science and, indeed, to our knowledge of the history of science as a whole. The work of many later historians of science has only served to further verify his opinion and to shed more light on the importance of a major aspect of Islamic science quite unknown a century ago.

> Some elements were conquerors, some conquered ... When gold and silver are combined, the king and queen are married, to produce children of their own kind. It will be easily conceived, that when chemical operations were described in phraseology of this sort, the enthusiasm of the fancy would be added to that of the hopes, and observation would not be permitted to correct the delusion, or to suggest sounder and more rational views.[42]

With Whewel we have reached another threshold, the background to the development of modern history to science. To be sure, Islamic alchemy remained of interest to chemists interested in the antiquity of their art — and to historians of medicine who saw in it a connection with the rise of chemical medicine. But the history of science of the nineteenth and the early twentieth centuries — thought of as a separate discipline — generally excluded non-positivistic elements. The Islamic alchemists were of little interest to Whewell — or even to Sarton a century later — except in regard to real chemical knowledge that could be extracted from their works.

The work of the Latin Geber may have played little part in the early development of the discipline of the history of science, but, nevertheless, I would argue that the history of the Latin texts is of considerable interest. Not only do these works remain the most important chemical documents of the Middle Ages, they were also responsible for much of the high esteem granted to the Arabic tradition in the period of the Scientific Revolution. For some seven hundred years Geber was confused with an Arabic author who was thought to have lived much earlier than the thirteenth century.[43] Everyone was convinced that they had been composed prior to the time of Avicenna and therefore long before the time of any of the Latin alchemists. The fact that no Arabic originals of the five Latin texts existed seems to have disturbed no one. Nor was anything known about the author as a person. Reference was made to him as a Moor or as a king or prince of Arabia or India. Only the research of Leo Africanus was to establish him as an eighth century Spaniard of Greek descent who adopted Christianity early in life only to renounce it later. Twentieth century scholarship has shown that in fact Jābir lived in the Near East and was associated with notable figures at the Court of Bagdad.

42. William Whewell, *History of the Inductive Sciences*..(3rd ed., 2 vols., New York: Appleton, 1873), 1, pp. 224–225.

43. Since presenting this paper at the Second International Symposium for the History of Arabic Science in 1979 significant new research has been done on the identity of the Latin Geber. In "The Genesis of the *Summa Perfectionis*", *Archives internationales d'histoire des Sciences*, 35 (1985), William Newman has presented evidence that the author was one Paul of Taranto. No dates are given, but the earliest reference is from 1325.

ceed to survey Geber's practical and theoretical knowledge — an account that was still based upon the five Latin treatises.

The misdating of the Latin texts led Alexander von Humboldt to praise Arabic chemistry in his *Cosmos* (vol. 2, 1847) although he condemned the "alchemistic and Platonic fancies" which were blended with the scientific content. Thus,

> The labours of Geber, or rather Djaber, . . . and the much more recent ones of Razes . . . have been attended by the most important results. This period is characterized by the preparation of sulphuric and nitric acids, aqua regia, preparations of mercury and of the oxides of other metals, and by the alcoholic process of fermentation. . . .
>
> The preparation of nitric acid and aqua regia by Djaber . . . dates back more than five hundred years before Albertus Magnus and Raymond Lully, and almost seven hundred years before the Erfurt monk, Basilius Valentinus. The discovery of these decomposing (dissolving) acids, which constitutes an epoch in the history of science, was, however, long ascribed to the three last-named experimentalists.[41]

I would refer finally to William Whewell's *History of the Inductive Sciences* which appeared first in 1837 since this work has frequently been referred to as the first true history of science. Whewell had little respect for the science of the Middle Ages, and in a chapter on the mysticism of that period, he singled out alchemy for an attack. He wrote that

> Like other kinds of Mysticism, Alchemy seems to have grown out of the notions of moral, personal, and mythological qualities, which men associated with terms, of which the primary application was to physical properties. This is the form in which the subject is presented to us in the earliest writings which we possess on the subject of chemistry; those of Geber of Seville who is supposed to have lived in the eighth or ninth century. The very titles of Geber's works show the notions on which this pretended science proceeds. They are, "Of the Search of Perfection," "Of the Sum of Perfection, or Of the Perfect Magistery," "Of the Invention of Verity, or Perfection." The basis of this phraseology is the distinction of metals into more or less perfect... But the mystical trains of association were pursued much further than this; gold and silver were held to be the most noble of metals... The processes of mixture and heat were spoken of as personal actions and relations, struggles and victories.

41. Alexander von Humboldt, *Cosmos : A Sketch of a Physical Description of the Universe*, trans. E.C. Otté (5 vols. London: Bell & Daldy–Bohn's Scientific Library), 2, p. 589.

The first, and, according to the general concensus of Hermetic authorities, the prince of those alchemical adepts who have appeared during the Christian era, was the famous Geber... whose true name was Abou Moussah al Sofi, and who was a native of Haman in Mesopotamia, according to the more probable opinion. He is also said to have been a Greek, a Spanish Arabian born at Seville, and a Persian of Thus. Romance represents him as an illuminated monarch of India. According to Aboulfeda, he flourished during the eighth century, but later and earlier periods have also been suggested. His life is involved in hopeless obscurity; but his experiments upon metals. . . led him to numerous discoveries both in chemistry and in medicine . . ." [The] reputation of Geber is permanently established, not upon his research for an impossible chimera, but for his discovery of truths founded on actual experience.[37]

Barrett referred to the five hundred treatises ascribed to Geber, but he too listed only the Latin titles. However, we do find here the Latin Geber divorced from astronomy since the "astronomical commentary on the Syntaxis Magna of Ptolemy in nine books" must be branded as spurious because internal evidence proves that it dates from the twelfth century.[38]

Perhaps we need proceed little further. In a now different tradition, that of scientific chemistry in the nineteenth century, there remained some interest in Geber because of the continued interest of chemists in the history of their science. Thus, Maurice Dumas' *Leçons sur la philosophie chimique* (1846) referred to Geber as the founder of Arabic chemistry and mentioned the *Summa perfectionis* as the most ancient chemical text known to scholars. He added that Geber was interested in transmutatory alchemy, in chemical operations, and in the concept of medical chemistry. Other Islamic authors were only referred to by name.[39]

Herman Kopp's four volume *Geschichte der Chemie* (1843 – 1847) devoted only six pages to Geber.[40] Kopp again referred the reader to Leo Africanus, but he noted the different accounts of his ancestry, his life and the time in which he lived. We find here Roger Bacon's reference to him as *magister magistorum* as well as the legends that had once made him a king of Arabia, a Moor, and an Indian. Kopp seemed pleased to be able to pass beyond this material and pro-

37. Francis Barrett, *The Lives of the Alchemistical Philosophers* (London, 1815) as presented in Arthur Edward Waite, *Alchemists Through the Ages* (Blauvelt, N.Y., 1970), p. 44.

38. *Ibid.*, p. 45.

39. M. Dumas, *Leçons sur la Philosophie Chimique professées au Collége de France*, recueillies par M Bineau, [Paris: Ébrard, n. d. (c. 1836)], pp. 13 – 15.

40. Hermann Kopp, *Geschichte der Chemie* (4 vols., 1843–1847; reprint Hildesheim: Georg Olms, 1966), 1, pp. 52–56.

Geber wrote originally in Arabic and that he could not have lived before 730 A.D. Lenglet du Fresnoy ascribes a date of 830 as more likely. Proof of his antiquity is proven again by the fact that Avicenna, Khalid, Albert the Great and others cite him while Geber himself cites no one. As to his nationality, one Nicholas Antonio had suggested that he was Spanish while leo Africanus stated that he was Greek and was later converted to Islam. But Lenglet du Fresnoy was further disturbed by the fact that a manuscript at Leiden indicated that Geber was a Persian and that there was also a Giaber who was a poet in Andalusia. But if we have few facts about his life, he added, we are certain that he "was a great writer, since we are assured that he composed 500 volumes on this science and in these works we find an infinite number of operations..."[34]

In the closing years of the eighteenth century a reaction against the mechanistic science of the academies led to the Naturphilosophie and the Romantic science of the early nineteenth century. A continued interest in alchemy and the Paracelsians was to affect authors as different as Mesmer and Goethe. Johann Christian Wiegleb paid great attention to the arguments against transmutation discussed by Geber in his *Historisch-kritische Untersuchung der Alchemie...* (1777). Since his time, Wiegleb noted, no additional arguments against the art had come to light.[35]

Two ambitious histories of alchemy dating from the early nineteenth century must also be mentioned. Karl Christoph Schmieder's *Geschichte der Alchemie* (1832) readily acknowledeged that the most famous of all the Islamic alchemists was Geber and he correctly dated him in the second half of the eighth century. Because of his importance he had been called "King of the Arabs," but this had been misunderstood by later authors who referred to him as "his Majesty." Schmieder was aware of the work of Leo Africanus and he noted that this author said that he was a Greek who renounced Christianity for Islam. He also wrote that Geber lived in Seville where he taught Greek and Arabic philosophy. As for his writings, we are told that he completed five hundred works. However, Schmieder was only able to offer the reader the now familiar Latin titles.[36]

Francis Barrett's *The Lives of the Alchemistical Philosophers* (1815) is similar to the work of Schmieder. He wrote that

34. Abbé Nicolas Lenglet du Fresnoy, *Histoire de la Philosophie Hermétique* (3 vols., Paris: Chez Nyon fils, 1744), 1, pp. 72 – 75.

35. Johann Christian Wiegleb, *Historisch-kritische Untersuchungen der Alchemie oder der eingebildeten Goldmacherkunst; von ihren Ursprunge sowohl als Fortgange, und was nun von ihr zu halten sei* (1777; reprint Leipzig : Zentral-antiquariat der Deutschen Demokratischen Republik, 1965). pp. 369–371.

36. Karl Christoph Schmieder, *Geschichte der Alchemie*, ed. Franz Strunz (Munich-Planegg: Otto Wilhelm Barth - Verlag G.M.B.H., 1927), pp. 86–94. This work was first published in 1832.

The new information on Geber becomes evident in the various editions of Herman Boerhaave's *New Method of Chemistry*. In the first English edition of 1727 the historical introduction allots only one page to Geber. Boerhaave would seem to have known very little about his work, but he noted that

> Except for what relates to the philosopher's-stone, the exactness of his operations is really surprizing. He seems to have lived in the 8th century... He is supposed to have given the first handle to any enquiry after an universal medicine... But as he was no physician, 'tis more probable he never thought of any universal remedy himself. After this writer we don't meet with any other of distinction, till the 12th century.[31]

The distinguished chemist and physician, Peter Shaw, prepared a new edition of Boerhaave's work and he greatly expanded the historical section. In the 1741 edition we read also of Rhases, Avicenna and Mesue. But the greatest of these was clearly Geber who lived c. 800 A.D. "*Geber*, call'd the *Arab*, but really a *Greek* by country, according to *Leo Africanus*; having first been a Christian, but afterwards turn'd Mahometan. He liv'd in the seventh century and writ in *Arabic*."[32]

The increasing interest in discovering more about the life of Geber may best be noted in French sources of the eighteenth century. In the anonymous *Traité de l'Opinion, ou Memoires pour servir a l'histoire de l'esprit humain* (1733) we read that.

> We find in the eighth century a Geber whom the alchemists, and Paracelsus himself have called the master of masters in the chemical art. The Abbot Trithemius thought Geber was a king of the Indies, but this is a fable of the false alchemists. The truth is that Geber was of Greek nationality, that he was first Christian, and finally Mohammedan, and that he lived in the eighth century, about a century after the false prophet Mohammed. Geber excelled not only in Chemistry, but also in Astronomy in which subject he reformed many errors in the almagest of Ptolemy.[33]

A more detailed account may be found in the *Histoire de la Philosophie Hermétique* written by Abbe Lenglet du Fresnoy in 1742. Here we find that

31. H. Boerhaave, *A New Method of Chemistry, Including the Theory and Practice of that Art: Laid Down on Mechanical Principles* (London J. Osborn and T. Longman, 1727), pp. 14 – 15.

32. Herman Boerhaave, *A New Method of Chemistry: Including the History, Theory, and Practice of the Art ... To which are added, Notes; and an Appendix... by Peter Shaw, M.D.* (second ed., London: T. Longman, 1741), 1, p. 26.

33. Anon., *Traité de l'Opinion, ou Memoires pour servir a l'histoire de l'esprit humain* (3 vols., Paris: Chas. Osmont, 1733), 3, pp. 532 – 533.

philosophers of the seventeenth century: Descartes, Galileo, Gassendi, Mersenne, van Helmont and Harvey.

But while these philosophers assemble their forces several spies are caught These are all alchemists and they inform the leaders of the army that the mountain is nearly inaccessible and open only to philosophers of the school of Hermes. Among these true philosophers we find Geber. He informs the false philosophers that there are many defenders of the mountain top, philosophers who are guided by reason and truth. They are men who have been taught by Hermes, the father of all knowledge, a statement that is particularly offensive to Galen. In time Paracelsus himself is captured and is forced to agree to lead the army to the summit. However, they cannot proceed through the dark fog (symbolizing their own ignorance) and he proceeds on to the summit alone. In short, the author of *Le Parnasse* could still view Paracelsus and the chief alchemical authorities such as Geber as the primary guides to scientific and medical advance.

Information on the life of Geber would seem to have entered the alchemical tradition in the last half of the seventeenth century. *The De viris quibusdam illustribus apud Arabes* of Leo Africanus (c. 1494 – 1552) had been written in the mid-sixteenth century, but it surely was not known to the many editors of Geber's works until much later.[28] Leo had noted that Geber had been born in Granada of Greek parents, had then been converted to Christianity, but had returned to his original faith prior to his death.

Reference to the account of Leo Africanus is to be found in the *De ortu et progressu Chemiae* of Olaus Borrichius (1668),[29] but there is little evidence of it in his survey of the chemical literature, the *Conspectus Scriptorum Chemicorum Celebriorum* published posthumously in 1697. Here, in a section on Geber, Borrichius referred to both the *Summa perfectionis* and the *De investigatione perfectionis* which he considerd to be among the most famous books ever written in this field. But as for the author, he was simply "Geber the Arab" about whom we do not even know his dates. It was only certain that he was very early since authors such as Avicenna, Albertus Magnus, and Dionysius Zacharius had testified as to his antiquity. Indeed, Borrichius suggested that he might properly be called the true father of all chemists — if one rules out Hermes Trismegistus — both because of his early date and because of his fame.[30]

28. Johannes Loe (c. 1494–1552) (Leo Africanus) discussed the lives of the Arabic physicians and philosophers in this work which is most coveniently available in the thirteenth volume of J.A. Fabricius' *Bibliotheca Graeca* (1718).

29. Olaus Borrichius, *De ortu & progressu Chemiae* (1668) in J. J. Manget, *Bibliotheca Chemica Curiosa*... (2 vols. Geneva: Chouet, De Tournes et al., 1702), 1, p. 30.

30. Olaus Borrichius, *Conspectus Scriptorum Chemicorum Celebriorum* (1697) in Manget, *op. cit.*, 1, pp. 41 – 42.

This *Author* taught these *Purifications* only in *Order* to the great *Stone* of *Philosophers*; to him I thus answer: All *Philosophers* (Ancient and Modern) unanimously affirm. that *Impurity* tends to *Corruption* and *Death*; but *Purity* to *Incorruption* and *Life*. Therefore, if they, to amend imperfect *Metals*, *viz.* To heal the *Diseases* of them, so strictly enjoyned *Separation* of *Heterogeneals*, and *Purification* of *Things Homogeneal*, how much more, every faithful Physician ought to labour in purifying the *Subjects* of *Medicine* for the *Humane Body* (more percious than all *Metals)* of which these here specified are no mean *Part*.[24]

It would seem that Russell considered Geber important because of the then current interest in the metallic and mineral remedies of the Paracelsian and Helmontian chemical philosophers. This viewpoint is confirmed when we note that Russell also translated into English the major works of Oswald Crollius, Basil Valentine, Paracelsus, Jean Beguin and Raymond Lull.[25] The medical value of the Geberian texts may also be seen in the German translation of the five Latin tracts by Philaletha (1710). Here the reader is told that the work of Geber will lead him to the true universal medicine.[26]

The fame of Geber was even to carry over to the debate between the ancients and the moderns at the end of the seventeenth century. Usually interpreted as a conflict between ancient Greek authorities and the mechanists, recent research indicates that other explanations are possible. Evidence for this may be found in an anonymous text of 1697, *Le Parnasse assiegé ou La guerre declarée entre les Philosophes Anciens & Modernes*.[27] The author clearly states in the preface that his purpose is to demonstrate the reality of the Hermetic science and the truth of the medicine of Paracelsus. The plot of this "Hermetic novel" is simple. Apollo, god of the sun and of the healing arts, has died on Mount Parnassus. This event seems to each philosopher to be an opportunity to assert his primacy over all the others. The mountain need only be climbed and the throne seized. But lack of success on the part of any one philosopher (or sect) to dominate the others leads to the abandonment of this civil war and the philosophers join together to assault the mountain in unison. Here we find the legions commanded not only by Plato and Aristotle, but also by the pre-Socratics — and even Confucius. No less in evidence are the natural

24. *Ibid.*, sig. A3r.

25. *Ibid.*, sig. A3v.

26. Geberi, Des Königes der Araber, scharffsinninger Philosophi und wahren Adepti, *Curieuse vollständige Chymische Schriffte...* (Frankfurt and Leipzig; Hieron. Philipp Ritschel, 1710. The editor of this edition is identified as one « Philaletha .»

27. For a more complete account of this work see Allen G. Debus, « The Paracelsians in Eighteenth Century France : A Renaissance Tradition in the Age of the Enlightenment» in *Transformation and Tradition in the Sciences* (I.B. Cohen Festschrift) (Cambridge University Press, 1984), pp. 193–214.

In England R. Bostocke (1585) attempted to establish the antiquity of the art in an apology for the chemical medicine of Paracelsus. Little aware of the broad spectrum of the Islamic chemical tradition, Bostocke deplored the language employed by the alchemists when he noted that

> *Geber* also & *Roger Bacon* our Countrey man, *Bonus Lombardus*, and some others doe obserue Method, and doe write in figures and darke speeches, after the manner of Phylosophers: But they so hide and couer, the matter, whereof the uniuersall medicine, is made, that no man without a teacher, or without the especiall gift of GOD can understande what they meane.[21]

This reaction was far different from that of Richard Russell who translated the works of Geber into English in 1678. It was the second edition of the Russell translation that was purchased by Isaac Newton for his own library.[22] But Russell knew no more about the author than had his predecessors. The need for the translation was based primarily on the fame of the author.

> The *Eminency* and *Worth* of this *Author* need no *Apology*, his *Works* sufficiently commend *Him*, who in his *Writings*, as the present *Book* clearly shews, used no *Tautologies*, *Circumlocutions*, or fruitless *Ambages*, but (like a good *Master*, intending to inform, not to perplex the *Minds* of his *Disciples)* so succinctly speaks of all *Things*, as is rarely seen in any other *Author*. The *End*, why he *Writ* in his *Time*, was as himself declares, not only to *Teach* and *Direct* the *Ingenious*, but also to *Detect* and *Enervate* the fallacious *Descriptions* of *Sophisters*, whom he pronounceth *Cursed*; saying, he should be accursed also, did he not discover their frauds.[23]

The work is important, Russell continued, because it clearly described chemical procedures for the purification of metals and minerals and thus informed chemists how to make these substances "ten-fold more efficacious in *Medicinal Use*, than the same *Subject* (without such *Preparation* preceding) could have been..." Russell understood that the works of Geber were directed primarily to the transmutation of the base metals to gold, but because of the vitalistic world view he accepted, the base metals were thought to be diseased. Therefore, if the alchemist could learn to heal the metals, he should surely be able to do the same for man.

21. R. Bostocke, Esquire, *The difference betwene the auncient Phisicke.... and the latter Phisicke* (London: Robert Walley, sig. H vii^r.

22. Geber, *The Works of Geber, The Most Famous Arabian Prince and Philosopher of the Investigation and Perfection of the Philosophers-Stone* (London:William Cooper, 1686). The University of Wiscosin owns the Newton copy of this edition. The first edition of the Russell translation (1678) has been conveniently reprinted by E. J. Holmyard with an introduction surveying the literature (London & Toronto: J. M. Dent; New York: E. P. Dutton, 1928).

23. Geber, *Works* (1686), sig. A2^r.

by Avicenna and others.[13] The same is true of the editions of 1531 and 1542.[14] The first edition to include all of the standard Latin texts of Geber was that of 1541.[15] After that time these five texts were generally published together. The early collected editions also customarily included a prefatory statement referring to the unsatisfactory nature of the earliest edition (1481) and the fact that the Vatican manuscript of the works of Geber had been employed to correct the errors that had been present.[16] It is important to note that the Latin translation of the *Book of Seventy*, translated into Latin from the Arabic in the twelfth century, was never included in the alchemical collections of the Latin Geber.

And yet, if we know today that the Latin Geber is distinct from the authors of the true Jābirian corpus, the scholars of the fifteenth and sixteenth century were convinced that he was an authority of great antiquity who had lived in Arabia or India. Darmstaedter has noted that there was further confusion due to the fact that Petreius in Nuremberg had printed a Latin translation of the astronomy of Gabir ibn Aflah al Isbili (Seville) in 1534.[17] The similarity of names led later authors to think that the alchemist was also an astronomer. The persistence of this legend was given added weight due to the fact that Conrad Gesner accepted it in his massive *Bibliotheca universalis* (1545).[18]

Later sixteenth and seventeenth century works add little to the legend of Geber. Lazarus Zetzner prepared one of the best editions of the Latin Geber in 1598, but the only spoke of the veneration scholars held for this author.[19] In 1668 Caspar Horn prepared his own corrected addition of Geber to which he added a list of chemical aphorisms based upon his works. But Horn was able to add little about the man who had written the texts. He could say little more than the fact that Geber had exhibited the greatest wisdom and that his words were based upon true experience appreciated by all later alchemists.[20]

13. Geberis philosophi perspicaciss., *Summa perfectionis magisterii in sua natura, ex Bibliothecae Vaticanae*...(Rome :Marcellus Silber, c. 1510–1525).

14. Geberi philosophi ac alchimisti maximi, *De alchemia libri tres* (Strassburg: Johann Greininger, 1531); Geber, *Summa Perfectionis magisterii... Libri que investigationis magisterii, & Testamenti, ac Aurei Trium verbarum Libelli Avicenna*, Mineralia [De Congelatione et Conglutinatione lapidem] (Venice: Peter Schœffer for Giovanni Battista Pederzano, 1542).

15. Multhauf., op. cit., p. 171.

16. Customarily titled« Custodes Bibliothecae vaticanae Alchimiae Studiosis recte sapere.»

17. Darmstaedter, *op. cit.*, p. 4.

18. Conrad Gesner, *Bibliotheca Vniuersalis, sive scriptorum locupletissimus*... (Zurich: Christopher Froschauer, 1545, reprint Osnabrück: Otto Zeller, 1966), f. 266ᵛ.

19. Gebri Arabis Philosophi ac Alchimistae acutissimi, *De Alchemia Traditio summae perfectionis in duas libros divisa. Item: Liber investigations magisterii eiusdem* (Strassburg: Lazarus Zetzner, 1598).

20. Horn, *op. cit.*, pp. 239 – 242 (142).

These Latin texts are more empirical and less contemplative than the Arabic works ascribed to Jābir. They differ also by their inclusion of the earliest extensive references to the mineral acids (nitric and sulphuric acid) and by their exclusion of the concept of the balance. Indeed, they present a scholastic disputation on alchemy that is — in form – characteristic of thirteenth century Europe.[8]

Darmstaedter has compiled a list of the manuscript copies of these works existing in the major European libraries as well as the early printed editions.[9] If we correlate his count of the printed works with those to be found in Ferguson's *Bibliotheca Chemica*, Duveen's *Bibliotheca Alchemica et Chemica* and the *Catalog* of the Edgar Fahs Smith Memorial Collection in the History of Chemistry at the University of Pennsylvania we see a distribution pattern emerge. The first alchemical text ascribed to Geber to appear in print dates from 1481. That was to be followed by some thirteen editions in the sixteenth century, eight in the seventeenth and four in the eighteenth. In addition to the Latin editions there were translations into English, French and German. These works were enshrined in the great alchemical collections of Zetzner (1659 – 1661) and Manget (1702) while scholars labored over the texts to prepare learned commentaries. As examples we may point to Giovanni Bracesco who presented the chief theories of Geber in dialog form in a work printed at Venice in 1544[10] and to Caspar Horn, a physician of Nuremberg who prepared a series of aphorisms based on the work of Geber, the *Medulla Alchimiae Gebricae*, for his edition of the *Summa perfectionis* in 1668.[11] Johann Gerhard prepared a detailed commentary of the same work as late as 1689.[12]

But who was this great authority? From the earliest printed texts we learn little. These are simply collections with the addition of several other works by other authors. Thus, the edition published at Rome by Marcellus Silber sometime between 1510 and 1525 includes the *Summa perfectionis magisterii*, the *De investigatione perfectionis* and the *Testamentum* plus additional works

8. Multhauf, op. cit., pp. 171 – 173.

9. Darmstaedter, *op. cit.*, pp. 8 – 12; John Ferguson, *Bibliotheca Chemica* (2 vols., 1906; reprint London: Derek Verschoyle, 1954), pp. 299 – 304, Denis I. Duveen, *Bibliotheca Alchemica et Chemica* (1949; reprint London: Dawsons, 1965), pp. 238 – 240; *Catalog of the Edgar Fahs Smith Memorial Collection in the History of Chemistry: University of Pennsylvania Library* (Boston: G. K. Hall, 1960).

10. Giovanni Bracesco, *La espositione di Geber philosopho di misser Giovanni Bracesco da lorci noui, nella quale di dichiarno molti nobilissimi secreti della natura* (Venice : Gabriel Giolito Ferraii, 1544).

11. Caspar Horn, *Medulla Alchimiae Gebricae* in Gebri Arabis, *Chemia sive Traditio summae Perfectionis et Investigatio Magisterii ...* (Leiden: Arnold Doude, 1668).

12. Johann Gerhard, *Exercitationes perbreves in Gebri Arabis, summi philosophi Chemici libros duas Summae Perfectionis cum Annexâ Analysi partis practicae Raymundi Lulli in Testamento* (Tubingen: Joh. Georg Cotta, 1689).

lot, prepared translations of medieval texts in Arabic ascribed to Jābir ibn Hayyān.[3] He noted that they differed markedly from the Latin works that went under the name of Geber. The translation of additional texts in more recent years has only served to reinforce Berthelot's original judgment. The research of Kraus, Ruska, Siggel, Corbin, Darmstaedter, Plessner, Holmyard and others have played major roles in this development.

It is now generally accepted that although Jābir ibn Hayyān was an historical figure of the late eighth and early ninth centuries, that the great bulk of the many surviving writings ascribed to him are the work of a religious school. Indeed, Plessner's survey of the problem which is based upon most of the recent research suggests that the works derive from the Isma^cili school and date from the tenth century. These Arabic texts are for the most part alchemical in content, but there are many that deal with other sciences including medicine, pharmacy, agriculture, technology, mathematics and astronomy[4]. Characteristic concepts to be found in the alchemical works include the Sulphur-Mercury theory of the metals, the classification of substances into metals (spirits) and minerals, the separation of elements and qualities by distillation, and the concept of the balance. In the final case both weight relationships and more mystical cosmological harmonies were to be understood. As in the Latin West six hundred years later, numerology and astrology become fundamental tools for the understanding of nature.[5]

It is of interest that this Arabic tradition was known to the Latin West. At least one of the Arabic texts ascribed to Jābir, the *Book of Seventy*, was translated into Latin by Gerard of Cremona (1114 – 1187).[6] Still, there is no evidence to indicate that this translation was widely known in the Middle Ages. Instead, we find the sudden popularity of the Latin texts referred to earlier (and especially the *Summa perfectionis magisterii)* in the period after 1300. These works were ascribed to one Geber who is now thought to have been of Spanish or Southern Italian origin and whose works were rapidly recognized as being among the most authoritative chemical texts of the period.[7] Variously referred to as a "most perspicacious philosopher," a prince or a king of Arabia or India, the Latin commentators and editors gradually embellished the antiquity of the supposed author and his station in the world.

3. M. Berthelot, *La Chimie au Moyen Age* (3 vols., 1893; reprint Osnabrück: Otto Zeller; Amsterdam: Philo Press, 1967), 3, pp. 126 – 224.

4. See Kraus, *Contribution...*, pp. 3–171, which is invaluable for its list of 2982 titles ascribed to Jabir and the descriptions.

5. Plessner, p. 42.

6. Multhauf, op. cit., p. 165. For the text of the *Liber de Septuaginta* see M. Berthelot, *Archéologie et Histoire des Sciences* (Paris: Gauthier-Villas, 1906), pp. 308 – 363.

7. Geber, *Die Alchemie des Geber*, übersetzt und erklärt von Dr. Ernst Darmstaedter (Berlin: Verlag von Julius Springer, 1922), pp. 3 – 7.

The "Geber" Tradition in Western Alchemy and Chemistry

ALLEN G. DEBUS*

In a paper submitted to the First International Symposium on the History of Arabic Science I discussed the great influence of alchemical, chemical, and medico-chemical texts of Arabic origin — or supposed Arabic origin — during the period of the European Scientific Revolution of the sixteenth and seventeenth centuries.[1] The high reputation of the authors of these works during the medieval period was enhanced during the Renaissance and many of their texts were published at that time. The purpose of the present paper will be to focus on the Latin Geber (or pseudo-Jābir ibn Hayyān) whose works appeared first in the late thirteenth century and who was cited as a major authority in chemistry for some six hundred years. It will be seen that his influence reflects shifts in scientific viewpoint in a period that is crucial for the rise of modern science.

It is not my purpose to discuss in detail the so-called "Geber-problem," but it would be impossible to refer to this author without at least mentioning the voluminous literature on this topic.[2] During the period of most interest to us (c. 1500 to 1800) five Latin texts (the *Summa perfectionis magisterii*, the *De investigatione perfectionis*, the *Liber fornacum*, the *De inventione Veritatis*, and the *Testamentum)* were considered to be authentic and of great antiquity. Nevertheless, no Arabic originals were known. It was not until 1893 that the great French chemist, politician, and pioneer historian of chemistry, M. Berthe-

* Morris Fishbein Professor of the History of Science and Medicine, The University of Chicago. The author is grateful to the Organizing Committee of the Second International Symposium for the History of Arabic Science and The Morris Fishbein Center for the Study of the History of Science and Medicine for support making it possible for him to attend this meeting.

1. « The Arabic Tradition in the Medical Chemistry of the Scienctific Revolution», *Proceedings* of the First International Symposium on the History of Arabic Science (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1978), vol. 2, pp. 275–290.

2. There are many surveys of the Geber problem. Among the most useful are those of Paul Kraus, *Jābir ibn Hayyān: Essai sur l'histoire des idées scientifiques dans l'Islam* (vol. 1, Paris: Librairie Orientale et Americaine; Le Caire: Librairie El-Khandgi, 1935); Paul Kraus, *Jāber ibn Hayyān: Contribution à l'histoire des idées scientifique dans Islam: Vol. I. Le Corpus des écrits Jābiriens, Mémoires présentés à l'Institut d'Égypte*, 44 (1943); Martin Plessner, «Jābir ibn Hayyān», *Dictionary of Scientific Biography*, editor-in-chief, Charles C. Gillispie (vol. 7, New York: Chas. Scribner's Sons, 1973), pp. 39–43; Seyyed Hossein Nasr, *Science and Civilization in Islam* (Cambridge: Harvard U.P., pp. 258–268; R. P. Multhauf, *The Origins of Chemistry* (London: Oldbourne, 1966), pp. 128–142. The best survey of secondary sources is to be found in Seyyed Hossein Nasr, *An Annotated Bibliography of Islamic Science* (vol. 1, Tehran: Imperial Iranian Academy of Philosophy, 1975), pp. 314-320.

مجلة تاريخ العلوم العربية

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد التاسع | العددان الأول والثاني | ١٩٩١

محتويات العدد

القسم العربي

الابحـاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

مراجعات الكتب

افتتاحية وتعميم

تعود مجلة تاريخ العلوم العربية للظهور ثانية، بعدما تعثرت وتأخرت لأسباب خارجة عن إرادة معهد التراث العلمي العربي وإننا نأسف لذلك .

وإننا نشكر كافة المشتركين في المجلة من باحثين ومؤسسات علمية على صبرهم وتفهمهم لظروفنا الطارئة ، ونأمل بأن تصدر المجلة من الآن فصاعداً بانتظام كسابق عهدها .

ونظراً لعدم إمكانية اصدار مجلدات عن الفترة السابقة، فإننا اعتبرنا الفترة مابين ١٩٨٥ – ١٩٩٠ م فترة توقف ، مع المحافظة على تسلسل المجلدات وبالتالي على حقوق المشتركين كاملة .

ستجدون في هذا المجلد نتاج عمل الباحثين الدؤوب في الكشف عن التراث العلمي في الحضارة العربية والاسلامية ، وقد تضمن هـذا المجلد أبحاثاً غنية ومتنوعة تتطرق لمواضيع شتى في الطب والفلك والرياضيات .

مدير معهد التراث العلمي العربي
الاستاذ الدكتور خالد ماغوط

كتاب الشكوك على جالينوس *

لمحمد بن زكريا الرازي

مهدي محقق

ابو بكر محمّد بن زكريا بن يحيى الرّازي الملقّب بجالينوس العرب[1] وطبيب المسلمين[2] وعلاّمة علوم الأوائل[3] كان من أعظم علماء الإسلام شهرة وأشهرهم علماً . درس الرّازي عند عدّة من علماء بلاد خراسان وما وراء النهر وطبرستان مثل ابي العبّاس الإيرانشهرى النيّشابوري[4] وأبي زيد البلخي[5] وعليّ بن ربّن الطّبرى[6] وتوغّل في الأعمال الطبيّة في مستشفيات الرّى وبغداد حتّى اشتهر بالطبيب المارستاني[7] وكذا ناقض وناظر علماء زمانه من جملتهم ابو القاسم الكعبيّ البلخي[8] في العلم الإلهي ومسألة الزّمان وأحمد بن الحسن المسمعي[9] في مسألة قدم الهيولى وابو العبّاس النّاشى الأكبر[10] في إثبات الطب وابو الحسن شهيد بن الحسين البلخي[11] في

* ألقي البحث في الندوة العالمية الرابعة لتاريخ العلوم عند العرب بحلب في نيسان – ١٩٨٧ م .

١ – ابن ابي اصيبعه ، **عيون الأنباء في طبقات الاطباء** (بيروت ٦٣ – ١٩٦٥) ، ص ٤١٥ .

٢ – القفطى ، **أخبار الحكماء** (ليبزيك ١٩٠٣) ، ص ٢٧١ .

٣ – ابن تغري بردي ، **النجوم الزاهرة في أخبار مصر والقاهرة** (قاهره ١٣٤٨ – ١٣٦٩)، ج٣ ص٢٠٩ .

٤ – ناصر خسرو ، **زاد المسافرين** (برلين ١٩٤١) ، ص ٩٨ .

٥ – ابن النديم ، **الفهرست** (طبعة فلوجل) ، ص ٢٩٩ .

٦ – القفطى ، **اخبار الحكماء** ، ص ٢٣١ .

٧ – ابن جلجل ، **طبقات الأطباء والحكماء** (قاهره ١٩٥٥) ، ص ٧٧ « مارستان » مخفف « بيمارستان » بمعنى المستشفى .

٨ – ابن المرتضى ، **طبقات المعتزلة** (بيروت ١٣٨٠) ، ص ٨٨ .

٩ – المسعودي ، **التنبيه والإشراف** (بغداد ١٣٥٧) ، ص ٣٤٢ .

١٠ – ابن المرتضى ، **طبقات المعتزلة** ، ص ٩٣ .

١١ – ياقوت حموي ، **معجم البلدان** (ليبزيك ١٨٦٦) ، ج ٢ ص ١٦٧ .

مجلة تاريخ العلوم العربية – المجلد التاسع ، ١٩٩١ م – ص ٥ – ١٤ .

مسألة اللذة وأحمد بن محمد ابو طيب السرخسي[١٢] في أثر الطعم المر واحمد بن كيال[١٣] في مسألة الإمامة .

والدليل على جلالة قدر الرازي في العلم أن ابا الريحان البيروني برغم انه كان مخالفاً للرازي في بعض عقائده الفلسفية والدينية ألف كتاباً ذكر فيه آثار الرازي على حسب الموضوعات المختلفة العلمية[١٤] أعني الطب والطبيعيات والمنطق والرياضيات والنجوم وتفاسير كتب القدماء وتلاخيصها والفلسفيات والتخمينيات وما فوق الطبيعة والكيمياء والكفريات والفنون المختلفة الاخرى .

وفي جملة كتبه في الطبيعيات يذكر البيروني كتاب « الشكوك على جالينوس »[١٥] ومع الأسف ما بقي لنا من ذلك الكتاب القيم إلا ثلاث نسخ يظن انها ترجع إلى أصل واحد وبرغم ان الكتاب مفيد جداً لطالبي تاريخ الطب في الإسلام ما طبع حتى الآن . والغرض من كاتب هذه المقالة أن يعرّف الكتاب إلى العلماء الحاضرين في هذا المجلس الشريف على حسب الطاقة والاستطاعة .

قبل الخوض في أصل البحث لابد أن نشير إلى ان لفظ « الشك » يعادل اللفظ اليوناني **Aporia** الذي يؤدي معنى الضيّق والعسر والورطة والحيرة ، وفي مجال الجدال الفلسفي يدل على الصعوبة والمشكلة والمعضلة واقتران لفظ الشك أو مقابله اليوناني بالحرف « على » **Pros** يقربه من معنى الاعتراض والنقد[١٦] . فغرض الرازي في كتابه إثارة الشكوك أو الاعتراضات على مواضع مشكلة تورط فيها جالينوس في مؤلفاته .

ولد جالينوس في سنة ١٣٠ م . في مدينة **Pergamon** التي عربت بفرغامس أو فرغامن من بلاد آسيا الوسطى ومات في سنة ٢٠٠ م . في سيسيل وترك آثاراً عديدة في العلوم المختلفة خاصة في الطب والفلسفة . الف جالينوس في حياته فهرساً لمؤلفاته

١٢ — ياقوت حموي ، إرشاد الاديب (قاهرة ١٩٢٤) ، ج ١ ص ١٥٨
١٣ — مقدسي ، البدء والتاريخ (باريس ١٨٩٩ — ١٩١٩) ، ج ٥ ص ١٢٤ .
١٤ — نشرة بول كراوس (باريس ١٩٣٦) نشرة مهدي محقق مع المشاطة لرسالة الفهرست لغضنفر التبريزي (تهران ١٩٨٧)
١٥ — البيروني ، الرسالة ، رقم ٨٨ .
١٦ — عبد الحميد صبره ، مقدمة الشكوك على بطلميوس لابن الهيثم ، (قاهره ١٩٧١) ، ص م .

وذلك الفهرس يسمى « فينكس »[١٧] أو « بينكس »[١٨] من Pinax اليونانية بمعنى القائمة وألف كتاباً آخر في كيفية تقدم كتبه وتأخرها في القراءة ويسمى « في مراتب قراءة كتبه »[١٩] . اشتهرت آثار جالينوس بعده وكثر تابعوه وتلامذته وانتشروا في البلاد ودرسوا آثاره في المدارس والمعابد . وبعد مدة اختفت النصوص اليونانية في زوايا الأديرة والمعابد ونسيت أو كادت تنسى ولكن المترجمين الاسلاميين ترجموا جلّ آثاره من اليونانية الى السريانية والعربية ، وفي العصور الوسطى في اوربا ترجمت من العربية الى اللاتينية[٢٠] حتى انتهى الى عصر النهضة الذي اكتشفت فيه آثاره اليونانية وترجمت الى اللاتينية ثم الى اللغات الأخرى .

اشتركت في ترجمة آثار جالينوس في العصر الاسلامي عدد كثير من المترجمين ولحنين بن اسحق العبادي المشهور بحنين الترجمان المتوفى سنة ٢٦٠هـ[٢١] سهم كبير في امر ترجمة كتب جالينوس وقد بقيت منه رسالة يذكر فيها الكتب التي ترجمها من جالينوس[٢٢] وهذه الكتب كانت سبباً في شهرة جالينوس بين المسلمين حتى صار اسمه في الادب دالاّ على الكمال في فن الطب يقول المتنبي :

لما وجدت دواء دائي عندها هانت عليّ صفات جالينوسا[٢٣]

كان الرازي من أقدم العلماء الذين توجهوا نحو آثار جالينوس واستفادوا منها حتى انه وجد كتبا له لاتوجد في فهرست حنين بن اسحق ولا في فهرست جالينوس نفسه[٢٤].

١٧ — حنين بن اسحق ، الرسالة ، ص ٢ « وسماه فينكس وترجمته الفهرست » .
١٨ — ابن ابي اصيبعة ، **عيون الأنباء** ، ص ١٣٤ .
١٩ — في اللاتينية De Ordine Librorum .
٢٠ — ارجع Durling, R. J. Achronological Census of Renaissance Editions and Translations of Galen, *The Journal of the Warburg and Courtanld Institute*, Vol. XXIV, Nos 3 - 4 , 1961, P. 233 .
٢١ — ابو زيد حنين بن اسحق العبادي المتوفى ٢٦٠ (ابن النديم) أو ٢٦٤ (ابن ابي اصيبعه) علي بن ربن الطبري يذكره مع لقب « الترجمان » ، **فردوس الحكمة** (برلن ١٩٢٨) ، ص ٨ .
٢٢ — **رسالة إلى علي بن يحيى في ذكر ما ترجم من كتب جالينوس بعمله وبعض ما لم يترجم**، مع الترجمة التي عملها برجستراسر Bergstrasser (ليبزيك ١٩٢٥)
٢٣ — **ديوان المتنبي** (طبعة ديتريصي برلن ١٨٩١) ، ص ٩٤ .
٢٤ — يذكر ابن أبي اصيبعه كتابا للرازي باسم : « **فيما استدركه من كتب جالينوس ولم يذكرها حنين ولا هي في فهرست جالينوس** » **عيون الانباء** ، ص ٤٢٤ .

وقد كان الرازي متابعا لآراء جالينوس لا في الطب فقط بل كان يحذو حذوه في الفلسفة والأخلاق أيضاً فلا عجب أن نرى أنه يصرّح في ابتداء كتاب الشكوك بهذه العبارة :

« ... إذ كنت قد بليت بمقابلة من هو أعظم الخلق على منّة وأكثرهم لي منفعة ، وبه اهتديت وعلى أثره اقتفيت ومن بحره استقيت بما لاينبغي أن يقابل به العبد سيّده والتلميذ استاذه والمنعم عليه ولي نعمته »[٢٥] وكذا نجد بعض عناوين كتب الرازي تطابق عناوين كتب جالينوس نحو « البرهان » و « فيما يعتقده رأيا » و « في منافع الأعضاء »[٢٦] وقد لخص الرازي بعض الكتب المهمة لجالينوس نحو « اختصار كتاب النبض الكبير » و « تلخيص لحيلة البرء » و « تلخيصه للعلل والأعراض » و « تلخيصه للأعضاء الآلمة »[٢٧] وهو يصرّح في كتاب الشكوك كان مقدما على ارسطو بهذه العبارة :

« ولقد كان رجل وجيه بمدينة السلام ممن يميل إلى ارسطاطاليس يقرأ معي كتب جالينوس فإذا بلغ إلى أمثال هذه المواضيع أكثر لومي وتعسفي على تفضيله وتقديمه وكان يعلم الله كثيراً ما يخجلني علو حجته عليّ في هذه الاشياء »[٢٨] وجدير بالذكر ان الرازي يميل إلى افلاطون في كثير من المباحث التي يخالف جالينوس فيها ارسطاطاليس ويوافق افلاطون مثل مسألة اللذة والألم ومسألة النفوس الثلاثة ولهذا يقول صاعد الاندلسي في حق الرازي : « وكان شديد الانحراف عن ارسطاطاليس وعائبا له في مفارقة معلمه افلاطون وغيره من متقدمي الفلاسفة في كثير من آرائهم »[٢٩].

الف الرازي كتاب الشكوك بعد قراءة مصنفات جالينوس المهمة ولهذا وجد مواضع الشكوك في كتبه المختلفة والتناقض فيها في المسائل المتعددة. وقد يسمى ابو الريحان

٢٥ – الرازي ، **كتاب الشكوك** ، مخطوط مكتبة ملك تهران بمجموعة ٤٥٧٣ ، ص ١ من نفس الكتاب.

٢٦ – ابن ابي اصيبعة ، أرقام ٢ ، ١٩٠ ، ١٩١ من آثار الرازي . حنين بن اسحق ، **الرسالة** ، ارقام ١١٥ ، ١١٣ ، ٤٩ من آثار جالينوس .

٢٧ – البيروني ، **الرسالة** ، ارقام ١٠٨ ، ١٠٩ ، ١١٠ ، ١١١ من آثار الرازي . حنين بن اسحق ، **الرسالة** ، ارقام ٢٦ ، ٢٠ ، ١٤ ، ١٥ من آثار جالينوس .

٢٨ – الرازي ، **كتاب الشكوك** ، ص ١٦ .

٢٩ – ابو القاسم صاعد بن احمد ، **طبقات الأمم** (بيروت ١٩١٢) ، ص ٣٣ .

البيروني في فهرسته هذا الكتاب « الشكوك على جالينوس »[٣٠] وابن ابي اصيبعه يسميه « الشكوك والمناقضات التي في كتب جالينوس »[٣١] وقد وجدنا في النسخة التي استفدنا منها ونرجع إليها هذا العنوان « كتاب الشكوك للرازي على كتاب فاضل الأطباء جالينوس في الكتب الذي نسب إليه »[٣٢] .

ويجب أن نذكر ان الاسكندر الافروديسي[٣٣] نقض آراء جالينوس[٣٤] قبل الرازي وكذلك يحيى النحوي الإسكندراني وضع كتابا سماه الشكوك أورد فيه ما يزعمه اغلوطات جالينوس[٣٥] .

وقد أشار محمد بن سرخ النيشابوري الفيلسوف الإسماعيلي في كتابه الذي يشرح فيه قصيدة أبي الهيثم الجرجاني إلى كتاب الشكوك للرازي ثم يذكر ان رجلا في زمان الرازي وضع كتابا وسماه الشكوك على محمد بن زكريا وإذا رأى الرازي هذا الكتاب قال : « منزلتي عنده كمنزلة جالينوس عندي » ثم اقر الرازي باشتباهات نفسه[٣٦] ولنا شك في صحة هذه الاسطورة ولكن من المسلم به ان ابن ابي صادق[٣٧] وابن رضوان المصري[٣٨] وابا العلاء بن زهر[٣٩] وضعوا كتبا باسم « حل شكوك

٣٠ – البيروني ، **الرسالة** ، رقم ٨٨ .

٣١ – ابن ابي اصيبعة ، **عيون الأنباء** ص ٤٢٢ .

٣٢ – مخطوطة مكتبة ملك تهران ، ص ١ .

٣٣ – **Alexander of Aphrodisias** .

٣٤ – يذكر ابن ابي اصيبعة منه :« مقالة في الرد على جالينوس في المقالة الثامنة من كتابه في البرهان » «مقالة في الرد على جالينوس فيما طعن على قول ارسطاطاليس ان كل ما يتحرك فانما يتحرك عن محرك » مقالة في الرد على جالينوس في مادة الممكن » **عيون الأنباء** ؛ ص ١٠٦ .

٣٥ – يقول علي بن رضوان المصري في رسالة منه إلى ابن بطلان البغدادي : « وأعجب من هذا ان يحيى النحوي وضع كتاباً سماه الشكوك يوضح فيه ما يزعمه اغلوطات جالينوس » **خمس رسائل** (قاهره ١٩٣٧) ؛ ص ٧٥ .

٣٦ – محمد بن سرخ النيشابوري، **شرح قصيدة ابو الهيثم احمد بن حسن الجرجاني** (تهران ١٩٥٥) ص٥٢ .

٣٧ – يقول ابن ابي اصيبعة عند ترجمة احوال ابو القاسم عبد الرحمن بن ابي صادق من رجال القرن الخامس : «وكتب ابو القاسم بخطه حل شكوك الرازي على كتب جالينوس»، **عيون الأنباء**، ص٤٦١

٣٨ – يذكر ابن ابي اصيبعة لابي الحسن علي بن رضوان المصري المتوفى ٤٥٣ كتاب « في حل شكوك الرازي على كتب جالينوس » ، **عيون الانباء** ، ص ٥٦٧ .

٣٩ – يذكر ابن اصيبعة لابي العلاء زهر بن ابي مروان Avenzoar المتوفى ٥٢٥ كتاب « حل شكوك الرازي على كتب جالينوس » **عيون الأنباء** ، ص ٥١٩ .

الرازي على كتب جالينوس » . ويشير ابن ميمون القرطبي إلى رد ابن رضوان وابن زهر في كتاب فصوله[٤٠] وكان كتاب ابن رضوان في يد ابن أبي اصيبعه[٤١] ولكنه الآن مفقود ولكن بقى لنا من كتاب ابن زهر نسخة في مكتبة مدرسة نواب بمشهد – ايران[٤٢] وعنوان النسخة هكذا « البيان والتبيين في الانتصار لجالينوس » ويظنّ ابن زهر أن أحدا من السوفسطائية ابتدع هذا الكتاب ونسبه إلى الرازي أو ان الرازي الف الكتاب في أحد طرفي عمره : إما في أوله قبل أن يفهم كتب جالينوس وإما في آخره عند اشتغاله بالصناعة أعنى الكيمياء وتسلط روائح الزرانيخ والكباريت على دماغه[٤٣] يبتدىء الرازي كتاب الشكوك بهذه العبارة :

« إني لأعلم ان كثيرا من الناس يستجهلوني في تأليف هذا الكتاب »[٤٤] وهو يدافع إيراد هذه الجماعة بقوله : « إن صناعة الطب والفلسفة لايحتمل التسليم للرؤساء والقبول منهم ولا مساهلتهم وترك الاستقصاء عليهم ولا الفيلسوف يحب ذلك من تلاميذه والمتعلمين منه » ثم يجيب لائميه بقوله :

« وأما من لامنى وجهلنى في استخراج هذه الشكوك فاني لاعده فيلسوفاً إذ كان قد نبذ سنّة الفلاسفة وراء ظهره وتمسك بسنّة الرعاع وتقليد الرؤساء وترك الاعتراض عليهم هذا ارسطاطاليس يقول : « اختلف الحق وفلاطن وكلاهما صديقان إلا أن الحق لنا أصدق من فلاطن »[٤٥] ثم يقول الرازي :

٤٠ – رد موسى بن ميمون القرطبي Maimonides على جالينوس في الفلسفة والعلم الالهي ، **مجلة كلية الآداب بالجامعة المصرية** ، المجلد الخامس ، الجزء الأول (١٩٣٧) ، ص ٧٧ .

٤١ – **عيون الأنباء** ص ٤٢٩ .

٤٢ – **مجلة آستان قدس رضوى** ، مشهد – ايران ، الدورة السابعة عدد ١ ، ص ١١٦ .

٤٣ – ابن زهر ، **البيان والتبيين** ، مخطوطة مشهد ، ص ١ يقول ابن زهر : « قال السوفسطائى » بدلا من « قال الرازي » .

٤٤ – الرازي ، **كتاب الشكوك** ، ص١ اقتبس الرازي مبتدء كتابه من جابر بن حيان لأن الأخير يبتدء كتابه « التجميع » وكذا « السر المكنون » بعبارة : « ان قوما يستجهلوني ... » ارجع إلى **جابر ابن حيان** لبول كراوس Paul Kraus (قاهره ٤٣ – ١٩٤٢) ، ج ٢ ص ٢٥٢

٤٥ – علي بن رضوان المصري حيثما ينقل في رسالته إلى ابن بطلان هذا القول لارسطاطاليس يضيف اليه قول فرفوريوس Porphyry الذي قال : « إن قتل آباءنا أهون إلينا من قبول الآراء الفاسدة » **خمس رسائل** . ص ٧٦ .

« وإن سئلت عن السبب الذي من أجله يستدرك المتاخرون في الزمان على أفاضل القدماء بمثل هذه الاستدراكات . قلت إن لذلك اسباباً : منها السهو والغفلة الموكلة بالبشر ، ومنها غلبة الهوى على الرأي فانه ربما طمس الهوى عين الرأي في رجل من الناس لأمر ما حتى يقول فيه ما خطا إما هو يعلم خطأه وإما هو لا يعلم خطأه حتى إذا تصفح ذلك القول رجل لبيب عار من ذلك الهوى لم يذهب عليه ما ذهب على الرجل الأول ولم يدعه الهوى إلى ما دعاه إليه . ومنها ان الصناعات لاتزال تزداد وتقرب من الكمال على الأيام ... فإن قيل لي هذا يدعو إلى ان يكون المتاخرون من أهل الصناعات أفضل فيها من القدماء . قلت إني لا أرى أن اطلق ذلك إلا بعد ان اشترط في وصف هذا المتآخر في الزمان إذا كان مكملا لما جاء به القديم .

أورد الرازي في كتابه شكوكا على جالينوس في المسائل الطبية والفلسفية ولهذا اعترض ابن ميمون في كتابه الذي سماه « الفصول » على الرازي بأن الرازي في كتاب الشكوك بذل جهده في المسائل الفلسفية وأهمل المسائل الطبية[٤٦] ولكن ايراد ابن ميمون مدفوع بأن جالينوس نفسه بحث في كتبه الطبية عن المسائل الفلسفية مثل الحدوث والقدم والكون والفساد والزمان والمكان والهيولى والخلاء والملاء وذلك بأن القدماء كانوا يعتقدون بأن الطب والفلسفة يكملان أحدهما الآخر حتى روى عن بعضهم ان الطب فلسفة البدن والفلسفة طب الروح[٤٧] . وهذا جالينوس الف كتاباً سماه « في أن الطبيب الفاضل يجب أن يكون فيلسوفاً »[٤٨] وكذلك كانت سيرة أطباء الاسلام أن يذكروا المسائل الفلسفية في كتبهم الطبية ليكون أثرهم جامعا لطب الأبدان وطب الأنفس معا ونجد هذا الاسلوب في كتاب فردوس الحكمة لعلي بن ربن الطبري وهكذا في كتاب المعالجات البقراطية لأبي الحسن الطبري. ويجب أن نذكر ان الرازي خرج عن مسألة الطب والفلسفة مرة واحدة وذلك حين اعترض على قول جالينوس في مسألة اللغات . قال جالينوس : « إن لغة اليونانيين أعذب اللغات لأن لغات سائر

٤٦ – رد موسى بن ميمون القرطبي .... ، ص ٧٧ .

٤٧ – ارجع : Owsei Temkin, " Studies on Late Alexandrian Medicine" , *Bulletin of the History of Medicine*, 1935, P. 418 .

٤٨ – حنين بن اسحق ، **الرسالة** ، رقم ١٠٣ . طبع هذا الكتاب في غوتينغن من بلاد آلمان سنة ١٩٦٦ مع الترجمة الالمانية .

الأمم يشبه بعضها صياح الخنازير وبعضها نقيق الضفادع » وقال الرازي في رده : « إن هذا كلام عوام الناس لأن الألفاظ انما يخف ويعذب بالاعتياد وان لغة العرب عند العرب كلغة اليونانيين عندهم وان العرب يستثقل لغة الروم كما يستثقل الروم لغة العرب »[٤٩] ويشير ابن حزم إلى كلام جالينوس بهذه العبارة : « هذا جهل شديد لأن عالم كل لغة ليست لغته ولايفهمها فهي عنده في النصاب الذي ذكره جالينوس ولا فرق[٥٠] والكتب التي أورد الرازي الشكوك عليها تكون من أهم كتب جالينوس مثل : آراء بقراط وافلاطون ، الأخلاق ، الأدوية المفردة الأسطقسات على رأي بقراط ، اصناف الحميات ، الأعضاء الآلمة ، الأغذية ، الأمراض الحادة، البحران، البرهان ، التجربة الطبية ، تدبير الأصحاء ، تشريح الحيوان ، تفسير كتاب البقراط في طبيعة الإنسان ، تفسير كتاب الفصول ، تقدمة المعرفة ، حركة العضل ، حيلة البرء ، الذبول ، الرعشة والنافض ، الصناعة الصغيرة ، العلل والأعراض ، قاطاجانس ، القوى الطبيعية ، في أن قوى النفس تابعة لمزاج البدن ، في ما يعتقده رأيا ، المزاج ، منافع الأعضاء ، المنى ، الميامر ، النبض الكبير . وهكذا ذكر الرازي في كتاب الشكوك أقوالا طبية وفلسفية من الحكماء اليونانيين مثل افلاطون وارسطاطاليس وبقراط وثاسطيوس وثاوفرسطس وخروسبس وابندقلس وديوقلس وثالس واسقليبيادس وديوسقوريدوس وارسسطراطس[٥١] ومن العلماء الاسلاميين مثل حنين بن اسحق ومحمد بن موسى[٥٢] وكذا أشار إلى رجل وجيه وصديق نبيل كان يقرأ معه كتب جالينوس ولم يصرح باسمه[٥٣] .

وحينما يورد الرازي الشكوك على جالينوس يشير إلى بعض كتب نفسه التي فقدت على مر الدهور وهذا يمكننا أن نعلم بعض مطالب كتب الرازي التي لم يبق لنا حتى الآن إلا أسماؤها ومن جملتها :

٤٩ – الرازي ، **كتاب الشكوك** ، ص ٢٩ .

٥٠ – ابن حزم الأندلسي ، **الإحكام في اصول الأحكام** (قاهره مطبعة الامام) ، ج ١ ص ٣٢ .

٥١ – **Plato, Aristotle, Hippocrates, Themistius, Theophrastus, chrysippus, Empedocles, Diocles, Thales Asclepiades, Dioscurides, Erasistratos.**

٥٢ – محمد بن موسى المنجم، عيون الأنباء ، ص٢٨٢ والرازي يسميه «فيلسوف العرب» الشكوك، ص١٦ .

٥٣ – الرازي ، **كتاب الشكوك** ، ص ٨ ، ١٦ ، ٢٨ .

« سمع الكيان » ، يقول في الشكوك :

« وقد أفردنا لبعض رأى من زعم ان التغيرات كمون وظهور في كتاب سمع الكيان من قرأها علم ان في هذا الكلام تقصيراً عما يحتاج إليه »[٥٤] .

في الرد على السرخسي في امر الطعم المر ، يقول في الشكوك في بحث الاستدلال على عمل الدواء من جهة الطعم : « وقد أفردنا لهذه المطالبات مقالة جعلنا رسمها في الرد على أحمد بن الطيب السرخسي في امر الطعم المر »[٥٥] في أن مركز الأرض ينبوع البرد ، يقول في الشكوك :

« وكان جالينوس يرى ان الركن البارد هو الأرض وقد وجب عليه ان الأرض باردة باطلاقه والبارد باطلاق هو الذي لاشيء أبرد منه فهو إذن أبرد من الجمد وفي ذلك مخالفة الحسّ وتحتاج في حلّ هذا الشك إلى كلام كثير وقد أفردنا لذلك مقالة »[٥٦] .

في كيفية الإبصار ، يقول في الشكوك :

« وقد أفردت النظر في هذا الرأي مقالة ضخمة وبينت أن الابصار يكون بتشبح الأشباح في البصر و تعصب ماقاله في هذا الراي في كتاب البرهان وفي سائر كتبه تعصبا شافيا وما قلته ههنا يجري في غرض كتابنا هذا »[٥٧] .

في الأزمنة والأهوية ، يقول في الشكوك حينما ينقل رأي جالينوس من أن احوال بعض الطباع يكون أجود في الصيف : « ولكن لاينبغي أن يطول الكتاب بحله ولا بالجملة شيء من الشكوك التي في كلامه في الأزمنة لانها كثيرة جداً ونحتاج فيها من الكلام إلى أضعاف هذا الكتاب ولأنا عازمون وبالله التوفيق على عمل كتاب في الأزمنة نخصه بهذا المعنى ونبحث فيه عما في هذه المقالة وما في كتاب الأهوية بحثا مستقصى إن شاء الله تعالى »[٥٨]

في جوّ الأسراب ، يقول في الشكوك :

٥٤ – الشكوك ، ص ١٠ .
٥٥ – الشكوك ص ١٧ .
٥٦ – الشكوك ، ص ١٧ .
٥٧ – الشكوك ، ص ٥ .
٥٨ – الشكوك ، ص ٢٥ .

« وقد بينا في مقالة مفردة ان الحرارة التي نحسها في الشتاء في ماء العيون وأهوية المواضع الغامرة ليست من أجل انها في انفسها في هذه الحالة أسخن منها في الصيف لكن نحن نحسها من أجل برد أبداننا كذلك كما نحس الماء الفاتر بعد دخول الحمام وسخونة أبداننا بارد وإن شئت تقف عن جميع ماقلناه في هذا الباب فاقرأ هذه المقالة»[٥٩].

النفس الكبير ، يقول في الشكوك :

« وفيما رد به على خروسبس في عوارض النفس شكوك كثيرة لم يجب أن يطول بها هذا الكتاب لانا عازمون على أن نكتب في هذا الفن كتابا نستقصيه إن شاء الله تعالى ونذكر في هذا الكتاب ما يتشكل عليه في كتاب الأخلاق »[٦٠] .

وكذلك نجد في كتاب الشكوك المطالب العلمية التي تكشف عما قاله الرازي في بعض كتبه التي فقدت وإن لم يصرح نفسه باسماء تلك الكتب .

هذا ما تيسر لي من تعريف ذلك الكتاب القيم على حسب مقتضى الحال والمقام وأوصي الباحثين في آثار جالينوس والرازي وافكارهما الطبية والفلسفية أن يتلقوا الكتاب باهمية خاصة وأرجو من الله أن يوفقني لتصحيحه ونشره لأخدم بذلك طالبي تاريخ العلوم الاسلامية ومحبيها إن شاء الله تعالى .

٥٩ – الشكوك ، ص ٢٣ .

٦٠ – الشكوك ، ص ٢٤ .

الرازي واندريا فيساليوس *

سيمون الحايك

ولد ابو زكريا الرازي على الارجح عام ٨٦٥ بالري . سافر إلى بغداد واقام بها مدة . تعلم صناعة الطب عن كبر ، ومعلمه هو علي بن ربن الطبري .

كان الرازي كبير الرأس مسفطه وكان يجلس في مجلسه ودونه التلاميذ ودونهم تلاميذهم ودونهم تلاميذ أخر ، فكان يجيء الرجل فيصف ما يجد لأول من يلقاه ، فان كان عندهم علم والا تعداهم إلى غيرهم فان اصابوا والا تكلم الرازي في ذلك .

وقال الرازي :

لعمري ما ادري وقد اذن البلى — بعاجل ترحال إلى أين ترحالي
واين محل الروح بعد خروجه — من الهيكل المنحل والجسد البالي

له مؤلفات عديدة منها كتاب « الحاوي » وقد نقل إلى اللاتينية . كتاب « المدخل إلى الطب » كتاب « الفصول في الطب » او « المرشد » وكتابه « المنصوري » وهو الذي يهمنا فقد ظل يدرس في الجامعات الاوروبية حتى اواخر القرن السابع عشر ، يتبع فيه طريقة جالينوس النظرية وطريقة ابقراط التطبيقية .

الف هذا الكتاب للامير منصور بن اسحق بن اسماعيل بن احمد صاحب خراسان وتحرى فيه الاختصار والايجاز مع جمعه لجمل وجوامع ونكت وعيون من صناعة الطب علمها وعملها ، وهو عشر مقالات :

المقالة الأولى : في المدخل إلى الطب وفي شكل الأعضاء وخلقها .

المقالة الثانية : في تعريف مزاج الأبدان وهيئتها والأخلاط الغالبة عليها واستدلالات وجيزة جامعة من الفراسة .

* ألقي البحث في الندوة العالمية الرابعة لتاريخ العلوم عند العرب بحلب في نيسان - ١٩٨٧ م .

مجلة تاريخ العلوم العربية - المجلد التاسع ، ١٩٩١ - ص ١٥ - ٢٨

المقالة الثالثة : في قوى الأغذية والأدوية .
المقالة الرابعة : في حفظ الصحة .
المقالة الخامسة : في الزينـــة .
المقالة السادسة : في تدبير المسافرين .
المقالة السابعة : جمل وجوامع في صناعة الجبر والجراحات والقروح .
المقالة الثامنة : في السموم والهوام .
المقالة التاسعة : في الأمراض الحادثة من القرن إلى القدم .
المقالة العاشرة : في الحميات وما يتبع ذلك مما يحتاج إلى معرفته في تحديد علاجها .
مقالة اضافها إلى كتاب « المنصوري » وهي في الامور الطبيعية .
يسمي البيروني هذا الكتاب : «الكناش المنصوري» وهو عرض للطب في عشرة كتب.

مخطوطاته :

- باريس المكتبة الوطنية رقم ٢٨٦٦ ، ٦٢٠٣
- بودليانا ٥٢٩/١ : ٥٠٤ ، ٥٧٧ ، ٥٩٢
- درسدن (المانية) : ١٤٠
- الاسكوريال : ٨١٩ ، ٨٢١ ، ٨٥٨ ، ٨٦٠
- مدريد : ٥٦١ : ١

ويقول بروكلمان : ويكاد المنصوري يعتمد اعتماداً تاماً على مصادر يونانية :

فالمقالة الأولى في التشريح ومنافع الاعضاء تعتمد على ابقراط وجالينوس واورباسيوس.
المقالة الثانية في الامزجة تعتمد على ابقراط وجالينوس وبولس الاجانيطي .
المقالة الثالثة في الادوية البسيطة تعتمد على ابقراط وجالينوس .
المقالة الرابعة في حفظ الصحة تعتمد على جالينوس وبولس الاجانيطي .
المقالة الخامسة في أمراض الجلد والدهون تعتمد على جالينوس .
المقالة السابعة في الجراحة تعتمد على ابقراط وبولس الاجانيطي .
المقالة الثامنة في السموم تعتمد على بولس الاجانيطي .
المقالة التاسعة من المنصوري وهي التي تهمنا وكانت شائعة في القرون الوسطى

باسم: في أمراض الأعضاء المختلفة اعتمد فيها على ابقراط Hypocrates وعلى جالينو-ر

ترجم كتاب المنصوري إلى اللاتينية «جيرارده الكريموني» Gerardo da Cremona في طليطلة من أعمال اسبانية وقد طبعت الترجمة في ميلانو عام ١٤٨١ . والبندقية عام ١٤٩٧ وليون عام ١٥٢٠ . وباسيل عام ١٥٤٤ ؛ وطبعت الترجمة اللاتينية للمقالة التاسعة تحت هذا العنوان : Paraphrasis in nonum librum Rhazae بالبندقية في السنوات : ١٤٨٣ ، ١٤٩٠ . ١٤٩٣ . ١٤٩٧ وبادوا ١٤٨٠ .

يستهل كتاب المنصوري بمقدمة هي هذه :

« هذا كتاب ابي بكر محمد بن زكريا الرازي الذي سماه المنصور بن اسحق ابن محمد رحمة الله عليه . قال ابو بكر بن زكريا الرازي : « اني جامع للامير اطال الله بقاءه . في كتابي هذا جملا وجوامع ونكتا وعيونا من صناعة الطب ، متحر في ذلك الاختصار والايجاز ، وذاكر من حفظ الصحة ومعالجة الأمراض وتوابع ذلك ولواحقه ما لايزال يحدث وتدعو الحاجة إلى معرفته ، ويمكن اهل العقول والرأي مشاركة الأطباء فيه وتارك ذكر ما لايكاد يحدث الا في المدة الطويلة وما يحتاج في معرفته إلى وغول واعراق في الصناعة وجاء كتابي هذا عشر مقالات في كل مقالة فصول معلمة بالحروف على ما ينبغي من مراتب اعدادها ليسهل اصابة ما يراد منها . والله أسأل التوفيق والعون على ما يرضي الامير اسعده الله ويقرب إليه ويدني منه .

المقالة التاسعة التي تهمنا تتضمن اثنين وتسعين باباً وهي :

باب في الصداع والشقيقة وعلاجهما
باب في الــدوار .
باب في البرسام .
باب في السكتة .
باب في السبات .
باب في الشخوص .
باب في الفالج .
باب في الخدر والرعشة .
باب في اللقوة
باب في الماليخوليا .
باب في الزكام .
باب في الرمد في العين .
باب في القروح في العين .
باب في البياض الحادث في العين .
باب في الجرب والسبل .
باب في الحكة في الآماق .
باب في الطفــرة .
باب في الطرفة .

باب في التشنج .
باب في الصرع .
باب في الكابوس .
باب في الشعر المنقلب الذي في منخس العين .
باب في الغشاء في العين .
باب في الناصور الحادث في الآماق .
باب في القرحة في الاذن .
باب في ثقل السمع .
باب فيما ينشب في الأذن .
باب في القروح في الأنف .
باب في عدم الشم .
باب في قلع الاسنان .
باب في الضرس الذي يتوجع اذامسه شيء بارد .
باب في اللثة الدامية .
باب في العلق .
باب في ثقل اللسان .
باب في الوجع الحادث في الاعضاء الظاهرة .
باب في الاورام الحادثة في اللسان .
باب في السعال .
باب في ذات الجنب .
باب في نفث الدم ونخعه .
باب في الخفقان .
باب فيما يقوى المعدة
باب في الفواق .
باب في اوجاع الكبد
باب في الاستسقاء
باب في القولنج .

باب في الدمعـــة .
باب في ضعف البصر .
باب في انتفاخ الاجفان .
باب في الماء النازل في العين .
باب في الانتشار في العين .
باب في الوجع الحادث في الاذن .
باب في الدوى والطنين .
باب في الدود والهوام الحاصلة في الاذن .
باب في الرعاف .
باب في النواسير الحادثة في الانف .
باب في علاج وجع الاسنان .
باب في الضرس والخدر في الاسنان .
باب في القلاع .
باب في سقوط اللهاة .
باب فيما نشب في الحلق .
باب في اذلاع اللسان .
باب في الغدة الكائنة تحت اللسان وتسمى الضغدع
باب في الخوانيق .
باب في الربو .
باب في ذات الرئة .
باب السل .
باب في الهيضة .
باب في الوجع والورم في المعدة .
باب في الشهوة الكلبة .
باب في اليرقان .
باب في اوجاع الطحال .
باب في الخامة (آخر طعم الطعام) .

باب في عسر البول .
باب في الورم الحادث في الكلى والمثانة .
باب في الدود الكائنة في البطن والمقعدة .
باب في نتو المقعدة والرحم .
باب في ادرار الطمث .
باب في الورم في الرحم
باب في اختناق الارحام .
باب في الشق والفتق .
باب في الحدبة .
باب في داء الفيل .
باب في الحصاة .
باب في حرقة البول .
باب في البواسير والنواصير والشقاق الكائن في المقعدة .
باب في قطع الطمث .
باب في الشقاق في القبل .
باب في القروح في الارحام .
باب في العلة المسماة الرحا .
باب في النقرس وعرق النسا .
باب في الدولي .
باب في تقرح القطاة .

تمت المقالة التاسعة بحمد الله وعونه

من هو اندريا فيساليوس ؟ طبيب بلجيكي اشتهر بعلم التشريح. ولد في بروكسيل عام ١٥١٤ على الارجح . ابوه صيدلي ، رافق الامبراطور كارلوس الخامس عندما — في عام١٥١٧ — اعلن ملكا على قشتالة وارغون. قضى اندريا فيساليوس طفولته في بروكسيل . دخل اندريا عام ١٥٣٠ في معهد **Collège du Château** ولم تطل اقامته فيه اذ غادره عام ١٥٣١ ليلتحق بمعهد **Collegium trilingue** اي معهد اللغات الثلاث : اللاتينية واليونانية والعبرية . مكث في هذا المعهد ثلاثة اعوام تعلم فيها الفلسفة الطبيعية بما فيها منطق ارسطاطاليس ، وعلم ما وراء الطبيعة .

تعمق في اللغة اللاتينية واليونانية وله بعض الالمام باللغة العبرية . درس في جامعة لوفين البلجيكية التي كانت في اوائل القرن السادس عشر تضاهي جامعة باريس شهرة تأسست عام ١٤٢٦ . انتقل فيساليوس إلى باريس عام ١٥٣٢ بايعاز من نيقولاس فلوريناس **Nicolas Florenas** طبيب الامبراطـور كارلوس الخامس وصديق والد فيساليوس ، واهداه بعد سنوات اطروحته في الدكتوراه عنوانها **Paraphrasis in nonum librum Rhazae** شرح المقالة التاسعة للرازي في كتابه المنصوري ، كما سنرى .

وجامعة باريس في ذلك العهد تختلف عن الجامعات الايطالية ، فتعتبر الحصن المنيع في الدفاع عن النظريات التقليدية في اواخر القرن الخامس عشر واوائل القرن السادس عشر بحيث لو ان طالبا تجاسر ولفظ كلمة quisquis « اي شيء » أو qualis « ماذا » بطريقة تختلف عن الأسلوب المتبع في القرون الوسطى لعوقب في الحال .

يعتبر فيساليوس تلميذا لجالينوس مثل بقية اساتذة جامعة باريس مثل يعقوب سيلفيوس Sylvius وغيره ، انما فيساليوس كان مستعداً لتصحيح الأخطاء التي وقع فيها جالينوس اذا ثبت له انها اخطاء. بينما الآخرون يتبعون جالينوس بدون تحفظ ويثقون به ثقة عمياء .

ويعقوب سيلفيوس الذي اشرنا إليه اعلاه معلم فيساليوس ، ولد في اميان بفرنسة عام ١٤٧٨ وتوفي عام ١٥٥٥ . كان من المتحمسين لجالينوس .

معلم آخر لفيساليوس: كايوس Caius وهو من تلامذة جالينوس ، يرى ان الأخطاء المنسوبة إلى المعلم اليوناني تعود إلى تشويه في المخطوطات اليونانية وإلى ترجمات فاسدة . بينما يعقوب سلفيوس يقول : ان ما نجده من الفوارق بين ما قال جالينوس وما اثبته العلم الحاضر لايعود إلى أخطاء ارتكبها جالينوس بل إلى فساد الجنس البشري منذ ذلك العهد إلى يومنا هذا اي إلى النصف الأول من القرن السادس عشر الذي تميز بنبوغ عدد لايستهان به من الأطباء المعروفين نذكر منهم على سبيل المثال ميخائيل سيرفيتوس واندرس لاغونا Andrés Laguna ، وغونتير Gunther معلم فيساليوس .

وفي عام ١٥٣٦ عاد إلى لوفين دون ان يتدرج في الطب ، وانصرف في هذه الجامعة إلى التشريح ، فعمد إلى سرقة الجثث والهياكل العظمية ، وهذه من الامور المحرمة في ذلك العهد .

في عام١٥٣٧ انتقل إلى مدينة البندقية ماراً بباسيل في سويسرة للاتصال بروبرت ونتير Winter لاعداد الطبعة الثانية لاطروحته في الدكتوراه .

وجد في البندقية جواً ملائماً للعلوم والفنون اذ ان هذه الجمهورية في ذلك العهد حكمتها الارستقراطية وهيمن عليها الجاه والثروة والثقافة والجمال وتنشيط التقدم ،

بينما بقية الجمهوريات الايطالية خاضعة لحكم الارهاب . وموقع البندقية الجغرافي : ملتقى الطرق بين الشرق والغرب لا سيما بعد سقوط القسطنطينية في ايدي الاتراك عام ١٤٥٣ ، حولها إلى مركز سياسي وعسكري وتجاري وفكري وفني ، إلى جانب انها كانت محاطة بمدن هامة مثل فيرونة Verona وفيستزا Vicenza وترفيسو Treviso وبرغامو Bergamo وبدوا Padua بنوع خاص . وكان بترار كا قد اوصى بمكتبته الضخمة لهذه المدينة وعندما وصل إليها فيساليوس كان يحكمها الدوق اندريس غريتي Andrés Gritti الذي وقع معاهدة تحالف مع الامبراطور كارلوس الخامس ضد فرنسة اتصل بالفنانين الايطاليين مثل تيزيانو Tiziano تعرف هناك على طبيب يهودي اسمه لعازر ، ساعده على استعمال الكلمات اليهودية والعربية الموجودة في مؤلفه « تركيب الهيكل البشري » Fabrica .

كما انه درس معه كتاب « القانون » لابن سينا .

بـادوا : اسس جامعة بادوا الامبراطور فردريك الثاني عام ١٢٢٢ . وكانت تدرس فيها جميع المعارف وهي ميزة لم تسبقها إليها أية جامعة من الجامعات الأوروبية في ذلك العهد . يدرّس كل مادة استاذان ، احدهما من البندقية والآخر اجنبي وقد وصل عدد التلامذة فيها إلى ثمانية عشر الف تلميذ .

وصل فيساليوس إلى هذه الجامعة عام ١٥٣٧ ، وهنا تعرف على « كايوس » الذي ذكرناه آنفا (١٥١٠ — ١٥٧٣) ظل اندريا فيساليوس يعلم في هذه الجامعة حتى عام ١٥٤٢ ، ثم انتقل إلى باسيل في اوائل عام ١٥٤٣ للاشراف على طبع كتابه «تركيب الهيكل البشري» Humani corporis fabrica ظهر الكتاب في شهر حزيران يونيو عام ١٥٤٣ . في شباط فبراير عام ١٥٤٤ اصبح طبيب الامبراطور كارلوس الخامس واضطر لمرافقته في حروبه ضد الاتراك وفرنسة والبروتستانت . ولما مات الامبراطور ظل يعمل طبيباً في بلاط ابنه الملك فليب الثاني .

حجه إلى الأراضي المقدسة : نسجت مخيلة البشر الخصيبة اساطير حول رحلة اندريا فيساليوس إلى بيت المقدس . والاسطورة المعروفة أكثر من غيرها تزعم

ان ديوان التفتيش حكم عليه بالموت لانه شرح احد الاشراف في اسبانية ظناً منه انه مات ، ولكن تبين اثر التشريح ان القلب ما زال يضطرب . وصل الخبر إلى اسماع ديوان التفتيش فحكم عليه بالموت . ولكن بتوسط من الملك فليب الثاني ابدل حكم الاعدام بالحج إلى الاراضي المقدسة . ولكن ليس هناك ما يثبت صحة هذا الخبر . والارجح هو ان فيساليوس غادر اسبانية لان المناخ لم يوافقه فيها ولانه وجد ذاته في محيط يحسده على منصبه لقربه من الملك فليب الثاني الذي قيل عنه ان الشمس لاتغيب عن ممتلكاته .

المهم ان فيساليوس خرج من اسبانية في شهر شباط ووصل إلى البندقية في ١٠ آذار ١٥٦٤ . ثم توجه إلى قبرص في ٥ نيسان ١٥٦٤ بعد ان أستلم رسالة من مجلس الشيوخ في البندقية يطلب منه ان يشغل منصب كرسي علم التشريح في جامعة بادوا براتب ضخم ، بعد عودته من بيت المقدس . زار الأراضي المقدسة . وفي عودته هبت عليه عاصفة ارغمت الباخرة على اللجوء إلى مرفأ جزيرة زانتي . فمرض ومات في كوخ حقير في مكان مقفر . ويقال انه قبل ان يموت رست باخرة قادمة من البندقية بالقرب من مكان الحادث . وبين ركابها صائغ من تلك المدينة فعرض ذاته للخطر في السير على طول الشاطىء حتى وصل إلى المكان المقفر الموجود به فيساليوس فألفاه على آخر رمق . ولم يستطع انقاذه فاشترى قطعة ارض صغيرة ودفنه فيها .

وجزيرة زانتي Zante خاضعة لسلطة البندقية منذ عام ١٤٨٤ ; وكان يحمل بين اغراضه رسالة من حارس الأراضي المقدسة . وهو القاصد الرسولي هناك ، إلى الملك فليب الثاني باللغة الايطالية .

مؤلفاته :

يهمنا منها كتابه الذي يحمل العنوان :

Paraphrasis in nonum librum Rhazae medici arabis Clariss. **ad Regem Almansorem de affectuum singularum corporis partium curatione, Andrea Wesalio Bruxellensi autore .**

اي « شرح المقالة التاسعة من كتاب الرازي « المنصوري » في الامراض الحادثة لاعضاء الانسان من راسه إلى قدميه » .

شاء فيساليوس ان يشرح هذه المقالة الهامة من كتاب المنصوري للرازي لكي يصيره أقرب منالا للطلاب في ذلك العهد واسهل فهماً عليهم . وهو أول تأليف يضعه فيساليوس متوخيا منه ومن المؤلفات التي تلته نشر معارف العلماء الاقدمين مطهرة من الأخطاء الفاضحة التي وقع بها مترجمون قليلو الخبرة . ثم ادخال الاكتشافات الجديدة في مؤلفات جديدة أيضاً رغبة من المؤلف، على حد قوله في مقدمته. في أن يزود طلاب الطب بالمعلومات الكافية المكتشفة في ذلك العصر لمساعدتهم في دراساتهم .

والجدير بالاشارة ان فيساليوس في مؤلفاته التي كتبها بعد اصدار كتابه « شرح المقالة التاسعة للرازي » ، اضاف إلى هذه المعلومات الخطية رسوماً وصوراً وجداول لكي يكمل هذه الطريقة أو المحاولة التي يسعى إليها في طريقته التعليمية التربوية .

قلنا اختار فيساليوس المقالة التاسعة من كتاب المنصوري ليكتب عنه شرحاً اهداه إلى صديقه ومرشده نقولا فلوريناس الذي جئنا على ذكره ، وهو الذي ساعده وحثه على **الذهاب** إلى جامعة باريس عام ١٥٣٣ .

لايعرف بالضبط المكان الذي كتب فيه فيساليوس رسالته للدكتوراه في الطب . ومن المرجح انه كتبها في باريس لنيل اللقب من تلك الجامعة . ظهرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب في اول شباط ١٥٣٧ بحجم كبير ، يشيد في المقدمة باحد معلميه في باريس اسمه يعقوب سيلفيوس . واذا اخذنا بعين الاعتبار انه لما اضطر فيساليوس إلى مغادرة باريس فجأة ولم يكن قضى فيها أكثر من ستة اشهر . تبين لنا ان اعداد رسالة الدكتوراه تم على عجل . ويذهب بعضهم إلى الظن ان اندريا فيساليوس نال درجة الدكتوراه في « لوفين »، بلجيكا اذ ان الطبعة الأولى لكتاب « شرح الرازي » تقول : " Autore Andrea Wesalio Bruxellensi medicinae candidato " .

أي ان المؤلف هو اندريا فيساليوس من بروكسيل المرشح للدكتوراه في الطب .

بينما جاء في الطبعة الثانية : " Andrea Wesalio Bruxellensi autore "

أي « المؤلف هو اندريا فيساليوس من بروكسيل » .

رغم ان الفترة بين الطبعة الأولى والطبعة الثانية لاتزيد على شهر ونصف نال خلالها

فيساليوس لقب طبيب . وهذا لا يدل على انه نال الدرجة حتماً في لوفين . كما انه من ناحية أخرى لاتوجد براهين ووثائق بهذا الشان اي نيل الدكتوراه من جامعة لوفين Louvain كما ان وبترز Wauters يقول : « ... ولكن لم ينل لقب دكتور في الطب في وطنه . واستقبل اندريا فيساليوالبروكسيلي ابن اندريا آخر بدون معارضة في جامعة بدوا[1] .

يبتدىء فيساليوس في الرسالة التي وجهها إلى نقولاس فلوريناس ، طبيب الامبراطور كارلوس الخامس بالتذكير بانه منذ بضع سنوات سمع نصائح هذا الطبيب بشان الطريقة المفضلة في دراسة ابقراط الذي ما زال اسلوبه متبعاً . ثم يضيف انه يرى من الموافق مقابلة التصانيف العربية بالتصانيف اليونانية ، واسلوب المقابلة هذا دارج وقد اعتاد الأطباء البارسيون على ان ينصحوا تلامذتهم باستخدامه .

ويتابع فيساليوس كلامه قائلا : وعملا بهذه النصيحة الصادرة عن ابرز المعلمين الذين تخرجت على ايديهم ، اي يعقوب سيلفيوس ، وضعت بين يدى اولا كتاب الرازي المنصوري ، وفحصته بدقة مقابلا اياه مع ما كتبه اليونانيون . كما تفحص الاحجار الكريمة الآتية من ليديا ، لانني سمعت مراراً عديدة من معلمي واستاذي الكبير في الطب ، يعقوب سيلفيوس ، ان الرازي يعتبر من أحسن الخبراء في فن الشفاء بين الأطباء العرب .

ويقول فيساليوس في مكان آخر انه ابتدأ باعادة النظر في ترجمة مؤلفات الرازي ، والقصد من ذلك انقاذ اولئك الذين يترشحون مثلي لنيل شهادة الطب وهو عمل جبار ، وفي الوقت ذاته لكي اتيح الفرصة للاطباء الذين يبحثون عن الدواء الناجع لكي يجدوه خالياً من الأخطاء الفاضحة التي ارتكبها بحقه الناقلون اللاتينيون ، اذ ان لغتهم اللاتينية المستعملة في هذه الترجمات غير مفهومة اطلاقاً عند القارىء اللاتيني . فحاولت تبديل الجملة اللاتينية وصغتها بقالب مفهوم ، بحيث ان تلك النصوص المعقدة الغامضة الفاسدة في تركيبها أصبحت قريبة المنال واضحة سهلة الفهم فلا يجد القارىء ادنى صعوبة في ادراك المعنى المطلوب .

1. Wauters A. ***quelques mots sur A. Vesale. . . Memoires couronnes.*** **T. LV : pag. 22 Bruxelles 1898.**

وينتهي فيساليو معرباً عن رغبته في ان يجعل من هذا التاليف الذي اوصاه به معلمه سيلفيوس تاليفاً يوازي الشهرة التي ينعم بها الرازي . وهو يأمل ان يدافع عنه ضد الحجج الواهية التي يتذرع بها خصوم الرازي ، ويصون اسمه من التحقير والنميمة والتشهير . وأخيراً يضع فيساليو حاشية صغيرة يطلب فيها من القارىء ان ينظر إلى تاليفه بعين التسامح إلى ان يتاح له اخراج تأليف جديد اوسع واوفى واكمل في الحقل الطبي السامي ..

نتبين من هذه الرسالة التي كتبها فيساليو لفلوريناس ان غرضه الأول هو تطهير كتاب المنصوري من جميع الأخطاء اللغوية وغير اللغوية التي وقع فيها المترجمون اللاتينيون الذين نقلوا كتاب المنصوري من العربية إلى اللاتينية . والناقل الذي اعرفه هو جيراردو الكريموني نقل هذا الكتاب في طليطلة في الثلث الأخير من القرن الثاني عشر . ثم التحريفات الكثيرة التي ادخلت على النص نظراً لكثرة الطبعات التي مرت بها المقالة التاسعة هذه من كتاب المنصوري ، ولتلاعب الناقلين بالنص الأصلي محاولين زيادة فهمه ولكن بالحقيقة لايزيدون الا في ابهامه وغموضه .

ثم يوضح فيساليوس فيقول ان الأسلوب الذي استعمله لم يأخذ فيه النص كلمة كلمة ، رغم انه يرى من واجب المترجم ان ينقل حرفياً الكلمات من العربية إلى اللاتينية ، غير انه استعمل التلخيص او الشرح اذ يعتبره الطريقة التي يفضلها ثم يضيف إليه ما يراه ملائماً وضرورياً لتوضيح النص والاسهاب في الكلام على تلك النصوص التي يعتبرها غامضة في نص الرازي. وعلى هذا النحو بين لنا فيساليو لماذا اعطى رسالته الطبية هذا العنوان : " Paraphrasis in nonum librum Rhazae "

« شرح المقالة التاسعة للرازي » فانه قد خرج عن سربه من الأطباء الذين جاؤوا قبله وتخلص من نفوذهم وتأثيرهم .ويلمح في الملاحظة الأخيرة من مقدمته إلى نواياه في اصدار كتاب آخر اكبر حجماً . وقد يكون شاء الأعلان عن كتابه الشهير الذي نشره فيما بعد وعنوانه : " De Humani Corporis Fabrica "

« تركيب الجسم البشري » .

والغريب في الامر ان فيساليو طبع رسالته لنيل الدكتوراه قبل ان يحصل على هذه

الدرجة ويدافع عن الرسالة امام لجنة فاحصة كما هو جاري العادة على الأقل في اسبانية وفي المدان آخرى كثيرة . طبعت رسالته للمرة الأولى في لوفين . كان صديقاً لاحد دور النشر اسمه روتجر ريش Rutger Resch ان عنوان هذه الطبعة الأولى :

Paraphrasis in Nonum librum Rhazae medici arabis clariss. ad Regem Almansorem, de singularum corporis partium affectuum curatione, autore Andrea Wesalio Bruxellensi Medicinae candidato. Lovanii ex officina Rutgeri Resci Mense Februar 1537

وقد ارفقت هذه الطبعة بقصيدة مهداة إلى فيساليو من يدوكوس فسيوس Jodocus Velsius من سان لاهاي. فبعد ان يشيد بالطبيب العربي الكبير الرازي وبخدماته الجلى للانسانية ينسب إلى المترجمين اللاتينيين القليلي الخبرة تشويه كتاب الرازي وجعله غير لذيذ القراءة. والآن بفضل المواطن فيساليوس اصبح تأليف الرازي سهل المنال ومقدرا حق قدره .

بعد سنوات قليلة نال فيلسيوس هذا لقب دكتور في الطب مـــن جامعة لوفين عام ١٥٤١ اثر عودته مـــن هولندة . والطبعة الأولى لشرح المنصوري نادرة الوجود ولايعرف منها سوى ثلاث نسخ في لندن وفيينا ونسخة رابعة في لوفين التهمتها النار في حرب ١٩١٤ . ولا يمكن القول ان هذه الطبعة جيدة من حيث الطباعة والحبر . ومن المدهش حقا انه بعد شهر تقريباً ظهرت في باسيل من اعمال سويسرا الطبعة الثانية لكتاب شرح المنصوري تحت عنوان :

Paraphrasis in Nonum Librum Rhazae Medici Arabis Clariss. ad Regem Almansorem de affectuum singularum corporis partium curatione. Andrea Wesalio Bruxellensi autore. Rerum ac verborum in hoc operememorabilium diligentissimus Index Basilae .

وقد جاء في الصفحة الاخيرة رقم ٢٢٤ من هذا الكتاب ما يلي :

frigida experiatur primum fricanda est, deinde oleo costino et oleo iosmini et balanino paribus, modiceque tepantibus, circumlinatur. At si haec quoque ineficacia fuerint, ungentis, Capite de nervorum resolutione superius comprehensis, donec probe omni molestia aeger liberetur, inter ungendum utemur.

Paraphraseos Andreae Wesalii Bruxellensis in nonum Rhazae ad Regem Almansorem, de affectuum singularum corporis tertium curatione.

Finis

أما نص الرازي المطابق لهذه الفقرة الأخيرة من المقالة التاسعة في باب الوجع الحادث في الأعضاء الظاهرة . فيقول :

«وان كان العضو بارد اللمس فادلكه ثم امرخه بدهن القسط والزنبق الفاتر والبان ونحوها فان كفى والا فاستعمل المروخات (ما يدهن به من دهن أو غيره) المذكورة في باب الفالج حتى يبرا» . لايوجد فرق بين النصين الا ماذكره الرازي: « والا فاستعمل المروخات المذكورة في باب الفالج » وهذا النص غير وارد في النص اللاتيني لفيساليوس .

يوجد نسخة من هذه الطبعة الثانية في بروكسيل ، المكتبة الملكية الالبرتية ، والطباعة أفضل من السابقة وعلى كل حال فعلى الرغم من ان الاحرف واضحة على العموم غير انها لاتصل إلى الدرجة التي وصلت اليها طباعة « تركيب الجسم البشري » من الجودة . فالورق فيها يتراوح بين الجودة والرداءة دون اي رسم أو صورة أو جدول . والحبر فيها أيضاً ليس بالجيد . يقع هذا التأليف في ٢٢٤ صفحة ، ويتكلم على جميع الاعراض الحادثة بالانسان من قرنه إلى اخمص قدمه بما فيه الصداع والشقيقة وداء الفيل والوجع الحادث في الاعضاء الظاهرة الخ . بكلمة انه شرح للمقالة التاسعة من كتاب المنصوري بجميع ابوابه ، وقد جاء النص اللاتيني مطابقاً مطابقة حسنة للنص العربي . نعرف من هذه الطبعة ثلاث عشرة نسخة موجودة في المكتبة الملكية الالبرتية وقد نسخنا عنها الصفحة الأولى والأخيرة، وفي المكتبة الجامعية في غانت Gante ، وفي مكتبة الجيش في واشنطن وفي برسلو Breslau وفي امستردام وفي المعهد الملكي للجراحين في لندن ووليز Waller وستريتر Streeter وترنت Trent .

والفرق بين الطبعة الأولى والطبعة الثانية قائم في الملاحظات المكتوبة على الهوامش .

هل يجيد فيساليو العربية ؟ هذا سؤال تصعب الاجابة عنه بالضبط فيرى سينغير ورابين ان هذا ادعاء باطل فاللغة العربية ، على قول سنغير ، كانت تستخدم في القرن السادس عشر فقط في الكتابات العبرية في اوروبة بحيث ان اليهود فقط كانوا يحسنون اللغة العربية . وينتهي سنغير إلى القول مؤكداً ان فيساليوس لايحسن العربية ولا العبرية . ويضيف قائلا : حتى بين علماء اللغة يصعب وجود اناس يحسنون اللغتين العربية والعبرية ويعتبر من الأمور الخارقة معرفة هاتين اللغتين في ذلك العصر[1] غير انه ظهر في مجلة القنطرة Al-Qantara الصادرة في مدريد سنة ١٩٨٤ المجلد الخامس — من صفحة ٢٩٣ حتى ٣٢٧ مقال عنوانه :

" Los terminos arabes en la Osteologia de Vesalio "

1. Synger and Rabin : *Prelude to modern science.* Cambridge, 1946, P. LXXVII .

« المفردات العربية في علم العظام عند فيساليو » في كتابه « تركيب الهيكل البشري » كاتب المقال هو « خوان خوسه بارسيا فويانس » ، لا بأس في ايراد بعض هذه الكلمات التي يصل عددها إلى اربعين كلمة تقريباً :

سنـان senasen الاكليلي hachlilij سفودي sutura sagittalis
عظم الزوج esamot hazog الناجذ naghuit اسنان الحلم alhalm
الفائق وهو عظم ذو اربعة اضلاع Alfaic فقرات القطن Alchatin العجز Alaga
العصعص alhosos عظم الكتف Chateph اعضاد Hazad

نكتفي بهذه الكلمات التي لا يشك في صحة نسبتها إلى اللغة العربية وقد استعارها فيساليو من ابن سينا وعلي بن العباس والرازي . هذا ما يحملنا على الاعتقاد بانه كان على المام باللغـة العربية وبعد ظهور الطبعة الثانية لشرح المنصوري في باسيل ظهرت اربع طبعات أخر ، ففي آذار سنة ١٥٤٤ ظهرت الطبعة الثالثة في باسيل وفي عام ١٥٥١ ظهرت طبعة أخرى في ليون بفرنسة ، أما الطبعة الخامسة فقد حصلت في ويتنبرغ عام ١٥٨٦ بعد وفاة فيساليو ، وفي المدينة نفسها ظهرت الطبعة السادسة عام ١٥٩٢ .

المراجع العربية :

- الرازي : **مخطوط المنصوري** : الاسكوريال رقم ٨١٩ .
- سيمون الحايك : **عروق الذهب في مناجم الروم والعرب** – المطبعة البولسية – جونيه لبنان .
- ابن ابي اصيبعة : **عيون الانباء في طبقات الأطباء** .
- بروكلمان : تاريخ **الأدب العربي**–الجزء الرابع ترجمة الدكتور السيد يعقوب بكر – دار المعارف–القاهرة .
- مخطوط المكتبة الملكية البر الاول بروكسيل – بلجيكا – رقم ٩٦٢٣٧ .

المراجع الأجنبية :

- ALDO MIELI : *El mundo islamico y el Occidente medieval cristiano*. ESPASA-CALPE-Madrid.
- La eclosión del—Renacimiento. – ÈSPASA - CALPE. Madrid .
- JOSE BARON FERNANDEZ : *Andrés Vesalio* :C. S. I. C. Madrid 1970 .
- PIERRE ROUSSEAU : *Histoire de la Science*. Librairie Fayard. Paris.
- SIMON HAIK : *Traducciones medievales y su influencia* : Editorial de la Universidad Complutense. Madrid 1981 .

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

« مقالة تربيع الدائــرة » لابن الهيثم
برهان فلسفي أم رياضي

تامارا البرتيني

تعتبر مقالة « في تربيع الدائرة » لأبي علي الحسن بن الحسن بن الهيثم(٩٦٥ – ١٠٤٠ م) أول تجربة في حل هذه المسألة منذ القرن الثاني . وذلك بطريقة فلسفية وليس بطريقة رياضية ، وقد استعمل العالم العربي ابن الهيثم فكرة Concept الإمكانيــة ويظهر ذلك واضحاً بالاطلاع على كتابه المشهور كتاب المناظر .

الفليكون المسلمون في قصر جاي سينغ

فيرندرا شارما

برع ساواي جاي سينغ الهندي كفلكي في القرن الثامن عشر واشرف عــلى اعمال فلكيين من ديانات مختلفة .

تبحث هذه المقالة عن دور الفلكيين المسلمين وعن اسهاماتهم في برنامج جاي سينغ لتجديد علم الفلك في الهند ، وقد شارك الفلكيون المسلمون في نصب الآلات لمراصده . وجمعوا وترجموا النصوص . وجابوا البحار في مهمات علمية .

وكان داياناتا خان الفلكي المفضل لدى الراجا جاي سينغ . وربما لعب دوراً هاماً في برنامجه الفلكي .

شرق افريقية عند بطليموس من خلال
الجغرافية العربية في أوائل العصور الوسطى

م . آ . تولما شفا

كون الجغرافية العربية مدينة لكلوديوس بطليموس بشكل معترف به أثر ذلك تأثيراً عميقاً على تطور علم الجغرافية العربي الذي يذهب أبعد بكثير من مجرد ترجمات لكتابه *Geography* . من بدايات القرن التاسع وحتى نهايات القرن الخامس عشر معظم المؤلفين العرب الذين يكتبون في أنواع الجغرافية الوصفية أو الرياضية ، حاكوا بطليموس كمصدر للوصف المنهجي للأرض المأهولة .

وقد كان تأثير بطليموس قوياً على العلماء المسلمين في المجالات التالية : (١) الحقائق الجغرافية : وصف للبر والبحار . تنسيق لمستوطنات ومعالم طبوغرافية . (٢) نظريات جغرافية . (٣) فن أو علم رسم الخرائط . (لاتناقش المقالة رياضيات وفلك بطليموس) .

هذه المقالة هي فحص ثان لطبيعة ومدى التأثير الاغريقي على الجغرافية العربية المنسوبة عادة إلى بطليموس ، محصورة في الأعمال العربية خلال العصور الوسطى الأولى التي تظهر بوضوح تنسيقاً مع بطليموس على المستويات الثلاث ، تتضمن هذه : كتابات الرياضي الفلكي والجغرافي الشهير محمد بن موسى الخوارزمي (٢٣٢هـ/ ٨٤٦ ــ ٨٤٧ م) ، والأقل شهرة منه المصنف سهراب (النصف الأول من القرن العاشر بعد الميلاد) بالإضافة إلى « كتاب الزيج الصابىء » للفلكي الكبير البتاني (٣١٧هـ / ٩٢٩ م) .

ستدرس تلك المعلومات فيما بعد مع التركيز بشكل خاص على ما يتعلق بالجغرافية التاريخية لشرق افريقية . بالإضافة لذلك سوف تدرس بعض مسائل الميتودولوجيا العامة لتفسير معلومات مستمدة من مصادر عربية مخطوطة .

رغم أن النطاق العام للاقتباس العربي الجغرافي من بطليموس قد درس بشكل جيد ، فان حالة شرق افريقيا تستحق الاهتمام الخاص ، وذلك بسبب الاتفاقية الخرائطية غير المقررة بعد ، التي يمتد فيها البر الافريقي الرئيسي جنوب خط الاستواء على طول الخط شرقاً ليشكل الساحل الجنوبي للمحيط الهندي

في الحقيقة إن الجغرافيين العرب خلال العهد الاسلامي اتبعوا هذه الاتفاقية معتمدين على بطليموس ، وتلك الاتفاقية سمحت باعتبار المصادر الجغرافية العربية كمواصلة لتعاليم بطليموس خلال القرون التي كانت فيها أعماله مهملة لأوربا . هكذا تبدو الخرائط المنسوبة لبطليموس التي ظهرت في الغرب في القرن الخامس عشر متلائمة، ومعززة بالنصوص والخرائط العربية التي ظهرت في القرون الوسطى .

هناك بعض الملاحظات التمهيدية لتقدير مدى التأثير البطليموسي على المؤلفين العرب بشكل عام وفيما يتعلق بشرق افريقيا بشكل خاص .

أولاً ، تعليق موجز على إحداثيات خطوط العرض والطول ، إلى الحد الذي يعتبر فيه بطليموس الجغرافي الأول في تطبيقهم بشكل منهجي . كل الجغرافيين المسلمين الذين استخدموا هذه الاحداثيات يمكن اعتبارهم بأنهم اختبروا وتقبلوا منهجه إلى حد ما ، وربما ذلك ليس على قدر من الأهمية لأن هؤلاء المؤلفين يمثلون أقلية في مجال الجغرافية الاسلامية ، مهما كان نتاجهم هاماً .

ثانياً . استخدام بعض المؤلفين للإحداثيات لايتضمن الموافقة على رسومات بطليموس أو حتى على طريقته في حساب الإحداثيات . هذا يخص بالذات خطوط الطول . طبيعة التناقض وبعض الأسباب المؤدية لها مشروحة في المقالة .

ثالثاً : هناك مؤلفون يعترفون بأنهم مدينون لبطليموس الذي لايستخدم درجة الاحداثيات فقط بل يحول تصوراته الخرائطية أيضاً عندما يملأ الخريطة والنص بمعلومات حديثة .

رابعاً : لايمكن إيجاد ما هو بطليموسي صرف في النصوص العربية .

حتى الأعمال المترجمة عن **Geography** مثل **كتاب صورة الأرض** للخوارزمي و**كتاب عجائب الأقاليم السبعة** لسهراب لايحتويان على ترجمة عربية كاملة للنص أو للجداول الإغريقية . بالإضافة إلى اختلافهم عن الكتاب من الناحية البنيوية. وبالإضافة إلى ذلك ففي القرن التاسع يعتقد بان الخوارزمي صحح وأضاف إلى حقائق بطليموس معلومات حصل عليها من خلال جهود علماء من العباسيين الأوائل .

خامساً : أدخل نظام خطوط العرض الإغريقي لتقسيم الأرض المأهولة في سبعة

أقاليم في الجغرافية العربية مع إعادة الخوارزمي لأعمال بطليموس وعلى الرغم من الوجود المماثل على الأقل لنظامين آخرين في القرون الأولى للإسلام ، يصبح مسيطراً في مصادر لاحقة رغم عدم وجود تأثير اغريقي آخر .

سادساً : إذا كان أثر بطليموس أوضح . ومقصوراً على الأعمال في الجغرافية الرياضية . فإن مفاهيمه الرئيسية المتعلقة بالبر والبحر المحيط . والأقاليم السبعة ، وتضاريس أفريقية تعتبر نوعاً من الجغرافية الوصفية . أو قواميس وموسوعات .

سابعاً : ضمن البنية الخرائطية والمفاهيم المقبولة إلى حد بعيد وانسجام المعطيات الوصفية والإحداثية المعزوة مباشرة لبطليموس تسقط بعنف من ذروة أعمال « المدرسة الاغريقية » في القرن التاسع – العاشر إلى العدم حوالي منتصف القرن الحادي عشر .

علم المثلثات الإسلامي والبطليموسي ومسألة تحديد القبلة

ايڤرت . م . بروينز

نحن نعلم منذ اكتشاف لوحات سوسة أنه قد تم حساب جدول صغير للأوتار في العهد البابلي القديم . وبعد ألفي عام تقريباً أعطى بطليموس جدوله الشهير للأوتار موضحاً فيه الأطوال ضمن دائرة نصف قطرها ٦٠ وحدة ، حينما يقابل قوساً معطى على المحيط . من هنا كان من الممكن ايجاد علم للمثلثات بالغ الدقة .

إذ أعطى بطليموس التحويل اللازم من علم المثلثات المستوية إلى علم المثلثات الكروية بواسطة اتباع نظرية منيلاوس وذلك باستبدال الأوتار بالأطوال – أي جيوب الزوايا – ومن هنا كانت العلاقات في المثلث القائم واضحة :

$\cos C = \cos a . \cos b$. $\sin c . \sin A = \sin a$,

$\cos A . \sin c = \sin a . \sin b \ldots .$

وقد اوقع العلماء المسلمون أنفسهم في مشاكل وصعوبات بالعمل على الكرة عوضاً عن ثلاثية السطوح البطليموسية . كما انهم لم يتوصلوا إلى استعمال الجيب الكامل المساوي للواحد بل تابعوا العمل على نصف القطر البطليموسي المساوي لـ ٦٠ وحدة ، فيما عدا حالات الزوايا الثلاث المعطاة أو الأضلاع الثلاثة المعطاة . فان المعلومات الثلاث عن المثلث تتضمن دائماً ضلعاً وزاوية مجاورة أي C , a .

وهكذا يمكن للمرء ان يقسم المثلث بسهولة إلى مثلثين قائمي الزاوية باسقاط الارتفاع على الضلع b ، والمحسوب بالعلاقة :

$$\sin h = \sin a . \sin C$$

وبالمسقط p على الضلع b ، والمحسوب بالعلاقة

$$\cos p = \cos a / \cos h$$

وإذا اعطيت b فإن المرء يحصل حينئذ من :

$$q = b - p$$

على العلاقة التالية :

$$\cos c = \cos p . \cos q.$$

واخيراً نحصل على الزواية A بواسطة قاعدة جيب الزاوية :

$$\sin h = \sin c . \sin A = \sin a . \sin C$$

هذه الطريقة هي الطريقة نفسها التي اتبعها البيروني في كتابه : **تحديد الأماكن** من أجل تحديد القبلة في غزنه وذلك بواسطة البيانات التالية :

خط عرض غزنه $= a = 33° 35'$

خط عرض مكة $= b = 21° 40'$

الفرق بين خطي الطول $= \iota = 27° 22' 24''$ (وكأنه قد تم حساب $\frac{1}{6}$ الثانية من الزمن) . تعتبر كل مرحلة مصدراً محتملاً للاخطاء . ولذلك توجه الجهود في علم المثلثات للتقليل من عدد المراحل .

احتاج البيروني لتطبيق طريقته لـ ٢٠ مرحلة وبصعوبة لـ ١٧ مرحلة في الحقيقة طبق البيروني الطريقة الأساسية بدقة بالغة مما جعله يهمل العلاقة المباشرة . متجنباً حساب : q ، p ، h

$$\cos c = \cos a . \cos b . \cos t + \sin a . \sin b$$

وقد حددت النتائج الحديثة للقبلة Q بالعلاقة :

$$\cot Q = (\sin a \cos t - tg\, b \cos a) / \sin t$$

(د . كينج ، دائرة المعارف الاسلامية) .

وتكون حينئذ مراحل الطريقة ٨ .

ويمكن تقليل المراحل إلى ست مراحل على اعتبار $\sin H = tg\, 21^o\, 40'$ بتطبيق العلاقة .

$$\cot Q = [\sin (a - t) + \sin (a + t) + \sin (a - H) - \sin (a + H)] / 2 \sin t$$

ان تقسيم ضلع (أو زاوية) إلى قسمين في حالات الأضلاع الثلاثة (أو الزوايا الثلاث) المعطاة يؤدي بسهولة إلى قواعد التجيب التي تحدد الزوايا (أو الاضلاع) .

ان دقة الأرقام المعطاة بواسطة الحواسيب المكتبية الصغيرة جعلت علم المثلثات غير ضروري .



اصل الانواء عند العرب : الفرق بين العلم والتراث

دانيل مارتن فاريسكو

من النظم القياسية في علم الفلك الاسلامي لتقسيم السماء إلى مواقيت منفصلة هو نظام منازل القمر الثمانية والعشرين والذي يقارب دائرة البروج القمرية عند أهل الهند . وقد ناقش العلماء لمدة قرنين أصل فكرة منازل القمر ولكن لم يظهر بعد أي دليل حول بدايات تطورها في كل من الحضارتين اليونانية والسامية .

زعم علماء العرب الاوائل – كإبن قتيبة – أن منازل القمر قد أشتقت من النجوم التي عهدها أهل الجاهلية في تفسير الظواهر الجوية كالمطر وغيرها . وسميت هذه النجوم الأنواء . وقد اعتقد بعض العرب أن هذه الأنواء كانت تسيطر على الأحوال الجوية ، وقد قدم سيدنا محمد عليه السلام هذا الاعتقاد في الحديث الشريف .

بحلول القرن الثالث الهجري ازدهرت بعض الكتب العربية في فقه اللغة حول موضوع الانواء . وقد احتوت هذه الكتب على مختارات من الشعر والسجع تتحدث عن تراث النجوم لأهل الجاهلية بينما اتفق علماء العرب اعـدة قرون على وجود علاقة تربط بين الأنواء ومنازل القمر وتساءل عدة مستشرقين عن صحة هذه العلاقة .

ترتكز هذه الدراسة على فحص الأساس المصاحب والمناقض للفكرة المطروحة في الأدب العربي عن نشوء منازل القمر في علم الفلك من نظام الأنواء في الجاهلية . وفي دراسة للكتب الموجودة حالياً حول الانواء نجد انها تشير إلى وجود عدة تقاويم ونظم كثيرة لتراث النجوم عند العرب . غير ان الاساس الذي يشير إلى علم الأنواء عند الجاهلية متناقض حيث أنه لايوجد أي ذكر لبعض منازل القمر في شعر الجاهلية أو سجعها . لذا لايكون الحل لهذه المشكلة من دراسة الكتب العربية فقط ، وإنما يجب ان يحتوي الحل على أمثلة حول كيفية استعمال تقاويم نجوم مشابهة لتلك النظم القديمة في عالم العرب حديثاً أو حالياً .



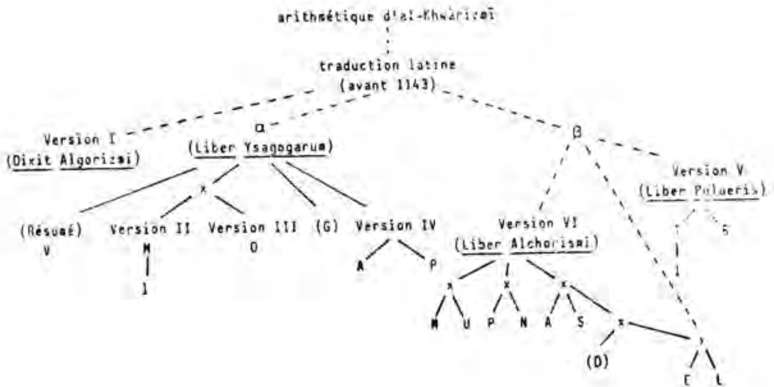
انتشار المؤلفات اللاتينية الأولى في الغرب
المستمدة من كتاب « الحساب » الضائع للخوارزمي

اندريه الار

بسبب عدم إمكانية الإسناد إلى النص الأصلي من حساب الخوارزمي ، وعدم إمكانية المقارنة التامة بين نصوص القرن الثاني عشر الأكثر قدماً والمستمدة منه . كان يعتقد حتى الآن ان نص (Dixit Algorizmi) – المعروف كالعادة بمقدمته والوارد في مخطوط كامبريج الوحيد الذي يحتويه – الشاهد اللاتيني الأكثر قدماً للنص العربي الضائع ، كما أوحى بذلك محققه الرئيس

إن فحص المخطوطات المحفوظة – التي نرجو بأن تكون اللائحة كاملة اليوم – – يفصح – بعكس ما سبق – عن ترجمات عديدة مُعَدَّة بدءاً من ترجمة لاتينية ضائعة منجزة قبل ١١٤٣ م .

ان الوضع التاريخي لمختلف هذه الترجمات . بعضها بالنسبة للأخرى ، يمكن تلخيصه بايجاز بالشكل التالي :



انه غير مجد ، الاعتقاد بأن كل واحدة من هذه الترجمات ، تكون حالة نص متباعد أكثر فأكثر من النص الأصلي ، هذه الرؤيا ليست ممكنة إلا للترجمة VI التي يمكن عزوها قطعاً لـ Jean de séville ان مخطوطات معزولة أو مجموعات من المخطوطات لها أصالتها الخاصة ، ولكن مقارنة النصوص التي تحتويها وخاصة الأمثلة المنتخبة من قبل الباحثين . تشير . من جهة . إلى نقاط مشتركة لجميع الترجمات . ألا وهي انعكاسات أكيدة للترجمة اللاتينية الأولى . اذا لم يكن للاصل العربي . ومن جهة أخرى علاقات غير منتظرة ولكنها ليست عرضية بين نصوص متباعدة ظاهرياً بعضها عن بعض . غير أن هذه التقاربات . التي ما استطاعت ان تكون حتى الآن إلا جزئية بنتيجة نصوص محققة غير كاملة . وقد تأكدت بفحص الأرقام في المخطوطات .

يمكننا اليوم اعطاء ، مع بعض التأكيد ، لوحة عن محتوى كتاب « الحساب » الضائع للخوارزمي ووصف الطرق الحسابية التي تحتويه وتأثيره على العصر الوسيط الغربي .

علم النفس عند ابن سينا « والكوميديا الإلهية » لدانتي

جوتهارد شتروماير

يمكن اعتبار دانتي أليجيري (١٢٦٥ — ١٣٢١ م) علامة رئيسية بسبب التأثير العظيم للفلسفة العربية على الفكر الأوروبي خلال القرن الثالث عشر . وكان هذا التأثير على وشك التراجع أثناء حياة دانتي ولكن « الكوميديا » التي ألفها ما تزال تكشف عن تطابق بعيد النطاق مع مذاهب ابن سينا على وجه الخصوص . ولقد قام رودولف بالجن مؤخراً — وهو مختص بدراسة الآداب عند دانتي — بإنجاز عمل كبير لإيضاح الفقرات الغامضة في « الكوميديا » وذلك بالإستعانة بالترجمات اللاتينية عن ابن سينا . وخلافاً للمنحى الذي سلكه جالينوس وفلاسفة مسلمون آخرون — والمشكوك في صحته شكاً قوياً — فإن ابن سينا كان معنياً بشكل خاص بإثبات خلود الروح البشرية . هذا الإثبات تبنته الفلسفة السكولاستية النصرانية . ففي فصل المطهر /٢٥/ يعيد دانتي نسخ مفهوم ابن سينا حول الروح العقلانية التي يتم خلقها من انبثاق فيض إلهي عندما تصل المادة كمالها الأعظم في الدماغ البشري . وبعد انفصالها عن الجسم فإن الروح العقلانية تحتفظ ببعض الخصائص المكتسبة أثناء حياة المرء . ولقد وجدت فكرة ابن سينا هذه مجالاً وافراً في شعر دانتي .

وببعض التباين قياساً على ارسطو فقد أقر ابن سينا بالتقسيم الأفلاطوني للنفس البشرية إلى جزء عقلاني وجزء حيوي وجزء رغبي « وذلك لأن جالينوس في بحثه التشريحي عزز هذا التقسيم الثلاثي . ويؤكد ابن سينا في الوقت ذاته أن هذه الأجزاء يجب أن لاتفهم على أساس أنها ثلاثة أنفس متواجدة بمعزل عن بعضها . كما أكد دانتي الفكرة ذاتها في فصل المطهر /٤/ .

وبصرف النظر عن هذه الأجزاء الثلاثة للنفس البشرية يضيف ابن سينا أن كل مركب من « خمسة أحاسيس داخلية » كوحدة نفسية رابعة متوضعة في الدماغ أو في بطيناته وبكونها حقل الإنخداع والأوهام . ففي قصته الرمزية « حي بن يقظان » يصور ابن سينا هذه الأجزاء الأربعة للنفس كأربع شخصيات متميزة . الجزء العقلاني هو الراوي الذي يتحدث بصيغة المتكلم والمحاط بثلاثة أصدقاء أشرار . إن تصور دانتي الاستهلالي لفصل « الجحيم » يُظهر مخططاً شبيهاً جداً لذاك في قصة « حي بن يقظان » . ولكن عوضاً عن الأصدقاء الأشرار الثلاثة تظهر هنا ثلاثة وحوش تحمل المعنى الرمزي ذاته . هناك الكثير من التطابق بين قصة « حي بن يقظان » وقصيدة دانتي الضخمة . لذلك يمكن اعتبار قصة ابن سينا هذه أحد « المصادر » المحتملة ، « للكوميديا » من « كتاب المعراج » أو أي مؤلف من هذا النوع .

مراجعات الكتب

جداول الكواكب الثابتة من كتاب المجسطي لبطلميوس
في ترجمتين عربيتين : ترجمة الحجاج بن يوسف بن مطر
وترجمة اسحق بن حنين باصلاح ثابت بن قرة .

تحقيق : باول كونيتش ، الناشر : اوتوهاراسوفيتش
فيسبادن المانيا ١٩٨٦ ، ٣٤٤ صفحة

مراجعة سامي شلهوب

الجزء الأول وهو يتضمن النص العربي مع الترجمة الالمانية ويحوي جداول الكواكب الثابتة ويبلغ عددها ١٠٢٥ كوكباً مرتبة في ٤٨ مجموعة مع وصف لمواضعها ، وهكذا اصبح لاول مرة النص العربي لجداول الكواكب معروفاً ، وهذا له معناه التاريخي الهام ، ومن المعروف ان كتاب المجسطي لبطلميوس قد لعب دوراً هاماً حتى القرن الثامن للميلاد على الأقل ، وبقي المصدر الأساسي للفلك العربي والاسلامي ، واصبح في أوربا أيضاً مصدراً أساسياً للفلك هناك بعد أن ترجمه جيرهارد فون كريمونة إلى اللغة اللاتينية ، وبقي كذلك حتى كوبر نيكوس واعتمد بكل ذلك على الترجمات العربية للكتاب ولكن ربما اعتمد على الترجمة السريانية وهذا ما وسم بالنقل القديم في كتاب الكواكب والصور لعبد الرحمن الصوفي ويعتبر بالمحصلة كتاب المجسطي من أهم المؤلفات اليونانية في علم الهيئة ، بل ان الاساس الذي اعتمدت عليه كل الكتب اللاحقة في هذا المجال ، ويعتبر هذا الكتاب الهام بانه دون كل فروع علم الفلك القديم ووصل العملي بالنظري في جميع المسائل فلم يأت بقاعدة الا وبرهن عليها ، ولم يثبت شيئاً من حركات الاجرام السماوية إلا وبيّن كيف توصل الفلكيون إلى معرفته وقياسه ، ولم يجعل جدولاً الا واوضح اصول حسابه وبقي المجسطي لبطلميوس لعشرات السنين في واجهة الابحاث وما كتب بالعربية منه كان مركز ثقل أبحاث الاستاذ باول كونيتش وانجز ما يمكن انجازه ، وكان جدول الكواكب الثابتة واعتمد بذلك على

ترجمتي الحجاج بن مطر وحنين بن اسحق باصلاح ثابت بن قرة مستخدماً الأساليب المعروفة بامور تحقيق المخطوطات ثم ترجم ذلك إلى اللغة الالمانية وارفقهما بملحقين لكتابة الفروق بينهما وبين ما جاء في النص اليوناني لطبعة هايبرغ .

وقد اعتمد الأستاذ باول كونتيش على النسخ التالية * مجال تحقيقه للنص العربي بالنسبة لترجمة الحجاج بن مطر اعتمد على :

١ – نسخة لندن رقم ٦٨٠ والتي نسخت قبل ٦١٥هـ/١٢١٨ م .

٢ – نسخة لندن المكتبة البريطانية رقم ٧٤٧٥ والتي نسخت ٦١٥هـ/١٢١٨م ونسخة الاسكوريال رقم ٩١٤ بدون تاريخ .

٣ – نسخة باريس المكتبة الوطنية رقم ١١٠٠ والتي نسخت ١٤٧٥ م .

وبالنسبة لترجمة حنين بن اسحق باصلاح ثابت بن قرة اعتمد باول كونتيش على نسخ :

تونس المكتبة الوطنية٧١١٦ نسخت ٤٧٨هـ/١٠٨٥ م، الاسكوريال رقم٩١٥ نسخت ١٣١٤ م ، وهـــذا يعتبر كافياً لتحقيق نص بهذه السوية العلمية الجيدة .

واعتمد الأستاذ باول كونتيش على ان يكون الجزء الثاني مخصصاً للنص اللاتيني والذي ترجمه جيرهارد فون كريمونة .

أما الجزء الثالث فهو مخصص للمقارنة بين النصوص اليونانية والعربية واللاتينية والهدف العلمي الأساسي من عمل الأستاذ باول كونتيش هو جعل نص بطلميوس العربي والنص اللاتيني في متناول البحث ، وقد انجز ذلك ببراعة ودقة وبروح العالم الباحث وهذا معروف عن اعمال الأستاذ باول كونتيش في مجال تاريخ علم الفلك .

أما عن حياته فهو قد ولد في ١٩٣٠/٧/١٤ في كروسوف ، ونال شهادة الدكتوراه عام ١٩٥٦ من جامعة برلين ، وتابع ابحاثه في جامعات جوتنجن والقاهرة وكولونيا حتى عام ١٩٧٥ م والتحق بعدها كاستاذ في جامعة ميونيخ ولا يزال هناك وله مؤلفات عديدة في مجال تاريخ علم الفلك (انظر النص الألماني) .

المشاركون في هذا العدد

– **اندريه آلار** : باحث في مركز الأبحاث العلمية البلجيكي ، وهو مهتم بتاريخ الرياضيات عند الاغريق والعرب ، وله مؤلفات عديدة في ذلك المجال .

– **تامارا البرتيني** : باحثة في مجال الفلسفة والدراسات اللغوية ، حائزة على شهادة الدكتوراه في « نظرية المعرفة » . تعمل حالياً كأستاذة مساعدة في معهد لتاريخ الفكر وفلسفة النهضة .

– **ايفرت . م . برويِنز** : كان استاذاً في جامعة امستردام في هولندا ، وقد شغل مناصب علمية عديدة ، وله مؤلفات كثيرة في تاريخ العلوم الرياضية والكيمياء والأشعة الكونية . وقد توفي في عام ١٩٩٠ م .

– **م . أ . تولماشفا** : تحمل شهادة دكتوراه في مجال الدراسات الجغرافية الوصفية . تعمل حالياً كأستاذة مشاركة في حقل التاريخ في جامعة واشنطن ولها دراسات ومؤلفات في ذلك الميدان .

– **سيمون حايك** : حاصل على شهادة الدكتوراه في الفلسفة من جامعة مدريد المركزية ، يعمل في حقل تاريخ العلوم عند العرب ونقل هذه العلوم إلى الغرب وتأثيرها فيه .

– **فيرندرا شارما** : استاذ علم الفلك والفيزياء في مركز جامعة ويسكونسن. وقد نشط في مجال تاريخ علم الفلك على مدى السنوات العشر الماضية ، وخاصة الفلك في الهند قبل الحكم البريطاني ، ونشر العديد من المؤلفات في هذا المجال .

– **جورنهارد شتروماير** : يعمل منذ عام ١٩٥٨ وحتى الآن كساعد علمي في أكاديمية العلوم في برلين . نشر حوالي ٢٠٠ مطبوعة في مجال تاريخ الطب والفلك والسيمياء وتأثير الحضارة الاغريقية في التراث العربي والاسلامي وبالتالي تفاعله مع الحضارة الغربية عن طريق العرب .

– **سامي شلهوب** : يعمل استاذاً مساعداً لمواد تاريخ الرياضيات والفلك والفيزياء لطلاب ديبلوم تاريخ العلوم الأساسية في معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، بالإضافة إلى عمله كوكيل للمعهد ذاته ، وله مؤلفات في مجال تاريخ الرياضيات العربية .

– **دانيل مارتن فاريسكو** : عالم مختص بعلم الانسان ، وله مؤلفات عديدة في هذا المجال .

– **باول كونيتش** : استاذ في معهد اللغات السامية بجامعة ميونيخ ، ألف عدة كتب عن الفلك وعلم الهيئة عند العرب في القرون الوسطى . اختصاصه الرئيسي في أسماء النجوم ومصطلحاتها .

– **مهدي محقق** : استاذ اللغة الايرانية والآداب والفلسفة الاسلامية ، وقد نال شهادة الدكتوراه في اللغة الفارسية وآدابها ، وكان استاذاً زائراً في جامعة لندن ، وله مؤلفات عديدة في مجال تخصصه .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

تقديم نسختين من كل بحث أو مقال إلى معهد التراث العلمي العربي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الأسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات إلى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بين ٣٠٠ — ٧٠٠ كلمة باللغة الانكليزية إذا كان ذلك ممكنا وإلا باللغة العربية .

طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار إليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضاً ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ — بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب— أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج— أما إذا أشير إلى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة إلى أرقام الصفحات .

أمثلـــــة :

أ — المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب— عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية . مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣ .

ج— المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبوبـــــا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

Notes on Contributors

Albertini, Tamara : a researchist in the field of philosophy and linguistics. PH.D. thesis on the epistemology of Marsilio Ficino and his optical-geometrical models. Presently, she is an assistant professor at the Institut für Geistesgeschichte und philosophie der Renaissance.

Allard, André : a researchist at the Fonds National Belge de la Recherche Scientifique. He is interested in the History of Mathematics of the Arabs and the Greeks, and has several books dealing with that field.

Bruins, E. M. : was a professor at the University of Amsterdam in Holland, and had occupied several scientific positions. He had many publications dealing with the History of Mathematical Chemistry as well as the Cosmic Rays. Died in 1990.

Chaihoub, Sami : besides his being a Vice Director of the Institute for the History of Arabic Science, he is also an assistant professor of the History of Mathematics, Astronomy and Physics at the Institute. He has books in the field of the History of Mathematics.

Hayek, Simon : obtained the PH. D. in philosophy from the Central University of Madrid. His research work is in the field of the History of Arabic Science and diffusing it to the West.

Kunitzsch, Paul : a professor at the Institut für Semitistik der Universität Munchen. He published several books on the Arabic Astronomy in the Middle Ages. His field of specialization is in star tables and nomenclature.

Mohaghegh, Mehdi : a professor of the Iranian language, Arts and Islamic philosophy. He obtained the PH. D. in the Persian language and Arts, and was a visiting professor at the University of London. He has many publications in his field of specialization.

Sharma, Virendra : a professor of Astronomy and Physics at the University of Wisconsin Center. For the last ten Years he has been active in History of Astronomy and particularly in the astronomy of India before the British rule there. He has published several papers on the subject.

Strohmaier, Gotthard : since 1958 to the present, he is a scientific assistant at the Academy of Sciences in Berlin. He published about 200 publications on the history of medicine, astronomy, alchemy and the reception of Greek science in Islam as well as the reception of Arabic science and its diffusion to the West.

Tolmacheva, M. A. : obtained the PH. D. in the field of Etno-Geographic studies. Presently, she is an associat professor of History at Washington State University, and has several studies and publications in the field of Etnography.

Varisco, Daniel Martin : PH. D. in Anthropology. He has many publications dealing with the fields of Anthropology, Ecology and Agriculture.

France in 1520 and finally in Basile, Switzerland in 1544. Meanwhile, the ninth article has been published alone in Venezia in 1483, 1490 , 1493 , 1497 , and in Badova in 1480 under the name of *Nonus Almansoris, de Curationes Aegritudinum Qui Accidunt A Capite Ad Pedes.*

A great doctor named Andreas Vesalius, who has waked up the Anatomy of the middle ages after a long dream , is also an anatomist who has been born in Bruxele in 1514 and studdied in Louvain , Belgica , and lateron in Paris, due to the instructions of a friend of him. In the University there was a doctor called Sylvius who has got a good fame for his works that always marked the line of Galen in a blindish way. and who beleived that the mistakes of that where in a matter of fact due to the incomplete manuscripts written in the Greek language or due to the incorrect translations of the Latin language. Sylvius thinks that the misunderstandings between what Galen have said and what really has been discovered later on is due to the corruption of the human bieng.

Vesalius became the doctor of the Emperador Carlos V and then the doctor of his son Philip II. He worked in the dissection of the bodies for what he was condemned by death as well as Miguel Servatius, but the intervention of the Prince Philip made that the sentence being changed to pilgrimage to Jerusalem. In his return he met with a storm which lead him to the shore of Zant where he died in 1564.

His doctorate written in latin under the name : *Parafrasis In Nonum Librum Rhazae* or the description of the ninth article of the book of Rāzī, the book has been published later on many times during the Renaissanse the most important in Basile in 1537 .

The book contained also a poem written to Vesalius by one of his friends called Jodocus Velsius in which he admires the arabic doctor Rāzī and his valueous works to the human being and accuses the translators who had little experience and who made the reading of Rāzī seem boaring and unlikely while the beek and works of Vesalius showed the importance of Rāzī and made more likely the readings of that doctor.

The book known as the explanation of the ninth article of the *Manṣuri* written by Rāzī is considered as the introduction of the book of Vesalius which was very famous and which has appeared in 1543 under the name : *De Humani Corporis Fabrica* or *The Composition of The Human Body* .

Qatājanūs , *al - Quwā al - Ṭabi'iyah* , *Fi anna Quwā al - Nafs tabi'at li - Mizāj al - Badan*, *Fī mā Ya'taqidu-hu Ray'an*, *Manāfi' al - A'ḍā'*, *al - Minā*, *al- Mayāmir*, and *al- Nabḍ al- Kabir* .

Passages are also to be found in the *Shukūk* from some works of Razi the originals of which have been lost, such as *Sam' al - Kiyān*, *Fī al- Radd 'olā al - Sarakhsī fi Amr al-Ṭa'm al - Murr*, *Fi anna Markaz al - Arḍ Yanbū' al-Bard*, *Fi Kayfiyat al-Abṣār*, *Fī al - Azminah wa - al - Ahwiyah*, *Fī Kayfiyat al - Ightidhā'*, *Fī Wujūb al - Istifrāgh fi Awā'il al-Ḥummayāt*, *Ikhtiṣār K. al-Nabḍ al- Kabīr*, *Fī al- Baḥth 'ammā Qila fi K. al - Ustuqussāt wa - fi Tabī'at al- Insān*, *Mā Qālat al- Qudamā' fi al- Mabādi' wa- al - Kayfiyāt*, *Fī Jaww al - Asrāb*, *al - Nafs al - Ṣaghir*, *al - Nafs al - Kabir*, *Fī 'Illah allatī Ṣāra al-Kharīf Mumriḍan*, *Fī al - 'Illah allatī Yaḍīq al - Naẓar fī al-Nūr wa Yattasi'u fī al - Ẓulmah*, *Fī al-Ladhdhah*, *Fī ma Jara baynahu wa - bayn Shahīd al-Balkhī fī al - Ladhdhah*, and *Fī Miqdār mā Yumkin an Yustadrak min al-Nujūm ' ind man Qāla anna-ha Aḥyā' Nāṭiqah wa- man lam Yuqal dhālika.*

The value of the *Kitāb al - Shukūk* as a source for the works of Galen and al - Rāzī is increased further still by the fact that both Hunayn ibn Ishaq and Bīrūnī only give in their *fihrists* the names of various works, without an indication of the medical and philosophical topics to which they address themselves.

Rāzī and Vesalius

SIMON HAYEK

Is Abu Bakr Muhammad ben Zakaria Al- Rāzī (865 – 932) the best doctor of his age, he has a book titled : *Al- Ṭib Al- Manṣurī*, wrote it to the Prince Manṣur ben Ishaq ben Ismail ben Muhammad, chief of Khurāsan, in an abreviated manner. The book is of ten articles, of which the most important to us is the ninth : The illnesses that happen from the head to the foot .

The article was known in the Middle Ages by the name of "Nonus Almansoris " which deals with the different illnesses of the body.

The book has been translated to the Latin by Gerardo de Cremona, in Toledo, Spain, in the second half of the twelfth century and the translation has been published in Milano in 1481 and in Venezia in 1497 and in Leyon,

Summaries of Arabic Articles in This Issue

Al-Rāzī's Kitāb Al-Shukūk 'Alā Jālīnūs

MEHDI MOHAGHEGH

Muḥammad ibn Zakarīyah al-Rāzī was one of the greatest scholars of Islam. Although scholars in the last century have concentrated more on his philosophy, al-Rāzī was in fact originally best known for his medica and pharmacology. Al-Rāzī's eminence is attested by the fact that Abū Rayḥān al- Bīrūnī, despite the fact that he was opposed to al- Rāzī, composed a bibliography of his works.

Al- Rāzī was one of the first Islamic scholars to turn his attention to the works of Galen and to make use of them. He even referes to works of Galen found neither in the bibliography of Ḥunayn ibn Isḥāq nor in Galen's own autobibliography. Al- Rāzī followed the views of Galen not only in his medica, but also in philosophy and ethics.

Al- Rāzī had thus read all the most important works of Galen, and it is on this basis that he wrote the *Kitāb al - Shukūk*. His ' doubts ' concern passages in various writings, and inconsistencies in various matters. Al- Bīrunī records the title of al - Rāzī's work as *al - Shukūk ' alā Jālīnūs*, while Ibn Abī Usaybiʿah calls it *al - Shukūk wa- al - Munāqadāt allati fi Kutub Jālīnūs*.

In the *Shukūk* Rāzī sets down some of the medical and philosophical pronouncements of Greek philosophers such as plato, Aristotle, and Hippocrates, as well as Themistius, Empedoclus, Diocles, Thales, Asclepiades, and Erasistratos, while also mentioning such Islamic scholars as Ḥunayn ibn Isḥāq and Muḥammad ibn Mūsā. He makes reference to ' a distinguished and noble man' man with whom he used to read the works of Galen - but he does not give the name of this person. The works toward which al- Rāzī directs his ' doubts ' are among the most important of Galen's writings, and include *Ārā ' Buqrāt wa- Aflāṭūn*, *al- Akhlāq*, *al- Adwiyah al- Mufradah*, *al - Ustuqussāt 'alā Ra'y Buqrāt Aṣnāf al-Ḥummayāt*, *al - A'ḍā' al-Ālimah*, *al-Aghdhiyah*, *al-Amrāḍ al -Ḥāddah*, *al -Buhrān*, *al -Tajribah al-Tibbīyah*, *Tadbīr al-Aṣiḥā' Tashrīh al - Ḥayawān*, *Tafsīr K. al-Buqrāṭ fi Ṭabi'at al-Insān*, *Tafsīr Kitāb al-Fuṣūl*, *Taqdimat al - Ma'rifah*, *Ḥarakat al- 'Aḍol*, *Ḥilat al- Burr' al -Dhubūl*, *al-Ra'shah wa-al-Nāfiḍ*, *al-Ṣanā'ah Ṣaghīrah*, *al-'Ilal wa - al - A'rāḍ*.

- Escorial 915 (dat . 4. September 1314 span. Āra = 1276) . 138^{r} – 119^{v} (europäisch gezählt, im arabischen Sinn gegenläufig) .

Paul Kunitzsch promovierte 1956 an der Freien Universität Berlin. Er vertiefte seine Forschungen in Göttingen , Kairo und Köln. Seit 1975 ist er Professor an der Universität München .

Einige Seiner Veröffentlichungen:

- Arabische Sternennamen in Europa. Wiesbaden / Deutchland, 1959 .
- Untersuchungen zur Sternnomenklatur der Araber, Wiesbaden / Deutschland, 1961 .
- Ibn aṣ-Ṣalāḥ : Zur Kritik der Koordinatenüberlieferung in Sternkatalog des Almagest, Wiesbaden / Deutschland 1975 .
- On the Mediaeval Arabic Knowledge of the Star Alpha Eridanī, J. H. A. S., Vol 1 / Aleppo / Syrien. 1977 .

Dr. Sami Chalhoub
I.H.A.S. Aleppo University

Book Review

Der Sternkatalog des Almagest. Die arabisch - mittelalterliche Tradition
von Claudius Ptolemäus

Die arabischen Übersetzungen,

von al-Ḥağğağ u. von Isḥāq in der Bearbeitung durch Ṭābit.

Ins Deutsche übertragen u. bearbeitet von **Paul Kunitzsch**, Verlag Otto Harrassowitz - Wiesbaden / Deutschland – 1986, umfast 344 Seiten.

Rezension Dr. Sami Chalhoub

Band 1 : Arabischer Urtext und deutsche Übersetzung

Sternkatalog - 1025 Sterne - angeordnet in 48 Sternbildern, mit Beschreibung ihrer Stellung innerhalb der Bilder und mit ekliptikalen Koordinaten verzeichnet.

Damit wurde erstmals das arabische Textmaterial, das Grundlage für den Sternenkatalog (seit dem späten 8. Jahrhundert) zugänglich gemacht.

Für die Geschichte der Astronomie in der arabischen Welt war der Almagest ein fundamentales Werk.

Inhalt, Form, Theorien, Methoden, Termininologie und Nomenklatur haben die arabische islamische Astronomie grundlegend geprägt.

Auch für Europa war der Almagest die Grundlage der Astronomie durch die Übersetzung von Gerhard von Cremona.

Benutzte Handschriften : al - Ḥağğāğ

- Leiden, cod. or. 680 (vor 615 H = 1218 / 19), 111ʳ — 125ᵛ.
- London, British Library Add. 7475 (dat. Šaʿbān 615 H = Oktober 1218), 15ᵛ — 36ᵛ.
- Escorial 914 (nicht datiert), 74ʳ – 92ᵛ.
- Paris, B. N. hebr. 1100 (dat. 1475), 88ʳ - 104ᵛ (arabisch, in hebräischer Halbkursive).

Isḥāq mit den Verbesserungen vo Ṭābit

- Tunis, Bibliothèque Nationale 07116 (dat. Ǧumādā II 478 H = Oktober 1085), 117ᵛ – 134ᵛ.

J. H. A. S. 1991 : Vol 9 : pp. 113 – 114.

To Contributors of Articles for Publication in the *Journal for the History of Arabic Science*

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. In matters of paragraph-indentation and the indication of footnotes, please follow the style used in this journal.

2. Please include a summary – if possible in Arabic, but otherwise in the language of the paper – about a third of the original in length.

3. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and they should contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page-numbers. For journals give author, number, year, and page-numbers.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Takiyüddin'in Sidret ül-Müntehâ'sına aletler bahsi", *Belleten* 25 (1961), 213-238.

After the first quotation, if the reference is repeated, then the author's name and the abbreviation *op. cit.* may be used. Alternatively, the books and articles cited may be collected into a bibliography at the end of the article, according to the above format, so that reference may be made to them in the footnotes by author or short title.

4. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

ʾ , b , t , th , j , ḥ , kh , d , dh , r , z , s , sh ,
ء ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش
ṣ , ḍ , ṭ , ẓ , ʿ , gh , f , q , k , l , m , n , h , w , y ,
ص ض ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه و ي

Hamza at the beginning of a word is omitted in transcription. The *lām* of the Arabic article before sun-letters is not assimilated (thus *al-shams* and not *ash-shams*).

For short vowels, *a* is used for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for *ḍamma*. For ong vowels diacritical marks are drawn over the letters: *ā*, *ī*, *ū*. The diphthong *aw* is used for 'وْ' and *ay* for 'يْ'. Long vowels before *hamzat al-waṣl* are printed long (thus "abū'l-Qāsim" and not "abu'l-Qāsim").

active intellect,[20] but despite this difference there is one word in Dante which reveals the Arabic origin. He says that the soul " becomes speaking " (" divenga fante ", v. 61), and this must be an unsuccessful rendering of the term *nāṭiḳ* (" rational ").

Ibn Sīnā extends his psychology even to the heavenly spheres which, according to his opinion, have souls that are aiming in love at their first cause, i. e. God, generating in this way their constant circular movement. Christian theologians like William of Auvergne (died 1249) rejected this as ridiculous.[21] But Dante in his poetic fiction developped this Avicennian idea still further. After ascending through the spheres and coming near to God he suddenly begins to revolve around him in the same manner as a star (Paradise XXXIII, 140 – 145).[22]

So Dante may be regarded as a witness of a very broad reception of Ibn Sīnā in the West, which went beyond the limits of the universities and was not affected by the polemics launched against him from the chairs of the universities. He was one of the most prominent figures of our common cultural heritage.

20. Davidson (see above note 12), p. 158 : A. – M. Goichon. *La philosophie d'Avicenne et son influence en Europe médiévale*, Paris 1951, p. 46 – 49.

21. L. Gardet, *La connaissance mystique chez Ibn Sīnā et ses présupposés philosophiques* (Mémorial Avicenne II), Cairo 1952, p. 35 – 38.

22. Cf. R. Palgen, Dante und Avicenna. In: *Anzeiger der Oesterreichischen Akademie der Wissenschaften, phil. – hist.* Kl. 88, 1951, p. 159 – 172.

himself has clearly indicated. So she corresponds to the third friend and to the lower part in Platonic and Avicennian psychology. The lion is a symbol of the wrathful part, and Abraham ibn Ezra had compared him expressly with a lion,[14] as did Plato in his dialogue *The Republic.*[15] Now the first animal, the female panther, must have something to do with falsehood and deception, as becomes clear from an allusion in Inferno XVI, 108, and there are other parallels in popular animal lore that point into the same direction.[16]

All the parallels between Ibn Sīnā's tale and that of Abraham ibn Ezra and Dante's Comedy are much more closely related to each other than those produced by Asīn Palacios and Cerulli, and they cannot be the result of mere chance. Now we might also expect that some of Ibn Sīnā's basic tenets reappear in the Comedy.

In Purgatory IV, 1 – 11 Dante dissociates himself from the opinion that there exist three separate souls in man, and some commentators took this as a refusal of the whole Platonic tripartition of the soul. But I think we have here instead an allusion to a chapter in the *Kitāb al-shifā*ᵓ, where Ibn Sīnā draws a sharp distinction between the tripartition of the one soul and the existence of three separate souls in one body.[17] This part of the *Kitāb al-shifā*ᵓ was accessible in Latin translation.

In Inferno III, 18 the souls in hell are described not simply as sinful but as those who have lost " the good of the intellect " (" il ben de l'intelletto"). This reminds us of Ibn Sīnā's idea that the eternal happiness of the immortal individual soul is dependent on the link that she could establish with the active intellect during her life on earth and that her punishment in the other world consists in the deprivation of the knowledge of the intelligible substances.[18]

In Purgatory XXV, 37 – 75 Dante describes the development of the human embryo out of the sperm of the father and the blood of the mother in accordance with Aristotle and Ibn Sīnā.[19] But when matter reaches the necessary perfection, then God, " the first mover ", intervenes from above making the embryo a real human being. Ibn Sīnā allots this function to his

14. Greive (see above note 7), p. 151 (v. 102).

15. IX, 588d – 589b, the same in Galen, *On the doctrines of Hippocrates and Plato*, ed. and transl. by Ph. De Lacy (Corpus Medicorum Graecorum V. 4, 1, 2), Berlin 1978 – 84, vol. 2, p. 369.

16. Strohmaier in *Deutsches Dante-Jahrbuch* (see above note 8), p. 198 - 199; cf. also Aristotle, *History of animals* I, 6; 612 a 12 – 15.

17. Al-shifāᵓ, *al-ṭabīʿiyāt*, 6. *al-nafs*, ed. G. C. Anawati and Saʿid Zayed, Cairo 1975, p. 221 – 224.

18. Davidson (see above note 12), p. 172 - 175.

19. U. Weisser, Zeugung, Vererbung und pränatale Entwicklung in der *Medizin des arabisch-islamischen Mittelalters*, Erlangen 1983.

until now defied all efforts of the commentators. But a look at the introductory vision in the " Khay ben Mekitz " proves to be helpful.[10] Here Abraham ibn Ezra has not changed very much against Ibn Sīnā. The narrator is walking in the fields together with three unpleasant friends. The first going in front of him is a liar, who mixes the truth with falsehood, nevertheless the narrator is dependent on his informations. The next friend, who goes to the right, is often in anger; the third, who goes to the left, is always greedy. These two are easily to be identified with the lower parts of the soul in Plato's psychology, the so-called spirited part (to thymoeides, *al-ḳūwa al-ghaḍabiya*) and the desiderative part (to epithymetikon, *al-ḳūwa al-shahwāniya*). The narrator himself is the rational part of the soul (to logikon, *al-ḳūwa al-ʿaḳliya*). But who is the first friend, the liar? He represents the complex of the so-called inner senses (*al-ḥawāss al-bāṭina*) which are located in the ventricles of the brain and which have the task of combining and storing the sense data coming from the sense organs. This doctrine seems to be in this particular form Ibn Sīnā's own invention, and it became so famous that we find it again even in the " Arabian nights " in the words of the learned slave-girl *Tawaddud*.[11] The sense data coming from without are liable to distortion and false combination by the inner senses, therefore this first friend is called a liar. True knowledge comes directly from above, from the active intellect who gives matter its forms and who bestows these same forms directly upon the human intellect. In this way the reliability of human knowledge has its ontological basis.[12] In the field the four friends meet a sheikh with a shining face who greets them kindly. His name is *Ḥayy ibn Yaḳẓān* and he is the personification of this active intellect. In Ibn Sīnā's version he tells very much about his functions and his knowledge, but he refuses the wish of the narrator to take him with him into the regions of the invisible world. He declares that this is impossible so long as one is in the company of these bad friends, i. e. so long as he is in this life. But in Abraham ibn Ezra the narrator is able to join the active intellect so as to begin a journey with him. Dante follows this pattern, but he has replaced the allegoric figure of *Ḥayy ibn Yakẓān* by the wise Roman poet Virgil and by his beloved Beatrice, whom an Italian commentator of the last century has already identified as being here a symbol of the active intellect.[13] The three bad friends are also present in Dante, but in the disguise of three wild beasts. Here the narrator first passes by a lonza, a female panther, then by a lion, then by a she-wolf, before meeting the spiritual leader. The she-wolf is a symbol of greed, as Dante

10. Ibid., p. 149 – 153 (vv. 12 – 181).

11. Ed. Cairo 1325 A.H., vol. 2, p. 449.

12. A. A. Davidson, Alfarabi and Avicenna on the active intellect. In: *Viator* 3, 1972, p. 154 – 427.

13. Francesco Perez, *La Beatrice svelata*, Palermo 1865.

that Dante revered Ibn Sīnā as one of his philosophic authorities . In Inferno IV. 143 he gives him a place, together with Ibn Rushd, in the family of the ancient philosophers.[6] Ibn Sīnā's allegoric tale, despite its being difficult to understand , was widely known, also in Muslim Spain, and from there came Abraham ibn Ezra (1092 – 1167) , the great herald of Arabic science among European Jewry. who spent some time of his life in Italy. He produced in his language an adaptation under the title *Khay ben Mekitz*, which has the same meaning as *Ḥayy ibn Yakẓān* (" The living one , son of the wakeful one ") .[7] He has introduced some decisive changes into the whole structure of the tale, and it is his version which reveals the most striking parallels with Dante's Comedy, to such an extent that some hitherto obscure passages become clearer.[8]

When climbing the slopes of Mount Purgatorio and coming nearer to the summit where the garden of paradise is situated , Dante or the narrator who speaks in the first person suddenly stands before a wall of fire. He does not dare to cross it, he is full of fear, but Virgil his leader goes first and a voice is heard saying " Come, oh ye blessed of my father " (Matth. 25, 34) , and they come through the formidable heat unharmed. (Purgatory XXVII, 7 – 60) Dante fails to give this fire any spiritual meaning, in the sense of the Catholic doctrine of purgatory, he just describes it as a natural phenomenon. The sense remained obscure. Abraham ibn Ezra has exactly the same scene[9]. It is not found in Ibn Sīnā, i. e. Abraham has added it of his own. Here the narrator together with his leader , who represents the heavenly active intellect, is ascending through the realm of the four elements towards the sphere of the moon . After crossing the air, where the weather is made, they stand before the zone of fire. The narrator , who speaks in the first person, is full of fear, but his leader goes first and says to him "Come, oh ye blessed of the Lord" (Gen. 24,31), and so they come through unharmed. Here the fire is at its right place according to Aristotelian cosmology, but in Dante it is somewhere at the upper rim of a mountain and not close to the sphere of the moon. We cannot avoid the statement that the great poet appears, in this particular instance, as a plagiator, and not even as a very skilful one.

The first canto of the Comedy contains some allegoric mysteries that

6. Cf. also about the quotations in Dante's " Convivio " Munira Shakhidi, Abu Ali ibn Sina-obitatel' limba. In : *Dantovskie chteniya* (Moscow) 1985, p. 151 .

7. German translation in H. Greive, *Studien zum jüdischen Neuplatonismus*. Die Religionsphilosophie des Abraham ibn Ezra, Berlin, New York 1973, p. 149 – 165 .

8. G. Strohmaier, Chaj ben Mekitz – die unbekannte Quelle der Divina Commedia. In : *Deutsches Dante - Jahrbuch* 55 – 56 , 1980 / 81 , p. 191 – 207 ; id. , Avicennas " Ḥayy ibn Yaqẓān " und Dantes " Commedia ". In : *Acta Antiqua Academiae Scientiarum Hungaricae* 29 , 1981 , p. 73–80 .

9. Greive (see above note 7), p. 157 – 158 (vv. 364 – 393) .

Ibn Sīnā's Psychology and Dante's *Divine Comedy*

GOTTHARD STROHMAIER*

In 1919 the Spanish orientalist Miguel Asīn Palacios published his famous book *La escatologīa musulmana en la Divina Comedia*.[1] It became the object of a great strife among European scholars. On the one hand the arabists considering the great impact of Arabic learning on Christian scholasticism found it very plausible that the Italian poet should have borrowed some features of his poem from Arabic literature. On the other side the specialists on the Romance languages in Italy and outside pointed to the fact that similar parallels exist within the Latin literature of the Middle Ages. And how could Dante take notice of the works of Ibn al-ᶜArabī and al-Maᶜarrī's *Risālat* al-*ghufrān*, which were never translated into Latin? The stalemate between the arabists and the Romance scholars seemed to be overcome in 1949 by Enrico Cerulli who discovered that the *miᶜrādj* - legend was, indeed, translated into Latin and was regarded even as an important document of the Muslim creed second after the Qur'ān.[2] But the great specialists on Dante remained unimpressed, they emphasized that Dante depicted the prophet of Islam in a very unfavourable way (Inferno XXVIII, 31), how should he have followed his footsteps on his journey to the other world?[3]

Unfortunately, a very important remark made by the Russian iranist Evgeniy E. Bertel's[4] in 1938 remained unnoticed in the West. He observed that the introductory vision of Ibn Sīnā's allegoric tale *Ḥayy ibn Yakẓān*[5] resembles to a certain extent the first canto of the *Divine Comedy*. And here we are within the framework of philosophy and not of religion, and we know

* Akademie der Wissenschaften, Berlin.

Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987.

1. 4th ed., Madrid 1984 (Arabic translation by Djalāl Maẓhar, *Āthār al-Islām fī 'l- Kūmīdiyā 'l-Ilāhīya*, Cairo 1980), cf. id., Dante y el Islam, Madrid 1927.
2. Il *Libro della Scala* e la questione delle fonti arabo - spagnole della Divina Commedia, Città del Vaticano 1949.
3. Cf. ' my review of E. Cerulli, Nuove ricerche sul libro della Scala e la conoscenza dell' Islam in Occidente, Città del Vaticano 1972. In : *Deutsches Dante- Jahrbuch* 55/56, 1980/81, p. 337-340.
4. Avicenna i persidskaya literatura. In: *Izvestiya Akademii nauk SSR*, otdelenie obshchestvennykh nauk 1938, p. 80.
5. *Traités mystiques d'Abou Alī al-Hosain b. Abdallah b. Sīnā*, ed. M. A. F. Mehren, 1er fasc. : L'Allégorie mystique Hay ben Yaqzān, Leiden 1889 ; cf. A. M. Goichon, *Le récit de Ḥayy ibn Yaqẓān commenté par des textes d'Avicenne*, Paris 1959.

Reste enfin une dernière comparaison possible qui concerne la graphie des chiffres dans les manuscrits des versions latines dont il a été question. Dans le *Monacensis lat*. 18927 (**Ly**) et dans le *Vaticanus Palat. lat.* 1393 (**LP**) apparaissent des chiffres qualifiés d' " indiens ", qui semblent beaucoup plus proches des chiffres arabes originaux que ceux qu'on rencontre dans les manuscrits latins habituellement cités qui contiennent les oeuvres les plus anciennes connues issues de l'arithmétique arabe :[12]

Vatic. Palat. lat. 1393

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

MONAC. 18927

(1) " Toletane figure "
(2) " Indice figure "
(3) (Tables astronomiques)

On ne peut donc espérer que les textes latins du XIIe siècle suppléent entièrement à la perte du texte arabe d'al-Khwārizmī. Ils en sont cependant indéniablement le reflet. Du point de vue historique, ils sont même irremplaçables dans la mesure même où élaborés en Occident à une époque où la science accusait un retard considérable par rapport aux oeuvres arabes de leur temps, ils témoignent d'un état ancien de la science arabe qui ne peut être révélé autrement.

12. Cfr A. ALLARD, *L'époque d'Adélard et les chiffres arabes dans les manuscrits latins d'arithmétique*, dans *Adelard of Bath, an English scientist and Arabist of the early twelfth century* (ed. c. BURNETT), The Warburg Institute, Surveys and Texts 14. London, 1987, pp. 37 - 43.

entiers .[9] Il en va exactement du contraire pour les fractions et l'extraction de racine carrée. Ainsi, parmi les quelque 25 exemples qui pourraient être cités:

DA LY^3 LA LP : $2^{\circ} \times 2'$
DA LY LA LP : $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$
DA LY LA LP : $10'' : 5'$
DA LY LA LP : $3/7 \times 4/9$
DA LY LA LP : $3\frac{1}{2} \times 8\ 3/11$
(DA) LY LA LP : $\sqrt{5625}$

On peut croire dès lors que le texte d'al-Khwārizmī ne comportait pas d'exemples pour les nombres entiers , mais en décrivait plusieurs lorsqu'il s'agissait de fractions ou de l'opération d'extraction de racine carrée, plus délicate et utile pour l'astronomie. On remarquera de même qu'aucun texte ne parle de l'extraction de racine cubique, contrairement à ce qu'on trouve, par exemple, dans l'*Arithmétique* d'al-Uqlīdisī .[10]

Nous estimons cependant qu'un moyen révélateur consiste à comparer les procédés eux-mêmes . La duplication des nombres entiers en fournit un exemple probant :[11]

DUPLICATION

(+ caractéristique présente
- caractéristique absente)

1. Poser le nombre à doubler dans l'ordre de ses positions
2. Doubler chacune des positions
3. Poser les unités à la place de chacune des positions et reporter les dizaines à la position suivante
4. Début de l'opération par la droite
5. Début de l'opération par la gauche
6. Procéder par addition
7. Preuve par médiation
8. Preuve par neuf.

	DA	LY^1 LY^2 LY^3	LA	LP
1.	+	-	+	+
2.	+	-	+	+
3.	+	-	+	+
4.	-	-	[illegible]	-
5.	+	+	+	+
6.	-	+	-	-
7.	-	-	+	-
8.	+	+	+	-

LY constituant le seul texte où on procède par addition, on peut considérer que l'oeuvre originale procédait, en commençant par la gauche du nombre, de la manière dont on trouve le reflet fidèle dans DA, LA et LP.

9. Le seul exemple commun est celui de 1.800 divisé par 9 (A. ALLARD, *op. cit.* , p. 15 ; 120 – 121). Les exemples sont dans tous les autres cas particuliers à chacune des oeuvres étudiées.
10. A. S. SAIDAN, *op. cit.* , p. 315 – 327 .
11. Cfr A. ALLARD, *A Propos d'un algorisme latin de Frankenthal : une méthode de recherche*, dans *Janus* 65 (1978) , p. 119 – 141 .

d'arithmétique qui leur sont antérieurs , on ne constate aucune correspondance ni dans les textes, ni dans les exemples . Il n'est cependant pas interdit de penser que la publication d'autres arithmétiques arabes des Xe et XIe siècles éclairerait le question d'un jour nouveau. Dans l'état actuel de la question, on peut se livrer à quatre types de comparaisons .

La première comparaison possible vise les textes latins eux - mêmes. On peut l'illustrer dans la multiplication de trois septièmes par quatre neuvièmes où c'est la leçon courte, celle du *Dixit Algorizmi* (DA), qui sans doute est la plus proche de la première traduction latine perdue :[7]

" Ainsi, si tu voulais multiplier 3 septièmes par quatre neuvièmes, et si ces septièmes et neuvièmes étaient en première position de fractions comme des minutes, tu les multiplierais entre eux, et ils deviendraient dans leur position dans l'espèce des secondes. Lorsque tu veux les élever à un nombre entier, tu les diviseras par l'une et l'autre positions qui sont des septièmes multipliés par des neuvièmes . Si autre chose est divisé et résulte de la division, ce sera un nombre entier, et si on ne peut diviser, ce seront des parties de la même espèce que ce par quoi tu divises. Et trois septièmes par quatre neuvièmes seront 12 parties de 60 trois parties d'un. "

Le même type de réflexion peut être fait à propos de la multiplication de $1\frac{1}{2}$ par $1\frac{1}{2}$, par le biais des fractions sexagésimales ; cette fois, le texte le plus concis, quoique complet, est celui des versions du *Liber Ysagogarum* :[8]

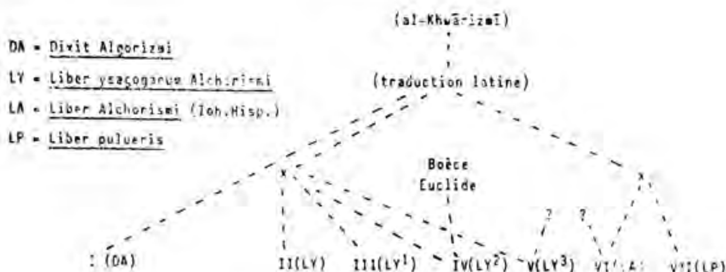
" Si nous voulons multiplier un et un demi par un et un demi, réduisons un et un demi en minutes, pour faire 90 . Et de même pour l'autre . Multiplions entre elles ces 90 minutes pour faire 8.100 secondes, qu'on divise par 60 pour faire des minutes, et par une deuxième division par 60 on obtient 2 degrés et 15 minutes. "

Il apparaît ainsi dans un premier point que le texte de l'arithmétique arabe d'al-Khwārizmī, comme celui de son *Algèbre* que l'on connaît, devait se limiter à l'énoncé des règles des opérations fondamentales bien connues, telles qu'on les retrouve dans les ouvrages postérieurs tant arabes que latins , mais là sous une forme plus élaborée et illustrée d'exemples .

Si on compare entre eux les exemples donnés par les textes latins, on constate qu'ils ne correspondent pratiquement jamais pour les nombres

7. Quasi uelles multiplicare III septimas in quatuor nouenis, essentque ille septime et nouene in prima differentia fractionum quasi minuta, multiplicaresque eas in inuicem, et fierent in sua differentia ex genere secundorum. Cumque uolueris eas subleuare ad numerum integrum, diuides eas per utrasque differentias que sunt septime in nouenis. Quod si aliud diuisum fuerit et exierit de diuisione, numerus erit integer, et si non poterit diuidi, erunt partes unius eiusdem generis par quod diuisisti. Eruntque tres septime in quatuor nouenis XII partes ex LX tribus partibus unius. Cfr A. ALLARD, *op. cit.* , p. 22.

8. At si unum et dimidium per unum et dimidium multiplicare uoluerimus, unum et dimidium minuta faciamus et erunt 90; similiter de alio. Que inter se multiplicemus eruntque 8100 secunda, que si per 60 diuidantur, ad minuta redibunt; que iterum eadem diuisione 2 gradus et 15 minuta erunt. Cfr A. ALLARD, *op. cit.* , p. 41 .



Il est certain d'abord - on peut regretter le fait, mais il est indéniable- qu'aucune de ces oeuvres ne peut prétendre être une traduction exécutée directement sur le texte arabe d'al-Khwārizmī, pas même le *Dixit Algorizmi*, malgré son *incipit* particulier qui ressemble au mieux à celui des ouvrages arabes :

" Al- Khwarizmi a dit : rendons à Dieu, notre guide et notre protecteur, de justes hommages qui lui rendent son dû et répandent sa gloire en la faisant s'accroître. . . "[3]

Tous ces ouvrages reflètent au moins une et peut - être plusieurs traductions latines perdues qui leur sont antérieures et qui furent exécutées dans un des centres qui vit naître les premières traductions , soit le sud de l'Italie, soit plus vraisemblablement l'Espagne. Il est d'ailleurs rare qu'en dehors de son titre , une oeuvre se réclame d'al-Khwārizmī . Le fait se présente à deux reprises dans le *Liber Alchorismi* de Jean de Séville, une fois à propos de la division des fractions ordinaires , et une fois à propos de la multiplication des fractions ordinaires, où on trouve explicitement :

" C'est la même chose que semble dire al-Khwārizmī à propos de la multiplication et de la division des nombres entiers et des fractions, lorsqu'il propose. . . "[4]

On pourrait craindre dès lors que ces versions latines, que trois siècles séparent de leur modèle arabe supposé, soient en fait le reflet d'autres oeuvres arabes rédigées par les successeurs d'al-Khwārizmī. On songe évidemment, par exemple, aux Principes de calcul indien (*Kitāb fi uṣūl ḥisāb al - Hind*) de Kūshyār ibn Labbān[5] , ou à ceux d'al - Uqlīdisī[6] , ou encore à l'oeuvre d'al-Karajī . Si on compare les versions latines du XIIe siècle aux ouvrages arabes

3. Dixit Algorizmi · laudes Deo rectori nostro atque defensori dicamus dignas, que et debitum ei reddant et augendo multiplicent laudem . . . Cfr A. ALLARD, *op. cit.* , p. 1.

4. Hoc idem est illud etiam quod de multiplicatione et diuisione integrorum et fractionum Alchorismus dicere uidetur et si aliter, cum. . . Cfr A. ALLARD, *op. cit.* , p. 163 .

5. M. LEVEY et M. PETRUCK, *Kūshyār ibn Labbān. Principles of Hindu Reckoning*, Madison, 1965.

6. A. S. SAIDAN, *The Arithmetic of Al- Uqlīdisī*, Dordrecht, 1978 .

La Diffusion en Occident des Premières Oeuvres Latines Issues de L'Arithmétiqe Perdue d'Al-Khwārizmī

ANDRE ALLARD*

La diffusion dans l'Occident latin du calcul indien hérité de l'arithmétique arabe et lié par son nom même d'algorisme (*algorismus*) au premier auteur arabe, al-Khwārizmī, qui en écrivit les principes, peut être envisagée sous plusieurs aspects . On peut s'étonner d'abord de la lenteur de cette diffusion, puisque trois siècles séparent la rédaction arabe aujourd'hui perdue des plus anciens témoins latins qui en conservent le reflet. Plusieurs causes peuvent être envisagées. Certainement d'abord une longue tradition médiévale du calcul sur abaque et du calcul digital. Sans doute aussi la difficulté des rapports entre le monde musulman et le monde chrétien. On peut rappeler la phrase fameuse d'Ibn ᶜAbdūn à la fin du XIe siècle à Séville :

> " Il ne faut pas vendre des livres de science aux Juifs et aux chrétiens ... parce qu'ils voudront traduire ces livres de science et les attribuer aux leurs ou à leurs clercs, alors qu'il s'agit en réalité d'ouvrages musulmans. "[1]

Au début du XIIe siècle, et pour le plus grand profit de l'Occident médiéval, la leçon d'Ibn ᶜAbdūn ne fut heureusement pas retenue . Toutefois , la question des origines mêmes de cette connaissance reste complexe. Avant de tenter un rapprochement quelconque avec l'ouvrage perdu d'al-Khwārizmī, il fallait d'abord résoudre les problèmes posés par les manuscrits latins , leurs filiations et leurs rapports .[2] Contrairement à ce qu'on pensait généralement , il existe non pas deux ou trois, mais sept traités latins écrits dans le premier quart du XIIe siècle . Leurs rapports entre eux peuvent être schématisés de la manière suivante :

* F. N. R. S. , University of Louvain, Belgium.
Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987 .

1. E. GARCÍA GÓMEZ, *Sevilla a comienzos del siglo XII*, Madrid, 1948, p. 173. Texte cité par M-T. d'ALVERNY, *Translations and Translators* (R. L. BENSON et G. CONSTABLE, *Renaissance and Renewal in the Twelfth Century*) , Oxford, 1982, p. 440, ,n. 79 .
2. Sous réserve d'une découverte, toujours possible, d'une nouvelle oeuvre latine inconnue, l'étude des premiers algorismes latins du début du XIIe siècle est aujourd'hui terminée. Les différentes versions sont en cours de publication · A. ALLARD, *Al-Khwārizmī. Arithmétique. Les versions latines du XIIe siècle*, Louvain- Tunis, 1987 .

It is still necessary to explain why the authors of the *anwā'* genre did not lay claim to their synthesis. Why did they insist on reading back the formal concept of the lunar zodiac into the liminal period before Islam? Despite an intense interest in the philology of the *anwa'* tradition, there was a general reluctance to probe into the origin of the *anwā'*. Abū ᶜUbayd once remarked: " I asked al-Aṣmāᶜī about (the star *mijdāḥ*). but he did not say anything about it and was loathe to see anything good from the *anwā'* system. "[104] Al-Damīrī related a similar tale :[105]

> *ᶜAbd-al-Ḥakam relates that when ᶜUmar b. ᶜAbd-al-ᶜAziz started from al-Madīnah, there was a man belonging to the tribe of al-Lakhm with him, who related, " I looked up and saw the moon in the Fourth Mansion (i.e., Aldebaran), but did not like to tell him so; so I said to him, "Do not you see how beautiful the moon is to-night!' upon which ᶜUmar looked up at her (sic) and seeing her in the Fourth Mansion replied, ' As if you wanted to tell me that she is in the Fourth Mansion, but we start neither by the sun nor by the moon, but by God the only One, the all-powerful.*

These two anecdotes suggest that the pagan character of the *anwā'* was so well known that Muslims were reluctant to refer to them. Thus, it was necessary in describing the *anwā'* to cleanse the concept of its pagan association in order for the *anwā'* to be a suitable subject for Islamic scholars.

I submit that the *anwā'* were cleansed in two ways. First, the variant star calendars relating to the periods of rain were unified in the neutral frame of a lunar zodiac. Second, it was necessary to assert that the practical element of the *anwā'* as a reckoning system ordained by God existed in pre-Islamic Arabia independent of its use in pagan invocations. The concept was justified as Arab because it was a harmonization of Arab star lore; it became distinctively Islamic because the pagan and magical elements were exorcised. As a result we have only fragmentary information on what stars were in fact *anwā'* and how the system was used before Islam. To the earliest generation of Muslim scholars it was not necessary or expedient to describe the *anwā'* in full. As modern historians of science we are unable to reconstruct the pre-Islamic usage of the *anwā'* with any precision. Yet there is a value in looking beyond the concept to the ways in which it has been formulated and communicated, for this is where the distinction between science and folklore must be drawn.

104. Quoted in al-Marzūqī, 1 : 179.

105. Al-Damīrī, *Ad Damīrī's Ḥayat al-Ḥayawān (A Zoological Lexicon)*, (London, 1906 – 1908), 2 : 248.

It would be tempting to say that the concept of *manāzil al- qamar* was simply borrowed from India and Arabized by incorporating Arabic star names and lore into it. To say that the lunar zodiac, of which there are many variants, is not indigenous to tribal Arabia is not to say that its formal definition in Arab Islamic scholarship was not distinctively Arab and Islamic. The lunar zodiac, like the solar zodiac of twelve signs, spread throughout a number of cultures as a coherent frame for defining the cosmos. The idea of the zodiac was but the skeleton: the features which made the concept distinctive were the flesh and blood of Arab star lore.

The concept of *anwā'* as equivalent to the twenty - eight lunar stations is both Arab and Islamic. As a scientific concept it came into existence only when the variations within the oral lore of Arabia were fused to the unifying frame of a lunar zodiac. The early Islamic scholars, who helped define the direction and components of Islamic science, forged concepts by combining the legacy of previous scholars in other cultures with their own distinctive traditions. The folklore was little more than an undifferentiated mass of information, a universe of particulars with no single, coherent frame of reference. These scholars approached the *anwā'* not as the scientific product of a certain generation, but an evident truth about the cosmos. As part of a cosmic scheme deemed to be basic to Islam, the Muslim scholar would have expected such a concept to be known to earlier scholars and prophets. Ibn Mājid noted that the prophet Daniel was credited with a book on the *manāzil al - qamar* and the *burūj*. Certainly Hermes, the thrice- wise sage of old, or Seth, the patron patriarch of astronomy, would have known such a concept. The fact that information collected from the Bedouins and their poetry was full of contradictions and variant traditions could not invalidate a belief that the lunar stations were ordained by God as a guide for men.

It is not that early Muslim scholars sought to deliberately mislead; rather, they participated in a milieu in which science was concerned with the harmonization of information within an avowedly Islamic framework. In this respect a scholar like Ibn Qutayba, who was not in fact an astronomer, wanted to describe the *anwā'* without reference to the influence of foreign philosophy or scholarly astronomy.[103] His goal was to make sense of what the Bedouin did and this was accomplished not by a critical assessment of the data but by harmonization. It was assumed that the conflicting information was a result of the Bedouins' ignorance in not seeing the lunar stations as part of a cosmic scheme set in motion by God and validated by earlier scholars.

103. Ibn Qutayba, p. 2.

Science and Folklore

The issue of the origin of the *anwā'* in Arab tradition highlights a fundamental problem in reconstructing the history of scientific concepts. When we slide back along the scientific scale to reach the ultimate origin of a concept, eventually we arrive at that liminal and undefined point where science emerges from mere lore. Unfortunately, it is precisely at this point that the evidence usually eludes us. As historians of science we are reliant for the most part on texts. Early Muslim authors provided an analysis of the *anwā'* and in the process preserved samples of pre-Islamic poetry and lore. Yet we know almost nothing about the people who actually used the *anwā'* and only fragmentary glimpses of the use to which they were put.

There is a danger in relying so much on a textual tradition that the " prehistory " of an idea – as it reverberated in men's minds and on their lips – is not only lost but, by definition, insignificant. The history of the concept becomes only the history of what learned men have recorded about it for posterity. Equally , it is unwise to rely too heavily on analogy from contexts we can observe . Ethnographic data on star calendars among Arab tribes can help us understand if a particular calendar is practical or relevant , but we cannot assume it has remained unchanged or is representative for a similar context some fifteen hundred years earlier.

In this study I have attempted to sift through the variety of conflicting information and variant records on the *anwā'* . There is no reason to doubt that a system of stars linked with rain and other phenomena was developed in Arab tradition. However, there is no compelling evidence to think that any specific Arab tribe or community followed a lunar zodiac of twenty - eight asterisms . There is in fact no origin for the *anwā'* no distant Arab tribesman who hit upon the idea on a remote, star - lit night in the desert . There were no doubt many star calendars suited to particular needs, some practical and others magical . It would also appear that the meaning of the *anwā'* was understood as a pagan and unIslamic system, a system that the prophet himself condemned.

The formal scientific concept of the *manāzil al-qamar* can be traced back through the literature , but not to a single, ultimate source . We may be able to discover the first textual reference to the concept , but far too many works have been lost to be definitive . The evidence is clear that certain elements of the Islamic scientific concept of the stations were taken from India and perhaps from other traditions as well , yet we do not know who was the first to combine these elements with the Arab lore .

auspicious of the *anwā'*, yet Aldebaran following it is considered the most detestable. This cannot be explained in terms of the rain being plentiful during the setting of the Pleiades but being absent or harmful during Aldebaran. I would suggest that Aldebaran, referred to as *mijdāḥ* in pre- Islamic usage, may have figured prominently in pagan rites of divining rain. Al - Marzūqī in fact described it as a star associated with rain.[99] ʿUmar ibn al - Khaṭṭāb once referred to *majādiḥ al - samā'* in a rain invocation (*istisqā'*) .[100] When he was criticized by his fellow Muslims for referring to such a pagan *naw'*, he had to justify the use as appropriate and not legitimizing the divination by the *anwā'*. If it was so necessary to explain his use of the term, it must have been because *mijdāḥ* (*majādiḥ*, plural) was well- known as part of a pagan rite . When the authors of the *anwā'* genre refer to Aldebaran as detestable, they make a conscious statement about the magical uses to which this *naw'* had been put.

Divining the rain and other weather phenomena would clearly have been an important part of pre-Islamic cults. Among the pre-Islamic Bedouins, as among recent Bedouin tribes, knowledge of rain and hence pasture would have been vital for prosperity. Ibn Qutayba quoted verses concerning the most favorable times for rainfall.[101] The most favorable time was said to be at mid-month, i . e. , the full moon; the first night in which the new moon is seen (i. e. , *ghurra*) was also considered favorable for rain . Among some Arabs it was considered to be an inauspicious time to travel when the moon was in Scorpio (*ʿaqrab*) . This is apparently a reference to the so- called *ʿaqārib* of winter as determined by the new moon being seen in Scorpio during the cold winter months.[102] While references to fortune and the *anwā'* or *manāzil* are common, it is often difficult to determine what stems from Arab lore and what has been borrowed from India and other cultures.

The conclusion is inescapable that the *anwā'* refer to a system of rain invocation that saw the stars as influential in bringing the rain. It would be wrong to think that all pre-Islamic Arabs followed such a system or were willing to accept it. Yet, it is equally wrong to assume that pre-Islamic Arab tribes so dependent on the rains would have looked to the stars simply as markers of when a rain might occur. The impression given in the *anwā'* genre is that one can isolate a reckoning system based on twenty - eight *anwā'* from a variety of conflicting and often magical lore on the stars. Thus, the origin of the *anwā'* has been filtered for us by a generation of scholars who were wary of the magical and unIslamic use of the stars by their pagan ancestors.

99. Ibn Qutayba, p. 37 , recorded a *ḥadith* on *mijdāḥ* as a *naw'* for rain.
100. Al-Marzūqī, i : 179 .
101. Ibn Qutayba, pp. 180 – 182 .
102. For this term, see the discussion in my forthcoming *The Medieval Agricultural Almanac. . .*

pagan error along with defamation of ancestry (*ṭaᶜn fī al- ansāb*) and lamentation (*niyāḥa*).[91] The prophet argued that those who said they were rained upon by a certain star were attributing the power over rain to the star and not to God and this had to be condemned in the strongest terms.[92] This echoes a major theme in the Quran that the people of his day had rejected God and ascribed His power to idols and Nature itself.

Abu ᶜUbayd said that the Arabs in the Days of Ignorance (*Jāhilīya*) would attribute rain or wind to the influence of certain stars, saying " *we were rained upon by the naw' of the Pleiades, Aldebaran or simāk.* "[93] In his compendium on religions and sects, Al-Shahrastānī described the *anwā'* as a practice of the pre-Islamic Arabs associated with diviners .[94] Certain idols set up in the *kaᶜba* were in fact prayed to for rain.[95] There is even evidenc of a rain cult associated with the sacred geography of the *kaᶜba* in which the rain reaching a certain door would indicate plentiful rain and fertility for a land associated with the location of that door.[96] We are also told that certain of the stars, including the *manāzil*, were worshipped before Islam.[97] .

The *anwā'* must be understood first and foremost as a system of divining rain. The strong condemnation by the prophet suggests that such a system of rain invocation had become engrained at Mecca and may have centered on sanctuaries such as the *kaᶜba* . Al-Marzūqī remarked that the *anwā'* were also believed to have influence over other aspects of life.[98] Some of the Arabs, he claimed, exceeded proper bounds in their oaths by the *anwā'* and attributed events to their influence until they deluded themselves into thinking that all fortune or misfortune, good or evil, profit or loss was according to the *anwā'*. In responding to their use in divining rain, Muhammad was condemning the wider process of making the stars into " gods" .

The pre - Islamic poetry which has survived does not describe this magical use of the *anwā'* . No doubt such verses would have been deemed offensive to the authors of the *anwā'* genre. Yet, it is clear that some *anwā'* were considered more favorable than others. The Pleiades was considered the most

91. In addition to al-Bukhārī and the standard *ḥadīth* collections, this tradition can be found in Ibn al-Ajdābī, p. 136 , Ibn Qutayba, p. 14 , *Lisān al- ᶜArab* (article *n-w-'*) .
92. See Ibn al-Ajdābī, p. 136; Ibn Qutayba, p. 14 ; Abū Isḥāq al-Zajjāj in *Lisān al-ᶜArab* (article *n-w-'*) .
93. Quoted in *Lisān al-ᶜArab* (article *n-w-'*) .
94. Abū al-Fataḥ Muḥammad al-Shahrastānī, *Kitāb al- Milal wa-al-naḥl*, (Beirut, 1984) , 2 : 241 .
95. Ibn al-Kalbī in Nabih Faris, *The Book of Idols* (New Haven, 1952) , p. 7 .
96. Abū Uthmān ᶜUmar al-Jāḥiẓ, *Kitāb al-Ḥayawān*, (Cairo, 1968) , 3 : 43 .
97. Al-Qalqashandī, p. 452. Cf. the discussion in al-Shahrastānī.
98. Al-Marzūqī, i : 178 .

system of agricultural marker stars (*ma'ālim al - zirā'a*) which parallels arbitrarily the twenty - eight lunar stations.[89] Evidence for this calendar is quite recent, yet certain stars were chosen as markers as early as the 9th century. The Yemeni sultan, al-Malik al-Ashraf 'Umar ibn Yūsuf, writing in the 13th century observed that the *anwā'* in Yemen were different from those of Syria and other areas because the timing of the rains varied accross the general region .[90] My ethnographic research in a central highland valley showed that while most Yemeni farmers know about a few major stars, only a few claim to know the system as a whole. In the valley where I lived there was in fact no division of the year into discrete units, but rather stars were chosen to mark only seasons of rain and major agricultural activities. A system of twenty-eight *anwā'* or a lunar zodiac would have been irrelevant to the needs of the farmers.

Much of the discussion on the *anwā'* has assumed that the system of twenty-eight lunar stations was a practical calendar for pastoralists or farmers. To my knowledge the division of an entire year into discrete (and often equal) units is arbitrary and unrelated to a practical context. For most communities it was only necessary to mark periods of local importance. Even so, most people probably could recognize only a few stars, with certain individuals having expert knowledge. It is not that pre-Islamic Arab tribesmen were too ignorant to comprehend a system of twenty- eight *anwā'* or *manāzil*; it would simply not have been relevant. While certain stars, such as the Pleiades , Canopus or Sirius, would have been useful markers to a bread spectrum of groups, I would argue that a variety of star calendars was to be found .

Rain, Fortune and the Anwā'

The *anwā'* genre portrays a star calendar of twenty-eight lunar stations as a basic feature of pre-Islamic tradition. Based on the available literary evidence and by analogy to ethnographic examples, it must be concluded that the *anwā'*, as a system of stars linked with periods of rain, were not simply an Arab variant of the lunar zodiac. In trying to reconstruct the nature of the *anwā'* before Islam it is important to set aside the claims made by scholars of the genre and focus on the few fragments of documentation available.

The primary evidence for the interpretation of the *anwā'* comes from the tradition literature of the prophet Muhammad. Although there is no reference to the *anwā'* in the Quran, Muhammad bitterly criticized the *anwā'* as a

89. D. M. Varisco, *The Adaptive Dynamics of Water Allocation in al- Ahjur, Yemen Arab Republic*, (Ph. D. dissertation, University of Pennsylvania, 1982), pp. 554 – 576 .

90. I discuss this in my forthcoming , *The Medieval Agricultural Almanac of a Yemeni Sultan*, (Cambridge) .

The range of pre-Islamic star calendars recorded in the *anwā'* genre shows that no one system of twenty - eight *anwā'* was universally recognized. Furthermore, the seemingly arbitrary fit between the stations and seasons or rain periods suggests that the Arab tribes were not aware of the full contingent of lunar stations. While reference is made to the conjunction of the moon and the Pleiades, there is no reference in the poetry or sayings to the general stationing of the moon in a different asterism each night. Finally, it is clear that both the settings and risings of certain stars , not always of the lunar stations, were cited as markers.

The textual evidence is too fragmentary to reconstruct an actual star calendar of a given tribe. The early authors of the *anwā'* genre were not ethnographers faithfully documenting a tradition of lore and its variants. It is useful, therefore, to look at the types of star calendars actually used by contemporary Arab tribes. It should be noted that in some cases the tribesmen may have absorbed elements of the formal concept of *manāzil*, but such sophistication is rarely encountered.

Information on the stars linked with rain periods among the Rwala Bedouins was collected early in the century by Alois Musil.[87] Musil recorded that the Bedouins began their year with the rains associated with the rising of Canopus in October. This was the season of *ṣafarī* and the rain was called *wasm*. This is remarkably similar to the Canopus calendar recorded by Ibn Qutayba. After forty nights the Rwala observed the evening rising of the Pleiades, followed by the rising of *jawzā'* (Orion or Gemeni). Both of these stars were said to reign for twenty-five days each. Winter (*shitā'*) was heralded by the evening rising of Sirius and lasted for forty nights. *Simāk* was the star associated with the next fifty days, followed by the spring (*ṣayfī*) rains in mid - April. The four hot months of summer were referred to as *qayẓ* and included no rain.

The Rwala calendar, which is similar in many respects to that of the Sinai Bedouins,[88] shows that both morning and evening risings of stars were cited as markers. The stars used as markers were not limited to the formal lunar stations but were chosen because they coincided with the general limits of each season . As the rains were not of the same duration or timing every year, nor over a wide area, the seasons and rain periods represented a general sequence and not a calendar fixing the same date year after year.

In highland Yemen the tribal farmers have looked to the stars for centuries in marking rain periods and agricultural activities. One finds today a

87. Alois Musil, *The Manners and Customs of the Rwala Bedouins*, (New York, 1928) .

88. Clinton Bailey, "Bedouin star-lore in Sinai and the Negev, " *B. S. O. A. S.* , 1974, 37 : 580 – 596 .

when these two conjuncted on the fifth day after the *hilāl*.[81] This Pleiades calendar has survived among tribal groups in Palestine,[82] Yemen[83] and Afghanistan.[84] In Yemen a period of nine months is said to commence when the moon and the Pleiades are linked at the nineteenth day after the new moon in autumn until the Pleiades is said to disappear in April. These months were referred to by an odd number representing the days elapsed between the new moon and conjunction in each of them. Although admittedly an approximate system, the number - months thus formed served to time agricultural activities and describe the weather.

Finally, a star calendar oriented toward the pastoral cycle was formulated from the later summer rising of Canopus (*suhayl*). As described by Ibn Qutayba, the Bedouins first trekked to pasture in August with the dawn rising of Canopus.[85] Al - Marzūqī quoted a similar calendar in which this season is called *ṣafarīya*.[86] By the setting of *al - fargh al-mu'akhkhar* (≈ 27) in September most of the herders had left for the pasture. In general the winter rains and pasture thus produced allowed the Bedouins to remain in the more arid areas until April and the rising of *sharaṭayn* (≈ 1). At the dawn rising of the Pleaides in May most had returned and the last were said to come into the settlements by June. Al-Marzūqī presented a variant of this calendar according to five seasons of rain :

Season or Rain	Stations
qayẓ (summer)	rising of the Pleiades to rising of Canopus
ṣafarīya (autumn)	rising of Canopus to rising of *simāk*
shitā' (winter)	rising of *simāk* to setting (*wuqū*ᶜ) of *jabha*
dafa'ī	setting of *jabha* to setting of *ṣarfa*
ṣayf (spring)	setting of Spica to setting of Arcturus (ca. forty nights)

The variant recorded by al-Marzūqī combines risings and settings of stars, only some of which are among the twenty eight *anwā'* .

81. Ibn Qutayba, p. 87

82. Gustav Dalman, *Arbeit und Sitte in Palästina* (Gütersloh, 1928) , 1 : 23 .

83. Eduard Glaser, " Der Sternkunde der Südarabischen Kabylen, " *Sitz. d. Akad. d. Wissenschaften d. Wien*, 1885, 91 : 89 – 99 .

84. Alessandro Bausani , " Osservazioni sul sistema calendariale degli Hazāra di Afghanistan . " *Oriente Moderno*, 1974, 54 : 341 – 354 .

85. Ibn Qutayba, p. 96.

86. al- Marzūqī, 1 : 199 .

The system described here is clearly not a reference to the lunar stations, but one does find those stars which are cited in the pre-Islamic poetry.

I suggest that the *anwā'* system of the Qushayriyīn represents a variant of actual tribal usage and that this system was modified by early Islamic authors to fit the formal system of a lunar zodiac. The basic reference point in this and the other variants is the start of the *wasmī* rains at the *naw'* or setting of two stars in Pegasus commonly referred to as *al-fargh al-mu'akh-khar*, *fargh al- dalw al- suflā* or *al-ᶜarquwatān al- mu'akhkharatān*. The stars referred to are either clearly visible or associated in their risings and settings with an important part of the seasonal cycle. As such these *anwā'* were not used to delineate the year in discrete calendrical units, but rather to mark only those seasonal phenomena of relevance.

The sources indicate that certain stars or asterisms were far more important than others. No star is more famous than the Pleiades (*thurayyā*), which was even called *najm* because it was the star par excellence.[77] According to Ibn Qutayba the Bedouins divided the year according to the November setting and May rising of the Pleiades.[78] The setting of the Pleiades marked the time of the *wasmī* rain . At the rising of the Pleiades the hot *bāriḥ* wind blew and dried up pasture. This was the time when the Bedouins had to return from herding in the desert to settlements with water.

In addition to its rising and setting, the Arabs also noted the timing of the moon's conjunction or stationing in the Pleiades. Once a year the new moon (*hilāl*) was seen to conjunct with the Pleiades; this was in April just before it disappeared from view for about 40 – 50 days. The disappearance of the Pleiades from view due to effacement from the rays of the sun was generally considered a bad omen. Indeed the rising and setting of this star is commonly associated with diseases in traditional Arab medicine.[79] The conjunction of the moon and the Pleiades was taken as an auspicious sign, especially that with the new moon.[80]

The conjunction (from *qarana* rather than *nazala*) of the moon and the Pleiades was used as a marker of time by counting the number of days elapsed between the first of the lunar month (i. e. the *hilal* of the moon) and the conjunction. Ibn Qutayba quoted a verse that referred to the arrival of winter

77. Ibn Qutayba, p. 23 ; Ibn Sīda, 9 : 9 ; al-Marzūqī, 1 : 185 .*Al-Najm* in the sense of the Pleiades is the title of a surah in the Holy Quran.

78. Ibn Qutayba, pp. 30 , 96 .

79. Al-Suyūṭī in A. M. Heinen, *The Place of al-Suyūṭī's al-Ḥay'at al-Saniya fī al-Ḥay'at al-Sunnīya in the History of Arabic Science.* (Ph. D. dissertation, Harvard University, 1978) , p. 590 .

80. Ibn Mājid, p. 85 .

This system appears to be a variant of one attributed to Mālik ibn Anis,[75] who began the year with the *wasmī season* at one - third of station ≈ 28 , a reference to the setting rather than the rising .

All of the variants described above, to which numerous examples could be offered for later periods, involve the linkage of seasons with the twenty-eight *anwā'*. The system described by Ibn Kunāsa and Abū Ḥanīfa al-Dīnawarī, however, must be based on a smaller number of *anwā'* stars. Such a system was ascribed to the Qushayriyīn by Abū Zayd and Quṭrub , two of the earliest authors of the *anwā'* genre.[76] This system mentions about 13 asterisms, some of which are not part of the lunar stations, as the signs for six main periods of rain throughout the year. Furthermore, some of the names could further be combined to form more common names for the groupings :

Rain Period	Anwā'	Comments
wasmī	*al-ᶜarquwatān al-mu'akhkharatān*	15 days for each star period at *wasmī*; this asterism is part of *dalw*
	sharaṭ	
	thurayyā	
shatawī	*jawzā'*	
	dhirāᶜān or *dhirāᶜ*	
	nathra	
dafa'ī	*jabha*	also part of *shatawī* and some say part of *ṣayfī*
	ᶜawwā	not mentioned by some
	ṣarfa	not mentioned by some or perhaps a separate Season
ṣayfī	*simākān*	40 day period
ḥamīm	*dabarān*	20 day period, but said to be no *naw'* at this time; some combine *ḥamīm* with *kharīf*
kharīfī	*nasrān akhḍar*	Altair and Vega
	al-ᶜarquwatān al-ūlayān	

75. Quoted in Ibn al-Ajdābī, pp. 98 – 99 .

76. The system of Abū Zayd is cited in al-Marzūqī, 1 : 198 – 199 and E. W. Lane, 2 : 2861 – 2862. That of Quṭrub can be found in al-Marzūqī, 1 : 198 . A similar calendar attributed to Abū Manṣūr is mentioned in *Lisān al-ᶜArab* (article *n-w-'*) .

Another attempt to relate the twenty - eight *anwā'* to a sequence of seasons is recorded by al-Alūsī,[73] although this would appear to be more recent than those mentioned in the early *anwā'* literature. Once again the calendar begins in autumn, although this time with the setting of ≈ 26, and the seasons are of irregular length .

Season	Anwā'	Starting Date
badrī	26 – 28	IX : 8
wasmī	1 – 4	X : 17
walī	5 – 14	XII : 9
ghamīr or *mudd*	15 – 18	IV : 18
busrī or *nuffākh* (?)	19 – 20	VI : 9
qayẓ	21 – 23	VII : 5
iḥrāq al- *hawā*	24 – 25	VIII : 13

The fit here is clearly arbitrary and appears to be adapted for the cultivation of dates in Iraq. While this is clearly not a pre-Islamic calendar, it shows the tendency of scholars to fit indigenous systems into a common model .

Some variants seek to link the *anwā'* with the months . Al - Marzabānī (?)[74] divided the year into six seasons of two months each. This forces the *anwā'* periods to be divided into four and two- thirds stations per season. It is hard to imagine the start of *ḥamīm*, for example, in the autumn at two-thirds of the length of station ≈ 3 (the Pleiades) , especially when the Pleiades is always associated with the later period of the *wasmī* rain :

Season	Stations (dawn risings)
wasmī	13 – 1/3 of 17
shitā'	2/3 of 17 – 1/3 of 22
rabīᶜ	2/3 of 22 – 26
ṣayf	27 – 1 / 3 of 3
ḥamīm	2/3 of 3 – 1/3 of 8
kharīf	2/3 of 8 – 12

73. Al- Alūsī, 3 : 235 .
74. Al-Alūsī, 3 : 244 . The same system was quoted by al-Qalqashandī, 2 : 415 – 416 .

seasons as defined by the equinoces and solstices were of unequal length; most were unaware of precession of the equinoces.[70]

Another way of dividing the year into seasons without having to fraction the periods of the *anwā'* is to have seasons determined primarily by the weather rather than an equinox or solstice. One variant of this system was provided by Ibn Kunāsa, who claimed it was used by the Banī Māwiya of the tribe Kalb and the Banī Murra of the Banī Shaybān.[71] The year is divided into a number of rainy seasons with certain *anwā'* apparently added only to fill in gaps :

Rain or Season	Anwā'	Comments
wasmī	26 – 3	26 and 27 mentioned only as *dalw*; 28 said to be not used because of importance of *dalw* ; 1 referred to as *sharaṭ*; 2 referred to as *baṭn* or *buṭayn*
walī (?)[72]	4 – 5	4 is said to be hated as a *naw'* and 5 is mentioned only as part of *jawzā'* (Orion)
shatīya	6 – 9	6 is said to be not mentioned; 9 mentioned as part of *asad* (Leo)
dafi'iya	10 – 11	10 is famous and 11 seldom mentioned in this form
	12	overshadowed by importance of *asad*
ṣayf	13 – 17	15 – 17 not mentioned as *anwā'*
ḥamīm	18 – 19	not mentioned as *anwā'*
kharīf or *qayẓ*	20 – 26	20 – 25 not mentioned as *anwā'*: 20–24 considered as rain called *shamsīya*, while 25 – 26 considered *kharīfīya*

The sequence of rain periods parallels much of the information on pre-Islamic designation of seasons for rain. The comments of Ibn Kunāsa and his transmitters, however, show conclusively that the fit with the twenty-eight *anwā'* is contrived. The sequence of rain periods associated with certain stars could have been that of a particular tribe, but the link to the lunar stations certainly was not. Virtually the same correlation, albeit with minor variations, was given by Abū Ḥanīfa al-Dīnawarī .

70. Ibn Mājid, p. 160, wrote : " The people who make tables and almanacs take this into account, but ignorant navigators, sailors and bedouin persist in the traditional error and they all reason to this day that the first of *al-Sharaṭān* is the first of Aries. "

71. Quoted in al-Marzūqī, 1 : 199 – 200 .

72. This rain is not mentioned in the passage in al-Marzūqī, but it is in a similar calendar attributed to Abū Ḥanīfa al-Dīnawarī in Ibn Sīda, 9 : 80 – 81 .

Season	Stations	Starting Date
rabīʿ (spring)	1 – 7	III : 20 (equinox)
ṣayf (summer)	8 – 14	VI : 23 (solstice)
kharīf (autumn)	15 – 21	IX : 24 (equinox)
shitāʾ (winter)	16 – 28	XII : 22 (solstice)

As Ibn Qutayba observed, this reckoning based on the course of the sun through the zodiac was not practiced by the Arab tribes. The association of station ≈ 1 as the beginning of spring refers to its conjoining with the sun (i. e. , *ḥalūl al- shams*) ; the *nawʾ* at this time would be ≈ 13 .

Having acknowledged that such a model was not indigenous to the Arab tribes, some authors still proceeded to state an Arab version of this model. Al-Qalqashandī recorded a variant of the four season model adapted to the Arab practice of beginning the year with the *wasmī* rain in autumn. In this each season is arbitarily assigned an equal number of days and linked with seven *anwāʾ* :[69]

Season	Anwāʾ	Comments
ṣafarīya (autumn)	27 – 5	contains *wasmī* rain; some call this season *rabīʿ*
shitāʾ (winter)	6 – 12	
ṣayf (spring)	13 – 19	
qayẓ (summer)	20 – 26	

Abu Isḥāq al-Zajjāj mentioned this system of dividing the year into four quarters, but he preferred to begin it at III : 20 (i. e. , the vernal equinox) rather than in autumn. The major problem with this method is the arbitary fit which would have been of no practical use to any herding or farming community. A number of the authors in the *anwāʾ* genre ignored the fact that the

69. This is attributed to Abū Ḥanīfa al-Dīnawarī by Ibn Sīda. 9 : 80 .

stars in Orion, a distinction not mentioned in the pre-Islamic poetry, again parallels the identification of the fifth station in the Indian system. The astrological prognostications based on the stationing of the moon in each station are also taken from India, a fact at times noted by the Islamic authors.

There can be no doubt that the Islamic concept of the *manāzil* consists of foreign elements, yet a conscious attempt was made to Arabize the system and to see it as an indigenous tradition of the Arabs. The fact that borrowing of certain elements to refine the concept has occurred does not rule out the possibility that a lunar zodiac was used by the pre-Islamic Arabs. However, the evidence for such a zodiac cannot be found in the very literature cited by early Islamic scholars to prove the linkage of the *manāzil* with the *anwā'*. The numerous disagreements and conflicting information show that the concept of *anwā'* is not to be understood as equivalent to the formal astronomical system of the *manāzil*. The question then arises : what can we learn about the *anwā'* from the literary evidence and star lore ? Setting aside the interpretations provided by the compilers of the genre, what aspects of the *anwā'* as a practical star calendar emerge ?

Pre- Islamic Star Calendars

It has been assumed by most Muslim scholars that the pre - Islamic Arabs developed one major system of the *anwā'*, which are seen as nearly identical with the *manāzil al-qamar*. This assumption is unwarranted based on the available literary evidence and ethnographic information on star calendars among contemporary Bedouin and other Arab tribes. In examining the *anwā'* genre and related sources it becomes clear that a number of variant systems were in use. While many authors tried to harmonize these systems with the model of twenty-eight lunar stations , the resulting number of major disagreements indicates many Arabs followed alternative models. It may not be possible to determine the precise star calendars used in pre-Islamic Arabia, but one can distinguish between those calendars related to the twenty-eight *anwā'*, the *anwā'* system of the Qushayriyīn, the Pleiades calendar and the Canopus calendar.

If one examines the star calendars linked to twenty-eight *anwā'* according to the number and sequence of seasons or rain periods, it is evident that a number of variants are referred to. The classical model of the four seasons as expressed in the astronomical literature would associate each station with seven *anwā'* , as noted by Ibn Qutayba :[68]

68. Ibn Qutayba, pp. 100 ff.

its rain. The presence of these more limited numbers suggests that the duration of a *naw* ' as thirteen days is an arbitary fit rather than a reflection of pre-Islamic usage.

Another point which calls into question the association of the *anwā'* with the *manāzil* is the lack of references in the poetry and sayings to conjunctions of the moon and the stations with the notable exception of the Pleiades. As will be discussed below, the stationing of the moon in the Pleiades (*thurayyā* , ≈ 3) was part of a seasonal calendar in pre-Islamic Arabia and one which has survived among contemporary Arab tribespeople. If the *manāzil* constituted an important calendar for the Arabs before Muhammad and at his time, why are there so few references in the poetry and other lore to the moon stationing in these *manāzil* ? The literature primarily reflects the risings and settings of the *anwā'* at dawn or twilight and not in terms of a lunar zodiac.

Finally, there is no doubt that certain elements of the Islamic concept of the *manāzil* were borrowed from the Hindu concept of the lunar zodiac.[66] Knowledge of the lunar zodiac may easily have penetrated the peninsula in the century or so before the prophet Muhammad, since the Sassanians had earlier adopted the Indian lunar zodiac. During the period of conquests, Arab scholars came into contact with the scientific tradition of India. By the 2 nd / 8 th century the Hindu Siddhanta, which describes the lunar zodiac, had been translated into Arabic. It was not long after this that the earliest texts in the *anwā'* genre began to be compiled . The earliest Islamic astronomers, such as al-Farghānī and al-Battānī, include the lunar stations in their discussions of Islamic astronomy. Abū Maᶜshar would have been aware of the hemerological use of the stations in Indian astrology.[67]

A comparison of the *manāzil al- qamar* with the Indian lunar zodiac, usually referred to as a system of *nakṣatras*, does not show a simple one- to-one correspondence. The main element borrowed from the Indians was the division of the *manāzil* into equal units of arc; thus, the stations became a scientific coordinate system rather than marking the locations of actual stars. The choice of *sharaṭayn* clearly parallels the start of the Indian system with *asvini*, the identical asterism. The distinction of *haqᶜa* as three specific

66. Cf. Colebrooke; Jean Filliozat, " L'Inde et les échanges scientifiques dans l'antiquité. " *Cahiers d'Histoire Mondiale*, 1953, 1 , 1 : 357 ; Nallino, 5 : 180 - 181 ; Pellat, p. 523 ; Louis Pierre Sedillot, *Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux*, (Paris, 1849) , 2 : 475 .

67. Abu Maᶜshar is attributed with an *anwā'* text which was translated into Latin. Cf. R. Y. Ebied and M. J. L. Young, " A Treatise on hemerology ascribed to Ğaᶜfar al-Ṣādiq, " *Arabica*, 1976, 23 : 298 .

and al-Qādirī mentioned a *naw'* of the shepherd (*rā'ī*);[62] both of these are said to be known to sailors, but the reference is clearly much later than the pre-Islamic usage.

The idea of the lunar zodiac as formalized in the *manāzil al-qamar* presupposes knowledge of the solar zodiac. Al-Ṣūfī argued that the Arabs did not use the twelve signs of the zodiac, although they did have the lunar zodiac.[63] The system of *manāzil*, however, assumes that the first station begins at the start of the Ram and the vernal equinox. Indeed, one of the reasons cited for the meaning of *sharaṭayn* (≈ 1) is that it was the first of the stations and thus a sign or marker (*sharaṭ*) . Yet, the Arabs did not begin the year according to the equinox or solstice, but with the start of the rains in autumn (*rabī'*), particularly the *wasmī* rain which was considered the first rain of the year in many sources.[64] The astronomical concept of the *manāzil* thus is linked to the solar zodiac, which is clearly not an indigenous concept on the peninsula .

The classical model of the four seasons, where each season is defined according to the solar zodiac, is also linked to the stations, but the fit is arbitrary. Only in the case of *sharaṭayn* does the beginning of a season coincide with the start of the thirteen - day period represented by a lunar station. For the astronomers, however, each season was linked with seven stations, although the seasons themselves were not of equal length. Since the pre - Islamic Arabs did not use the four - season model articulated in Islamic science, the fit of the *manāzil* to these stations necessarily involves a tampering with the concept of *anwā'* as employed by earlier Arabs.

In describing the system of *anwā'*, there is a disagreement over the number of days attributed to a star's *naw'* .[65] Some assumed that the *naw'* referred to the entire period of thirteen days. The major *anwā'* texts, however, also record the length of each *naw'* between 1 – 7 days in the sense that this represented the time of its influence. The latter usage associates the *naw'* not with the simple process of a star's setting, but rather with a more limited time of the influence of such a setting. These lengths can hardly refer only to rain, since for several of the *anwā'* there could not possibly be rain. No satisfactory reason is given for the limited number of days assigned to each *naw'*. A higher number is not necessarily associated with a *naw'* famous for

62. Al-Qādirī, f. 10 r.

63. Al-Ṣūfī, p. 11.

64. Ibn al-Ajdābī, p. 100 ; Ibn Qutayba, pp. 103, 121 ; al-Marzūqī, 1 : 186 ; Shāriḥa ibn al-Sayyid in al-Alūsī, 3 : 244. For a discussion of the *wasmī* rain and other pre-Islamic rain periods, see my " The Rain periods in pre-Islamic Arabia, " *Arabica*, (forthcoming) .

65. Ibn Qutayba, p. 9 ; Ibn al-Ajdābī, p. 136 .

eavesdropped on the conversation of angels.[54] yet another interpretation was given by Ibn Mājid, who claimed the phrase was only used for *sharaṭayn* since from this first station the longitude of other stars was measured .[55] While the first explanation seems the most plausible, it hardly proves that a full lunar zodiac of twenty-eight asterisms was referred to.

In examining the literary evidence recorded in the *anwā'* genre, one does not find a single reference to a system of twenty-eight lunar stations. Indeed, the authors of the *anwā'* genre admitted that a number of the lunar stations were not mentioned in the poetry or only mentioned as part of a larger asterism. In his discussion of each of the lunar stations, Ibn Qutayba found that several stations (≈ 2, 4 , 13 , 20) were not mentioned in the older poetry, several were only mentioned as part of a larger grouping of stars (≈ 5 , 6 , 7 , 11 , 12) and for some (≈ 15 , 21 , 23 , 28) no poetry is in fact cited . Ibn Kunāsa argued that some stations, such as *baṭn al-ḥūt* (≈ 28) , were not mentioned because they were overcome by the importance of a station preceding or following.[56] Ibn Sīda noted that *zubānā*, *iklīl*, *qalb* and *shawla* (≈ 16 , 17 , 18 , 19) were usually referred to simply as *ᶜuqrab* of which they were a part.[57] Similarly, *haqᶜa* and *hanᶜa* were known as *jauzā'* (Orion and part of Gemeni) in the poetry. Ibn Mājid quoted a line of poetry on the fame of the Pleiades, Orion, Spica and Arcturus (*simākān*) and Sirius (*mirzam*); the other stars, he explained, were of little use[58].

While not all of the so-called *anwā'* are to be found in the pre-Islamic poetry, some stars which are not part of the lunar zodiac are mentioned as *anwā'*. Some of these are asterisms in which the moon is said to periodically station when it deviates from the usual course , suche as *khibā'* instead of *al-simāk al-aᶜzal*(≈ 14) or Spica. Ibn Qutayba quoted a verse in which *shiᶜrā* is referrred to as a *naw'* .[59] *Shiᶜrā* is commonly used as the term for Sirius, the brightest star in the sky, but Ibn Qutayba rejected this identification in this case because Sirius is not one of the lunar stations. However, he noted that the *naw'* could be attributed to Sirius in conjunction with one of the lunar stations. The rising of Sirius in summer was in fact associated with a *bāriḥ* wind and the coming of the heat. Although Canopus (*suhayl*) is not identified as a *naw'*, its rising in late summer is marked in many areas as a time of rain .[60] Ibn al-Ajdābī noted a *naw'* of the forty witnesses (*arbaᶜīn shāhid*)[61]

54. Ibn Qutayba, p. 5; E. W. Lane, 1 : 30 .
55. Ibn Mājid, p. 80 .
56. Quoted in al-Marzūqī, 1 : 199 .
57. Ibn Sīda, 9 : 14 .
58. Ibn Mājid, p. 85 .
59. Ibn Qutayba, p. 91 .
60. Cf. Ibn al-Ajdābī, p. 173. In Yemen Canopus is a marker of the summer rains.
61. Ibn al-Ajdābī, p. 152 .

which has been interpreted as follows : *He it is Who has made the sun a source of light and the moon shedding lustre, and ordained for it stages, that you might learn the method of calculating the years and determining time.*[50] .

The second reference is in surah *Yāsīn* (36 : 39) : *We have appointed stages for the moon, till it wanes into the shape of an old dry branch of a palm tree.* Most of the authors of the *anwā'* genre, as well as Quranic commentators, take the reference to *manāzil* (translated here as stages) as meaning the twenty-eight lunar stations.[51] Al - Zamakhsharī, for example, provides the meaning as the *manāzil al-qamar* which are said to be equivalent to the *anwā'* of the Arabs.

A closer reading of the two passages, however, brings into question the identification with the formal lunar zodiac. Ibn Kathīr in his commentary preferred to define *manāzil* as referring to the phases of the moon in its waxing and waning.[52] The passage in surah Yāsīn is clearly concerned with the moon's phases in describing the moon as reaching the stage of an old palm branch (*ʿurjūn*). The idea of phases also makes more sense because these determined the lunar month so important in Islamic timekeeping. Observation of the moon entering the stations did not in fact define the time of the month, since the new moon would appear in a different station each month. While the lunar stations could be used for reckoning the year vis-à-vis their risings or settings with the sun, the sidereal circuit of the moon in some twenty-seven and one-third days was not a basis for the calendar in Islam. This Quranic usage should be seen as an echo of the biblical tradition, where God is said to have appointed the moon and sun for marking seasons (e. g. , Genesis 1 : 14 , Psalm 104 : 19). In Hebrew as well as Islamic cosmology the phases of the moon were the basis of the calendar, not the lunar zodiac.

A second line of evidence is lexical. One finds in some of the pre-Islamic poetry the phrase *nujūm al-akhdh*, which is defined as the moon taking up (*akhadha fī*) its place in a station.[53] Abū ʿAmr and al - Shaybānī explained the use of *akhdh* here as the stationing of the moon in one of its stations (nuzūl *al - qamar manzilih*). There is, however, disagreement on this usage. Some have mentioned this as a reference to certain stars cast at devils who

50. *The Koran* (New York. 1971), Muhammad Zafrulla Khan. translator. *Manāzil* is also translated as " stages " by N. J. Dawood (Middlesex. Penguin Books, 1968) . Arberry translates the term as " stations "

51. Among the authors who interpret this as a reference to the lunar stations are : Abū Ḥanīfa al-Dīnawarī in Ibn Sīda, 9 : 79 ; Ibn Qutayba, pp, 16 – 17 ; al-Marzūqī, 1 : 184 – 185; al-Qalqashandī, 2 : 372; Shamr in *Lisān al-ʿArab* (article *n-w-'*); al-Zamakhsharī, *al-Kashshāf*, 2 : 225, 3 : 323.

52. Ibn Kathīr, *Mukhtaṣar tafsīr Ibn Kathīr*, (Beirut, A.H. 1399) , 2 . 184 , 3 : 123.

53. Abū ʿUbayda in al-Marzūqī, 1 : 185 .

Ibn Qutayba explained the meaning of the saying in terms of the season in the pastoral cycle. This station rises at the beginning of May as pasture begins to dry up and the nomads are forced to return to permanent water sources and larger encampments. As the smaller herding units come together it is a time to meet obligations, such as the paying of debts. They dress in finery because they are meeting old friends. Similarly, it is the time to wear perfume and to seek out smiths to restore implements used during the year. Abū Isḥāq al- zajjāj in his *anwā'* text noted that pasture dries up because of the end of the spring rains. At this time the barley harvest was over and the wheat harvest commences in Iraq.

When one examines the collection of sayings as a whole it becomes clear that it is not relevant to a particular tribal group practicing pastoralism or agriculture. Rather, the references seem to sum up a variety of economic and ecological contexts on the peninsula . If one looks only at the poetry relating to the *anwā'*, the focus is almost entirely on rainfall associated with their risings and settings. At the very least the literary evidence assembled in the *anwā'* genre is ambiguous. All of this prompts one to question whether Arab tribesmen used a lunar zodiac as defined for the twenty-eight *anwā'* or if the nature of the *anwā'* must be found in an indigenous calendar relating to the risings and settings of certain stars ?

Anwā' as *Manāzil al-Qamar* : the Evidence

The belief that the formal set of twenty- eight lunar stations was part of indigenous Arab star lore is held by virtually all of the early authors on the *anwā'* genre. It must be remembered that this was a time when concepts of a given time were often seen as universal truths evident since the beginning of creation. It is not surprising that a work on the lunar stations is attributed to the prophet Daniel[49] of Israel and knowledge of this system is ascribed to the legendary sage Hermes. Sincere Muslims at this time would have had no problem in associating a concept such as the zodiac with Adam's son Seth, the patriarchal patron of star-gazing, nor to Adam himself.

Apart from the belief in the general validity of cosmic truths, one of which the lunar zodiac would have been, these early scholars collected poetry, sayings and lexical information which they saw as supporting their views. What then is the major evidence in support of pre-Islamic usage of the lunar zodiac in Arab tradition ?

The chief support comes from two references to *manāzil* in Quranic passages describing the moon. The first reference is in surah Yūnus (10 : 6),

49. Ibn Mājid, p. 73 .

the north side of the *ka^cba*, thus linking it to the sacred geography of Islamic belief in the *ka^cba* as the center of the cosmos. Ibn Sīda added that it could have been named because it picks up dust as it blows.[46] If *bāriḥ* originally meant the wind appearing at the rising of certain stars, then by analogy rain may have originally meant the rain appearing at the setting of certain stars.

According to the *anwā'* texts, each *naw'* came to be associated with a thirteen- day period that occurred the same time each year in relation to the seasons. In this sense the *anwā'* served as a kind of almanac in which each period of a *naw'* would be known for certain meteorological phenomena, pastoral or agricultural activities and events in nature. The primary literary source for information on this almanac lore is the collection of rhymed sayings for each of the twenty-eight stations, as well as a few other important stars such as Sirius and Canopus. These sayings, which invariably begin with the word *idhā*, were interpreted by Fahd as parallel to an Akkadian form in Assyro - Babylonian presages.[47] The implication is that this type of saying has a long and widespread history in the region. While it is usually assumed that the sayings are part of an earlier pre-Islamic Arab tradition, there is no evidence that the sayings for all twenty-eight *anwā'* were in fact pre-Islamic. It would have been relatively easy to copy the form in order to arrive at a saying for the full complement of *manāzil al-qamar*. One finds a number of variations in the texts as well as numerous errors which were introduced by later copyists and authors.

An example of the kind of information provided in these sayings can be taken for the rising of *buṭayn* (station ≈ 2), as related by Ibn Qutayba:[48]

When *buṭayn* rises,
debts are paid,
finery appears,
the perfumer and the smith are pursued.
(*idhā ṭala^ca al-buṭayn*
uqtuḍiyu al-dayn
wa-ẓahara al-zayn
wa-uqtufī bi-al-^caṭṭār wa-al-qayn)

46. Ibn Sīda, 9 · 13 .

47. Toufic Fahd, *La Divination Arabe*, (Paris, 1966), p. 413.

48. Ibn Qutayba, p. 21.

early Islamic poetry.[39] A verse quoted by Ibn Qutayba refers to the *naw'* of *rabīᶜ*, clearly a reference to the *rabīᶜ* rain in the wider context of the verse.[40] The sense of rain is further implied in the form *istan'awā al-wasmī* (they expected the *wasmi-rain*) . The use of *naw'* for rain is common in a number of dialects for the Arabian Peninsula and North Africa.[41] The lexical sources also indicate that *naw'* could refer to the herbage produced by rain.

The linkage between *naw'* and rain is clear, despite the debate over the origin of the term. Ibn al-Aᶜrābī said that it cannot be a *naw'* unless there is rain with it; if there is no rain with it, it is not a *naw'* (*lā yakūn naw' ḥattā yakūn maᶜah maṭar wa-illā fa-la naw'*).[42] Shamr observed that the Arabs did not expect rain at the risings or settings of all stars, but only with the *anwā'*.[43] Further, the reference to the *anwā'* in the tradition literature clearly associates these with rain in a magical sense. Al-Zamakhsharī even noted that the pre-Islamic goddess Manāt, mentioned in surah al-najm (53 : 21), may be derived from people who sought rain from her while looking for her blessing ; *manā't* being in this case the *mafᶜala* form of *naw'*[44].

It is possible that the term *naw'* was not originally related to the sense of *nā'a* as recorded in the lexicons. While there is no evidence of the term *naw'* in the pre-Islamic dialects of Arabic or earlier Semitic usage, it may have been associated with rain as part of an earlier magical rite of rain invocation or simply as a term for rain. In this respect it is interesting to note the usage of *naw'* and *bāriḥ* in the formal system of *manāzil al-qamar* as representing the dawn setting and dawn rising respectively of a star. Ibn Qutayba mentioned that rain and cold were associated with the settings of certain stars, while heat and wind were linked to the risings of certain stars.[45] Thus, in the poetry we find that at the setting of *jauzā'* (Orion) comes the winter rain and at its rising six months later comes the summer heat. The term *bāriḥ*, which came to be associated with the rising of a station , was originally a term for wind, particularly the hot summer wind . One of the possible derivations of this meaning is that this wind comes from (*tabraḥu*)

39. Landberg, 3 : 2830 ; Nallino, 5 : 189
40. Ibn Qutayba, p. 111.
41. For Dathīna in Ḥadramawt . see Landberg, 3 : 2830 : for Dhofar . see T . H. Johnstone *Jibbali Lexicon* (Oxford, 1981) , p. 198 where *naw'* is referred to as a dark raincloud; for North Africa, see Mohamed Ben Hadji Serradj, " L'Automne et l'hiver chez les fellahs Azailis, *Institut des Belles- Lettres Arabes* (Tunis), 1953, 16 : 311 , and H. P. J. Renaud, *Le Calendrier d'Ibn al-Bannā' de Marrakech*, (Paris,1948), p. 4, note 2. C. Pellat, *Anwā'*, p. 523 claimed that the sense of rain was a later usage, but it is attested in the earliest sources.
42. Quoted in *Lisān al- ᶜArab* (article *n-w-'*) .
43. Quoted in *Lisān al-ᶜArab* (article *n-w-'*) .
44. al-Zamakhshari, *Al-Kashshāf*, 4 : 30 .
45. Ibn Qutayba, pp. 88 – 89 .

discussion of the term. Ibn Manẓūr recorded that *naw'* was so-called because it referred to the star rising in the east and then noted that others linked it to the setting.[31]

A number of scholars offered ingenious solutions to the controversy, but these appear to be contrived. Ibn Kunāsa said that the *naw'* appeared or rose up as the star itself set.[32] In this case the *naw'* does not refer to the movement of the star but rather to its influence. Abū Isḥāq al-Zajjāj claimed that the verb *nā'a* referred to rising with difficulty as though it was inclined to set.[33] The key to this explanation is the sense of *nā'a bī al-ḥiml*, explained by al-Zamakhsharī as *māla bī ilā al-suqūṭ* (it inclined me to a setting).[34] An example of this is a woman with buttocks so large that they cause her to rise with great difficulty as though she would sit down at any moment. In this sense it is a rising constrained to go down again. This fits the sense of *yanū'u* used in surah al-qaṣaṣ (28 : 76) as *to be a heavy burden* so that something is so burdened that it is inclined downward (*idhā athqalah ḥattā amālah*).[35] Lane has suggested an interesting figurative use of the term here as rising and setting stars which appear to have been nearly overcome by the glimmer of dawn.[36] One could perhaps speculate that the light was seen as burdening the movement of the star, but such a view cannot be documented in the lexical sources.

It is important to stress the fact that these early compilers of lexical works , who had far more information on dialect usage than we can reconstruct today, were not in agreement on the origin of the term. This confusion is also evident in later sources. Ibn Mājid, for example, wrote that :[37] " *Some say naw' was its culmination, some its middle position, some its most easterly position, some its most westerly position, some make it a rising position. Some say it is when it appears at dawn and some when it appears in the twilight*".

In a variant interpretation, Mu'arrij claimed that *naw'* referred to the rain at the setting of a star because the rain " rose " (*nahaḍa*) as the star set, but that by extension *naw'* came to mean the setting star itself .[38] The identification of *naw'* as rain or a time of rain is found in the pre-Islamic and

31. *Lisān al-ʿArab* (article *n-w-'*) .
32. Quoted in Ibn Qutayba, p. 9.
33. See my forthcoming " The *Anwā'* stars. . . "
34. al-Zamakhsharī, *Asās*, p. 475.
35. al-Zamakhsharī, *Al-Kashshāf*, (Beirut, N. D.), 3 . 190 .
36. E. W. Lane, 2 : 2861 .
37. Ibn Mājid, p. 79 .
38. Quoted in al-Marzūqī, 1 : 184 .

Anwā'

The term *anwā'* (*naw'*, singular) is well attested in the earliest lexical sources, although there are significant differences of opinion on its meaning.[25] The primary sense advocated by the authors of the *anwā'* genre is an astronomical definition of *naw'* as the cosmical setting of one of the twenty - eight *manāzil al-qamar*. One finds a number of variations of this definition, which Ibn Qutayba expressed as follows:[26] the setting of an asterism from the lunar stations to the west at dawn and simultaneous rising of another (asterism) opposite it to the east (*suqūt al - najm minhā fī al - maghrib ma^ca al - fajr wa - ṭulū^c ākhar yuqābiluh min sā^catih fī al - mashriq*). It is important to stress that although the *naw'* is attributed to the setting star, this is invariably placed in opposition to an opposite star rising at the same time. The term *naw'* is never used for the setting of a star per se, but is restricted to a certain set of stars centering on the *manāzil al-qamar*.

Abū Ḥanīfa further refined the meaning of *naw'* as the first setting attained in the early morning before the stars are lost from view in the light of dawn (*awwal suqūṭ yadrukuh fī al - afaq bi - al - ghadāt qabl inmiḥāq al-kawākib bi - ḍaw' al- ṣubḥ*).[27] Thus, the *naw'* refers to the interval of time in the early morning between the dawn (*fajr*) and the sun's actual rising (*ṭulū^c*).

As the lexicographers themselves noted, the sense of *naw'* as a setting appears to contradict the more common usage stemming from the root *n-w-'* as a rising (*nuhūḍ* or *ṭulū^c*). Abū ^cUbayd argued that the meaning of setting was only applied to *naw'* in reference to the lunar stations.[28] Several scholars suggested that in fact the original sense of *naw'* was for the rising, but it was later changed by the Arabs to refer to the setting.[29] Ibn Qutayba recognized that both senses were to be found in the lore, although he thought the idea of setting to be more common and justified by the usage of the verbal form in the Quran (surah al-qaṣaṣ 28 : 27).[30] At one point in his extended

25. For lexical discussions of the term *anwā'* , see : Carlo Landberg, *Glossaire Datinois* (Leiden, 1942), 3 : 2829 – 2830 ; Carlo Nallino, *Raccolta di Scritti Editi e Inediti*. (Rome, 1944), 5 : 184 – 186 ; E. W. Lane, 2 : 2860 – 2861. C. Pellat, *Anwā'*, *The Encyclopaedia of Islam* (Leiden, 1960), new edition, 1: 523 errs in defining the *naw'* as an acronychal setting, which would refer to the evening setting, rather than a cosmical setting.

26. Ibn Qutayba, p. 6.

27. Quoted in *Lisān al-^cArab* (article *n-w-'*) . Ibn Sīda, 9 : 13, and Abū ^cAlī Aḥmad al-Marzūqi, *Kitāb al-Azmina wa-al-amkina*, (Hyderabad, 1914), 1 180 .

28. Quoted in *Lisān al-^cArab* (article *n-w-'*) .

29. Mubarrad in Maḥmūd Shūkrī al-Alūsī, *Bulūgh al-arab fī aḥwāl al-^cArab*, (Baghdad, 1882) 3 : 270, and Ibn al-Ajdābī, p. 134.

30. Ibn Qutayba, pp. 7 – 8 .

through Latin translations of Arabic texts into the West.[19] In addition to this prognosticative aspect, the form of each station in an arrangement of dots was adopted into geomantic magic.[20]

As many of the Muslim authors have noted, there is a compelling magical aura about the number of stations in the context of Islamic cosmology. The most obvious connection is with the twenty-eight letters of the Arabic alphabet. As the letters are distinguished as light (*nūr*), for the fourteen which begin surahs in the Quran, and dark (*ẓulma*), for the letters which do not, so there are fourteen visible and fourteen hidden stations.[21] Similarly, fourteen letters are formed with dots (i. e., *manqūṭ*) and associated with inauspicious stations, while fourteen are formed without dots and are associated with the auspicious stations.[22] The number 28 happens to be a perfect number in the Pythagorean sense, i. e., it is equal to the sum of its parts (28 = 14 or a half + 7 or a fourth + 4 or a seventh + 2 or a fourteenth + 1 or a twenty - eighth)[23]. It also equals the cosmic sum of the 7 planets, 9 spheres (*aflāk*) and 12 zodiacal houses (*burūj*) or the product of the four elements (earth, wind, water, fire) and the seven planets. Not least, 28 is an important sum in Jabir's magic square of the nine primary numbers.

In sum, the *manāzil al - qamar* represented for the Muslim both a practical astronomical concept for time reckoning and establishing coordinates for navigation, and a magical astrological concept for divining the fates in a cosmic order perceived to be set in motion by God Himself. One finds innumerable charts and discussions in manuscripts, including references to the risings and settings in Arab almanacs. When the Arabic concept diffused into medieval Europe, it was only the astrological use which persisted.[24] References to the lunar stations, usually hopelessly garbled, are even found in the occult literature of the present day. Some believe, despite the lack of historical evidence, that the concept of the lunar stations was shared by a wide range of early civilizations and extended back into the hoary mists of man's earliest history.

19. See Hellmut Ritter and Martin Plessner, "*Picatrix.*" *Das Ziel des Weisen von Pseudo-Mağrīṭī*, (London, 1962)

20. Savage-Smith, Emilie and M. B. Smith, *Islamic Geomancy and a Thirteenth-Century Divinatory Device*, (Malibu, Calif., 1980) , pp. 32 – 33.

21. Dāwūd ibn ʿUmar al-Anṭākī, *Tadhkirat ūlī al-albāb*, (Beirut, 1952) , 2 : 97

22. ʿAbd al-Qādir ibn Maḥmūd al-Nabatitī al-Qādirī, *Risāla fī tawqīʿāt ayyām al-sana al-Suryānīya*, (ms. Muṣṭafā Fāḍil Mīqāt, 108, Dār al-Kutub, Cairo, ca. 1640 A. D.) , f. 2v.

23. The numerical significance of the stations is discussed by the Ikhwān al-Ṣafā.

24. Cf. Lynn Thorndike, *History of Magic and Experimental Science*, (New York, 1923), 1 : 712 – 171, 2 : 112 – 115 .

longer period of time, moreover, more days would be lost due to precession of the equinoces. It is also true that the timing of risings will differ for different regions, as noted by early Islamic scholars such as Ibn Qutayba.[15] As an approximate seasonal reckoning system, as opposed to a long-term calendar, the thirteen-day periods represented by the stations could serve for fixing the timing of meteorological phenomena, pastoral movements, cycles of plants and animals, and agricultural activities. It is in fact this sense of the stations as a seasonal almanac that was associated by Muslim scholars with the *anwā'* of pre-Islamic Arabia.

As a system of coordinates the lunar stations appear to have been important to navigators. Many of the twenty-eight stations, however, were too small or insignificant to bother observing. Thus, it was the coordinate as a segment of arc that was valued. The author of one of the major medieval navigational treatises, Ibn Mājid, described the relevance of the lunar stations as determinants for sailing.[16] The concept of the twenty-eight stations was combined with a system of 32 rhumbs commonly employed on ships sailing the Indian ocean. The stations would also be located on the astrolabe. Once again the approximate nature of the stations as coordinates must be stressed. As Ibn Mājid versified[17]

These stars and rhumbs with the Arabs
Are only approximate . Oh my captain
If you set course exactly on them
in a narrow place , then you will have difficulty.

In addition to the astronomical use of the stations as coordinates for time reckoning or navigation, the *manāzil al-qamar* were of great importance in the astrological literature. One finds hemerological references to auspicious or inauspicious times for events or tasks when the moon enters a specific station.[18] When the moon stations in the Pleiades, for example, it is appropriate to travel, to enter into the presence of rulers with petitions, for purchase of slave girls, for commerce and a variety of other activities. A woman who becomes pregnant at this time will have a boy who will be good looking, tall in stature, with wide shoulders, brave, generous and one who likes people. This tradition was borrowed from India and was transmitted

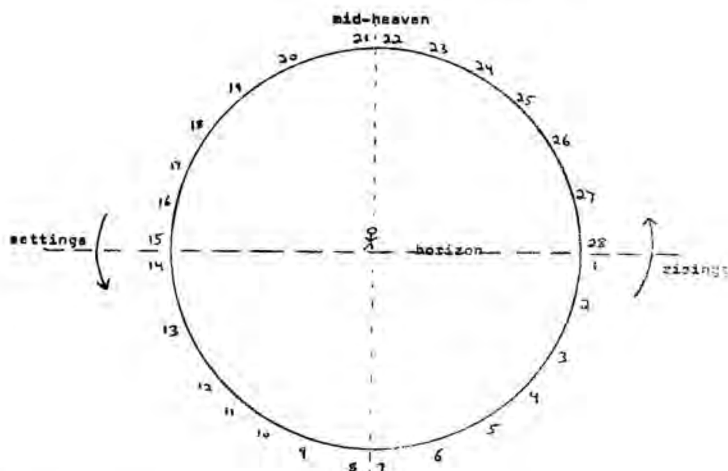
15. Ibn Qutayba, p. 9 – 11 .

16. Aḥmad ibn Mājid, *Kitāb al-Fawā'id fī uṣūl al-baḥr wa-al-qawā'id* , translated by G. R. Tibbetts, *Arab Navigation in the Indian Ocean before the Coming of the Portuguese* (London, 1971) , pp. 79 – 120 .

17. Ibn Mājid, p. 75.

18. For divining by the stations, see Ikhwān al-Ṣafā, *Rasā'il Ikhwān al- Ṣafā*, (Beirut, 1957), 4 : 427 ff.

Figure 1. Observations of the *Manāzil*



will be the first station seen to set in the evening. Thus the main coordinates in the system are fixed at the beginning of daytime and the beginning of nighttime.

Referring again to figure 1, it is possible to see how the risings and settings of the stations can be used as a reckoning system for time at night. If one observes the station rising at the beginning of the evening, it is obvious that it will reach mid-heaven in six hours and set in twelve hours. To be more exact in an approximate system , one and one-sixth stations will rise every hour of the night, or a new station will rise every 6/7 of an hour. In this manner, weather permitting, the stations can represent a sky clock once a reference point has been established. As the astronomers noted, this is only an approximate system, but it could serve well in an age before our modern clock.

The twenty-eight stations can also be viewed as a seasonal reckoning system when plotted against the rising of the sun. Each station was said to rise at dawn for a period of thirteen days, with the exception of one period of fourteen days in order to round out a year of 365 days (27 stations × 13 days + 14 days). Once again one finds an approximate system, since a day will be lost every four years due to ignoring the leap year. Over a much

Table 1. The Arabic *Manāzil al-Qamar*[14]

Number	Name	Identification	Date of Setting
1	*sharaṭayn*	βϒ Arietis	X : 19
2	*buṭayn*	εδπ Arietis	X : 31
3	*thurayyā*	Pleiades	XI : 11
4	*dabarān*	α Taurus	XI : 24
5	*haqᶜa*	λΦ'φ' Orionis	XII : 7
6	*hanᶜa*	γξ Geminorum	XII : 20
7	*dhirāᶜ*	αβ Geminorum	I : 2
8	*nathra*	εγδ Cancri	I : 15
9	*ṭarf*	κ Cancri , λ Leonis	I : 28
10	*jabha*	ζγηα Leonis	II : 10
11	zubra	δθ Leonis	II : 23
12	*ṣarfa*	β Leonis	III : 7
13	*ᶜawwā*	βηγδε Virginis	III : 20
14	*simāk*	α Virginis	IV : 3
15	*ghafr*	ικλ Virginis	IV : 17
16	*zubānā*	αβ Librae	IV : 30
17	*iklīl*	βδπ Scorpii	V : 13
18	*qalb*	α Scorpii	V : 26
19	*shawla*	λγ Scorpii	VI : 9
20	*naᶜā'im*	σφτζγδεη Sagittarii	VI : 23
21	*balda*	(vacant space)	VII : 6
22	*saᶜd al-dhābiḥ*	αβ Capricorni	VII : 19
23	*saᶜd bulaᶜ*	με Aquarii	VIII : 1
24	*saᶜd al-suᶜūd*	ς Capricorni, βξ Aquarii	VIII : 14
25	*saᶜd al-akhbiya*	γπζη Aquarii	VIII : 27
26	*al-fargh al-muqaddam*	αβ Pegasi	IX : 10
27	*al-fargh al-mu'akhkhar*	δγ Pegasi	IX : 23
28	*baṭn al-ḥūt*	β Andromedae	X : 6

14. The identification is taken from P. Kunitzsch, *Unter-suchungen zur Sternnomenklatur der Araber*, (Wiesbaden, 1961). The dates are taken from the *anwā'* text of Abū Isḥāq al-Zajjāj. The numbering here is the standard order of the stations and will serve as a reference for further discussion in this paper.

of the solar zodiac. For the astronomer each zodiacal sign covered two and one - third stations, commencing with *sharaṭayn*, the so-called two horns of the Ram (*ḥamal*) . The choice of *sharaṭayn* as the first of the stations, as noted by the astronomer ᶜAbd al-Raḥmān al-Ṣūfī, was due to the Ram being the traditional starting point of the zodiacal year .[13] In fact the correspondence between the stations and each zodiacal sign is not exact, even though the general sequence is similar. The second station, *buṭayn*, is indeed part of the Ram, while the third station, the Pleiades (*thurayyā*), is not part of the zodiac although it is in the vicinity of the Bull (*thawr*) . The fourth station , Aldebaran, is part of the Bull, but the following station is actually in Orion . The further correlation between the stations and the zodiacal signs can be seen in table 1, where the stations are identified.

Some astronomers sought to delineate the precise amount of space occupied by each asterism, but this results in a series of stations of unequal lengths. The most common division paralleled the system of the solar zodiac in which each station was defined as an equal amount of arc along the moon's course. Thus, starting from the first of the Ram each of the twenty-eight stations comprised 12° 51′ (i. e., 360° ÷ 28) . As a system of equal units the twenty-eight stations resulted in a coordinate system useful for time reckoning and in navigation. Some Islamic scholars noted that the position of the station as a coordinate could be helpful in determining the *qibla*, although practical examples of this are limited.

The concept of the lunar zodiac implies that on any given night the moon will appear to station or conjoin with one of the twenty-eight stations. Regardless of the position of the moon, however, observation of the risings and settings of the stations at night focused on certain key positions in their use as a coordinate system. This can best be illustrated by reference to the ideal horizon shown in figure 1. By definition, fourteen or half of the twenty-eight lunar stations would be visible at any given time at night. Those visible were often referred to as *ẓāhira* , while the stations beneath the horizon were known as *jāfiya* . If station ≈ 1 in the figure represents the station which rises at dawn (i. e. , *manzila al-fajr* or *ṭāli*ᶜ *al- fajr*), this would represent the last station visible before the sun appears above the horizon. Stations ≈ 2 and ≈ 3 will be obscured by the sun as they rise in turn; ≈ 3 is referred to as *manzila al-shams* because it is in this station that the sun arrives (i. e., *ḥalūl al-shams*) at dawn . Assuming an ideal twelve-hour day , the station which will rise at the beginning of evening (*ṭāli*ᶜ *awwal al-layl*) is ≈ 15 ; this is the same station which sets at dawn as ≈ 1 rises at dawn. The station located at mid -heaven at the beginning of evening will be ≈ 8 , while ≈ 1

13. Abū al-Ḥusayn ᶜAbd al-Raḥmān al-Ṣūfī, *Kitāb Ṣuwar al-kawākib*, (Hyderabad, 1954), p. 142 .

the firmament (*falak*).[8] While the lexical sources include much information on the stars identified as *manāzil*, there is no precise explanation for the origin of the term. One can surmise that the sense of *manzil* or *manzila* refers literally to a place of alighting (*mawdi*ᶜ *al-nuzūl*) in the course of a journey.[9] As the *manzil* is where a man and his mount stop for the night, so it is where the moon comes to rest at night. Translation of the Arabic term *manzil* should be as " station " or " stage " in English, as suggested long ago by Sir William Jones.[10] The term " mansion " . which is commonly found in the literature,[11] is misleading and reflects a later Arabic usage of *manzil* as a dwelling. Perhaps the tendency to see the *manzil* as a mansion is due to the translation of *burj* (in reference to the solar zodiac) as a house.[12] If indeed the system of *manāzil al - qamar* is to be associated with tribesmen, the original sense must have been that of where the moon alights. The verbal form *yanzilu* in this context can best be translated as "to station " . This is evidenced by the common expression *yaḥullu al-qamar bi-al-manzil* (the moon arrives at the station).

The fully developed system of *manāzil al-qamar* in Islamic astronomy refers to a lunar zodiac, although it closely parallels the solar zodiac of twelve signs. On any given night, regardless of the moon's phase, it appears to station (*yanzilu*) in the area of the sky occupied by a star or group of stars. After its revolution of about twenty- seven and one- third days, the moon more or less follows the same course again. Thus, the choice of twenty- eight stations represented by stars is a result of repeated observations of the moon's circuit. It is not an arbitrary or fanciful division of the heavens . Such a system is admittedly approximate, since the stars are not evenly spaced and at times the moon alters course. As a practical star calendar the lunar zodiac could have been developed by any culture, yet it is clear that not every culture found it useful or significant.

Although not all of the asterisms recognized as lunar stations were from zodiacal constellations, they represent to a large extent an expansion

8. Al- zamakhsharī, *Asās al-balāgha* (Beirut, 1982), p. 453. Cf. E. W. Lane, *An Arabic- English Lexicon* , (Cambridge, 1984), 1 : 1289 .

9. Ibn Sīda as quoted in *Lisān al-*ᶜ*Arab* (article *n-z-l*). The definition of *manāzil* as the lunar stations is not in fact discussed by the author of *Lisān al-* ᶜ*Arab* under the article. While *manzil* is the common singular form, the form *manzila* is also found.

10. William Jones, p. 304. In German this would be Mondstationen (plural) and in Italian stazioni lunare .

11. In German the plural is Mondhauser; in French, mansions lunaires; in Latin, mansiones lunae. W. M. O'Neil, *Time and the Calendar* (Sydney, 1975), p. 53 mistakingly calls these " the inns of the moon. " .

12. The parallel meaning of *burj* and *manzil* was pointed out by al-Qalqashandi, *Ṣubḥ* al-*a*ᶜ*shā fī ṣinā*ᶜ*at al-inshā'* (Cairo, 1913 ff) , 2 : 372 .

Manāzil al-Qamar[5]

Islamic astronomy dealt with the theoretical and the practical. It is the theoretical focus that engages the attention of most historians of science, particularly those interested in the relation of the Arabic sciences to the scientific traditions of neighboring cultures. Yet it is the practical side of astronomy, as well as astrology, that appears over and over again in the bulk of surviving manuscripts. While a few scholars pondered astronomy for its own sake , most were more concerned with practical matters of time reckoning, determining coordinates in navigation, fixing the location of the *qibla* and deciphering one's fate. In this sense the heavens were approached as a map, a guide for accomplishing given tasks, rather than an object of scientific curiosity .

One of the more practical concepts in Islamic astronomy and astrology is the idea of the zodiac. The solar zodiac , with the sun coursing through the twelve signs, had become almost a universal frame of reference by the beginning of the Islamic era. Many of the same stars in the zodiacal constellations could also be plotted along the monthly course of the moon. Thus, the system of lunar stations (*manāzil al-qamar*) comprised the round of stars in which the moon stationed each night of its sidereal revolution of about twenty-seven and one-third days. It is important to remember that the concept of a lunar zodiac refers only to the revolution of the moon vis-à-vis the sky and has no direct relation to the phases from new moon to new moon.[6] It was the latter which was the basis for the lunar calendar elaborated in Islam.

The origin of the term *manāzil* in reference to stars along the moon's course is obscure.[7] Many commentators have argued that this usage is intended in the Quranic passages of surah yāsīn (36 : 39) and surah Yūnus (10 : 5). In these passages *manāzil* refers to the place through which the moon glides (*yasbaḥu*), just as one finds reference to the sun gliding or passing along

5. There is no complete, up-to-date study of the *manāzil al-qamar*. The discussion by J. Ruska in *The Encyclopaedia of Islam* (first edition, Leiden, 1936) . 5 : 232 is inadequate . For example, *al-ʿawwā'* is misspelled as *al-sawwā'*. I am at present compiling a survey of the stations in a work to be entitled : *Anwā' and Manāzil. The Lunar Stations in Arab Tradition.*

6. Paul Kunitzsch. *Arabische Sternnamen in Europa* (Wiesbaden, 1959), p. 33, erred in noting that the lunar stations pertain to the synoptic month based on the phases.

7. Fritz Hommel, "Uber den Ursprung und das Alter der arabischen Sternnamen und insbesondere der Mondstationen, " *Z. D. M. G.* , 1891, 45 : 608 claimed that the term *manzil* was derived from the Akkadian and was in use by the pre-Islamic Arabs. However, the line of poetry he quotes to prove his point refers to *nazil*, a term for abundant rain and not for the stations. Hommel and others also related *manzil* to the Hebrew *muzzaloth* or *mazzaroth* in Job. I have not encountered use of the term *manzil* to refer to a star or asterism in the pre-Islamic poetry.

a practice condemned by the prophet Muhammad as pagan. The stars associated with periods of rain came to be known as *anwā'* (*naw'* , singular). During the first three centuries of the Islamic era a literary genre on the *anwā'* flourished.[3] This genre described the pre-Islamic folklore about the stars as reflected in the poetry and rhymed sayings of the Arabs. Although different beliefs and usages were noted, the scholarly consensus held that the formal *manāzil al-qamar* were equivalent to the *anwā'* of tribal Arabia[4].

In this paper I assess the evidence for and against the identification of the *anwā'* as equivalent to the *manāzil al- qamar* or lunar zodiac. The bulk of the evidence, primarily that selected by authors of the *anwā'* genre, is literary and lexical. There is also a matter of exegesis, since the term *manāzil* occurs in the Holy Quran and the term *naw'* in the traditions of the prophet Muhammad. The solution to the problem, however, cannot be drawn from the textual evidence alone. It is necessary to show how certain Arab tribes use star calendars as described in the ethnographic literature. Regardless of what is claimed for the pre-Islamic Arabs , is it reasonable to consider the lunar zodiac as a practical star calendar for Arab tribesmen ?

In seeking to determine the origin of the *anwā'* it is important to distinguish between the various interpretations reflected in the folklore and the scientific concept adopted for Islamic astronomy and astrology. This raises a methodological problem for reconstructing the history of scientific concepts. How do we recognize the point at which an idea from the vast array of a culture's accumulated lore becomes scientific ? Perhaps it is more accurate to ask : At what point are we willing to recognize an idea as being scientific? This problem is even more acute in approaching the Islamic sciences, because most historians approach the subject from an admittedly biased, Western viewpoint. In looking at the ways in which early Muslim scholars dealt with the *anwā'*, I argue that the equation of the *anwā'* with the lunar zodiac was a decidedly Arab and Islamic act of scholarship. The earliest Muslim scholars were not simply describing a system of reckoning found in their folklore. They in fact created the concept by placing a myriad of conflicting information into a legitimate, coherent frame .

3. The *anwā'* texts are listed by Fuat Sezgin, *Geschichte der Arabischen Schrifttums*, (Leiden, 1979) , 7 : 322 – 370. Among the major published texts are; Ibn Qutayba, *Kitāb al- Anwā'* , (Hyderabad, 1956); Ibn al- Ajdābī, *Kitāb al-Azmina wa-al-anwā'* , (Damascus, 1964) ; Abū Isḥāq al-Zajjāj, *Kitāb al-Anwā'* , abridged in Abū Manṣūr Mawhūb al-Jawālīqī, *Sharḥ adab al-kātib*, (Cairo, 1350), pp. 175 181, and translated in D. M. Varisco, " The *Anwā* ' stars according to Abū Isḥāq al-Zajjāj, " forthcoming.

4. Almost all the authors make this link. Cf. Abū ʿUbayd and Shamr in *Lisān al-ʿArab* (article *n-w-'*); Abū Ḥanīfa al-Dīnawarī in Ibn Sīda, *kitāb al- Mukhaṣṣas*, (Beirut, 1965), 9 : 79 ; Ibn al- Ajdābī, p. 134 ; Ibn Qutayba, p. 16.

The Origin of the ANWĀ' in Arab Tradition
On the distinction between science And folklore

DANIEL MARTIN VARISCO*

One of the standard modes in Islamic astronomy for dividing the heavens into discrete reckoning units is the concept of twenty-eight lunar stations (*manāzil al-qamar*), which constitute a lunar zodiac. The origin of the lunar zodiac, which was present in both India and China as early as the second millennium B. C. E., has not been determined despite a spirited debate among scholars in the 19th and early 20th centuries.[1] It is clear that the lunar zodiac was not part of Babylonian, Assyrian or Greek science; nor is it found in the early Hermetic sources. While Ptolemy, for example, was well versed in the twelve signs of the solar zodiac, he did not mention the lunar stations. Similarly, there is no reference to the lunar zodiac in the biblical narratives or ancient Hebrew cosmology.

The earliest evidence for the system of twenty-eight lunar stations in Semitic tradition comes from early Muslim scholars, such as Ibn Qutayba, who claimed that this system was part of the meteorological lore of pre-Islamic, tribal Arabia. The pre-Islamic Arabs regarded certain stars or asterisms[2] as seasonal markers of rain, wind, heat or cold. Some went so far as to attribute the power over rain and similar phenomena to the stars,

* American Institute of Yemeni Studies
Westburg New York, USA.
Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo April, 1987.

1. The debate was mainly directed at whether the Chinese or Indian system was oldest. A review of many of the ideas proposed can be found in Friedrich Karl Ginzel, *Handbuch der Mathematischen und Technischen Chronologie* (Leipzig, 1906), 1 : 70 – 77, and William Whitney, " On the views of Biot and Weber respecting the relations of the Hindu and Chinese systems of asterisms," *J. A. O. S.*, 1864, 8 : 1 – 94. See also the arguments made by William Jones, " On the antiquity of the Indian zodiack, " *Asiatic Researches*, 1790, 2 : 239 – 306 ; H. T. Colebrooke, 1807, " On the Indian and Arabian divisions of the zodiac, " *Asiatic Researches*, 1807, 9 : 323 – 376 , Max Müller, *On Ancient Hindu Astronomy and Chronology* (Oxford, 1862); Jean - Baptiste Biot, *Études sur l'astronomie Indienne et sur l'astronomie Chinois*, (Paris, 1862); Leopold de Saussure, " La symétric du zodiaque lunaire asiatique, " *J. A.*, 1919, 11th series, 14 : 141 – 148.
2. The term asterism is more appropriate than star or constellation, since most of the stations are pairs or small groups of stars. Cf. W. D. Whitney, " Reply to the strictures of Prof. Weber upon an essay respecting the asterismal system of the Hindus, Arabs, and Chinese, " *J. A. O. S.*, 1865, 9 : 388.

[illegible] and [illegible] different [illegible] for the general spherical triangle. Below we check the results, given [illegible], only using the cosine rule and a HP 34C. Though hardly any [ ]-value is correct [illegible] the sums, which theoretically must be 180° [illegible] for the triple HP 34C no deviations, up to the 10-th digits.

I $a = 99°$ $b = 137°40' = 137°,[illegible]$ $c = 70°13' = 70°,216666$ [illegible]

$\cos\alpha = (\cos a - \cos b\cos c)/\sin b\sin c = 0,06624951[illegible]$ $\alpha = 86°,08[illegible]$ $[86°5'14'']$

$\cos\beta = (\cos b - \cos a\cos c)/\sin a\sin c = -0,60175[illegible]$ $\beta = 126°,[illegible] = 126°52'[illegible]$ $[126°53'44'']$

$\cos\gamma = (\cos c - \cos a\cos b)/\sin a\sin b = 0,31[illegible]$ $\gamma = 71°,[illegible] = 71°[illegible]$ $[71°[illegible]]$

I′ $\alpha = [illegible]$ $\beta = [illegible]$ $\gamma = 109°27' = 109°,[illegible]$

$\cos a = (\cos\alpha [illegible])/\sin\beta\sin\gamma = -0,0662495[illegible]$ $a = 93°,[illegible]$ $[93°[illegible]]$

$\cos b = [illegible] = +0,6017[illegible]$ $b = 53°,[illegible]$ $[illegible]$

$\cos c = [illegible] = -0,3[illegible]$ $c = 109°,[illegible]$ $[illegible]$

II $a = [illegible]$ $b = [illegible]$ $\gamma = [illegible]$

$\cos c = [illegible] = 0,9[illegible]$ $c = 23,[illegible]$ $[illegible]$

Method I $\cos\alpha = -0,[illegible]$ $\alpha = 152°,[illegible]$ $[152°[illegible]]$

$\cos\beta = +0,[illegible]$ $\beta = 35°,[illegible]$ $[35°[illegible]]$

II′ $[illegible] = 47°,16666[illegible]$ $\beta = [illegible]$ $c = 156°30' = 156°,500$

$\cos\gamma = -\cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta\cos c = -0,9[illegible]$ $\gamma = [illegible]$ $[illegible]$

Method I′ $\cos a = 0,[illegible]$ $[illegible]$ $[illegible]$

$[illegible]$ $[illegible] = 144°32'[illegible]$ $[illegible]$

III $[illegible]$ $[illegible]$ $[illegible]$

$\cos b = \cos a\cos c + \sin a\sin c\cos\beta$ [illegible]

[illegible]

[illegible]

$c_1 = [illegible] \approx [illegible]$, $c_2 = 113°,[illegible] \approx [illegible]$

Method I $\cos\alpha_1 = 0,[illegible]$ $\alpha_1 = 57°,[illegible]$ $[illegible]$

$\cos\gamma_1 = 0,[illegible]$ $\gamma_1 = [illegible]$ $[illegible]$

$\cos\alpha_2 = -0,[illegible]$ $\alpha_2 = 122°,[illegible]$ $[122°[illegible]17'']$

$\cos\gamma_2 = -0,[illegible]$ $\gamma_2 = 127°,[illegible]$ $[127°32'[illegible]]$

III′ $\alpha' = 76°50' = 76°,8333333$ $[illegible]$ $[illegible]$

$\cos\beta' = -\cos\alpha'\cos\gamma' + \sin\alpha'\sin\gamma'\cos b'$ [illegible]

[illegible] and [illegible]

$\gamma_1' = 66°,[illegible] \approx 66°[illegible] \approx [66°31'42'']$, $\gamma_2' = 152°,[illegible] \approx [152°4'40'']$

Method I′ $\cos a_1' = 0,[illegible]$ $a_1' = 57°,[illegible] = 57°10'39,[illegible]$ $[57°10'43'']$

$\cos c_1' = [illegible]$ $c_1' = 52°,44[illegible] = 52°26'[illegible]$ $[52°27'4'']$

$\cos a_2' = -0,[illegible]$ $a_2' = 122°,[illegible] = 122°41'[illegible]$ $[122°41'17'']$

$\cos c_2' = -0,[illegible]$ $c_2' = 158°,265[illegible] = 158°,15'[illegible]$ $[158°15'54'']$

We have [illegible] of [illegible] polar triangles. For I, I′, II, II′ it is evident that cosines [illegible] opposite signs, the results are supplements. For III, III′ we see

$\alpha_1 + c_2' = \alpha_2 + c_1' = c_1 + [illegible] = c_2 + \gamma_1' = \gamma_1 + a_2' = \gamma_2 + a_1' = 180°,[illegible]$ [illegible]

and [illegible] cannot [illegible] different [illegible]!

Third Method

$$[\sin(G-M) - (1-\cos t)\cos M \sin G]^2 + (\tan t \cos M)^2 = \sin^2 u$$
$$\sin Q - \sin t \cos M / \sin u$$

The values $a = \sin t \cos M$ and $b = (1-\cos t)\cos M$ were taken by al-Bīrūnī from [illegible] [illegible] in the Second Method.

l	0.104059530	6.2435[illegible]172	6.14.36.51.36	6.14.36	6.14.40	
sin G	0.553149239	33.1[illegible]3	33.11.20.14.0	33.11.20	33.11.20	
x	—	207.2176104	207.13.3.25.34	207.13.38.[illegible]	207.14.16.13.19	
:bc	0.057560450	3.4536.6[illegible]	3.27.13.3.[illegible]	3.27.12	3.27.15	
sin u	0.793511087	47.6106[illegible]115	47.36.30.21.50	47.36.35	47.36.[illegible]	
+	0.0851071637	51.064[illegible]016	51.3.51.23.21	51.3.50	51.3.[illegible]	
Tan h	0.140920364	8.935707104	8.56.[illegible]	8.56.10	8.56.[illegible]	
h^2	0.022179650	79.04676637	79.50.40.21.32	[illegible]	79.52.[illegible].16	
a^2	0.102506546	657.3115668	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
+	0.204766204	737.1502232	737.9.[illegible]	737.3.52.[illegible]	[illegible]	
√	0.452510999	27.150659[illegible]	27.9.2.22.[illegible]	[illegible]	27.[illegible]	27.9.41
a:√	0.944209609	56.65730127	56.39.[illegible]	56.39.[illegible]	56.39.27	56.40.11
Q	70.78490394	70.78490394	70.47.5.34.15	70.47.[illegible]	70.47.13	[illegible].49.14

Instead of sin(G−M) directly — [illegible] — al-Bīrūnī computes

$$\sin \text{vers}(90-G+M) = 1 - \sin(G-M),$$

and subtracts [illegible], finding $\sin(G-M)$.

Second Method.

$$\left\{\left[\cos(C-M)/\cos C-(1-\cos t)\cos M\right]\sin C-\sin M/\cos C\right\}^2+(\sin t\cos M)^2=\sin^2 u$$

$$\sin C - \sin t \cos M / \sin u$$

sin 70.5	0.970440961	58.20693768	58.42.24.50.52	58.42.25	
box	—	3522.416261	3522.24.58.32.3	3522.25.0	
cos C	0.830021161	49.80493054	49.59.5.45.3	49.59.5	
:(d)	1.174927?6	70.46951376	70.28.10.25.43	70.28.9	
sin t	0.45970652?	27.58219161	27.35.13.53.23	27.35.14	
1−cos t	0.111970524	6.71823145?	6.43.5.37.59	6.43.[illegible]	
cos t	0.92?347524	55.76085145	55.45.39.5.54	55.45.39	
[illegible]	—	1535.20593	1530.17.7.3.17	1535.17.11.24	
:(q)	0.427301470	25.63800822	25.38.17.7.?	25.38.17	
[illegible]	—	374.6[illegible]3062	374.36.51.30.9	374.37.54.47.5?	
:(c)	0.104059550	6.24357177?	6.14.36.51.30	6.1?.5?	[illegible]
d−c	1.070433196	64.22597176	64.13.33.34.11	64.13.34	[illegible]
tan C	0.553149239	33.18895433	33.11.20.14.0	33.11.20	[illegible]
×	—	2131.573500	2131.30.36.37.43	2131.35.30	[illegible]
:(M)	0.592109300	35.52655047	35.31.35.36.37	35.31.35	35.31.34
tan M	0.369206147	22.15236004	22.9.8.31.40	22.9.8	[illegible]
box	—	1329.142131	1329.8.31.40.17	1329.8.0	[illegible]
cos C	0.833002161	49.98493004	49.59.5.45.3	49.59.6	49.59.6
:(y)	0.443100944	26.59085664	26.35.27.5.2	26.35.27	26.35.27
1−?h	0.140920364	8.93570103?	8.56.8.31.35	8.56.8	8.56.7
h^2	0.022179658	79.84676719	79.50.40.21.42	79.50.30.54	79.50.24.49
a^2	0.182500546	657.3115656	657.18.41.38.36	657.18.5.36.52	[illegible]
+	0.204766204	737.1563350	739.9.30.0.21	737.9.14.23.56	737.8.56.41.9
√	0.452510999	27.15065994	27.9.2.22.32	27.9.2	27.9.1
u:√	0.944209609	56.65738132	56.39.26.34.21	56.39.27	56.39.29
sin u	70.70490394	70.70490394	70.47.5.39.14	70.47.5	70.47.13

First Method.

$\sin h = \cos L \sin t$, $\sin L/\cos h = \cos p$, $q = 90 - M - p$, $\cos u = \cos h \cos q$

$\cos M \sin t/\sin u = \sin \varphi$

cos L	0.8331082181	49.98493084	49.59.5.45.3	49.59.5	49.98472222
sin t	0.4597086527	27.58719161	27.35.13.51.23	27.35.14	27.587[illegible]
×	—	1378.943085	1378.58.37.54.50	1378.58.22.41.1	1378.959633
:60	0.3830399962	22.98239775	22.58.[illegible].37.54	22.58.56	22.98222222
arc sin	22.52211252	22.52211252	22.31.19.36.18	22.31.19	22.52194444
90 −	—	67.47788748	67.28.40.[illegible].41	67.28.41	67.47800556
cos h	0.9237317773	55.42390634	55.25.26.3.46	55.25.26	55.42[illegible]
sin L	0.5531496239	33.18895433	33.11.20.14.8	33.11.20	33.18[illegible]
×60	—	1991.337260	1991.20.14.8.9	1991.20	1991.33333[illegible]
sin L/cos h	0.598820194	35.92921163	35.55.45.9.42	35.55.45	35.9[illegible]
arc sin	36.78544690	36.78544690	36.47.7.36.31	36.47.7	36.785[illegible]
				36.47.7	36.[illegible]
90−M−p	15.110780022	15.110780023	15.7.7.36.81	15.7.7	15.6.48
compl	—	74.88121917	74.52.52.23.29	74.52.53	74.53.12
sin	0.9653887192	57.92323150	57.55.23.38.0	57.55.24	57.55.24
60×	—	3210.331750	3210.19.54.19.43	3210.20.40.[illegible]	3210.24.[illegible].29
cos h×	0.8917508022	53.50552450	53.30.19.54.19	53.30.20	53.30.[illegible]
arc sin	63.09504853	63.09509849	63.5.42.21.16	63.5.42	63.5.54
u	26.90490147	26.90490151	26.54.17.30.43	26.54.17	26.54.6
sin u	0.4525106999	27.15065992	27.9.2.22.32	27.9.2	27.8.51
cos M	0.929347524	55.76005145	55.45.39.3.54	55.45.39	55.45.[illegible]
sin t	0.4597086527	27.58719161	27.35.13.57.23	27.35.14	27.35.14
×	—	1538.285293	1538.17.7.3.17	1538.17.11.24.[illegible]	1538.17.11.24.0
:60	0.427301470	25.63800022	25.38.17.7.3	25.38.17	25.38.17
:sin u	0.9442089609	56.65738135	56.39.26.14.23	56.39.27	56.39.50
φ	70.78490394	70.78490398	70.47.5.39.15	70.47.6	70.46.14

cotg 70° 45′ = 0.349216 ; cotg 71° = 0.344328 ;

arc cotg 0.348504 being 70°47.11.6.

These values are very near to the results given by al-Bîrûnî .

A table with an interval of 1′ yields

tg 70° 47′ = 2.86891 ; tg 70° 48′ = 2.87161 ; arc tg 2.86940 = 70°.47.10.41 cotg 70° 47′ = 0.348563 ; cotg 70° 48′ = 0.348237 and then arc cotg 0.348504 is 70° 47. 10. 40, and we see that both values should again lead to the eleven seconds .

The final results of al-Bîrûnî computing with tg and cotg show definitely the use of a table with an interval of 15′ , a " ptolemaic table " . The great difference then found in 70°.47.9 and 70°.47.12 is then in accordance with the given results, which al-Bîrûnî could never have obtained from a table with a smaller interval.

By this analysis we have shown that the use of the tangens function causes difficulties, because of the not being allowed of linear interpolation with tables of an interval of 15′. The conclusion must be that sticking to the sine values and not using tables of tangents has NOT been a drawback for the Greeks, and that people like al-Bîrûnî , computing really very accurately, met indeed with this difficulty in having different results . . linear interpolation not being allowed. . in certain intervals.

Al- Bîrûnî obtained the best results possible with the tools he had available – just the ptolemaic tools in trigonometry . . . and that the " efforts in trigonometry " were in the " Islamic Period " not concerned with " theoretical problems " but only with the numerical precision, the search for computational schemes causing the least possible error . In fact al-Bîrûnî obtained the same accuracy as still about 1900 AD in the then used text books could be arrived at. Only the modern simple electronic pocket computer working at 10 decimal places eliminates all these "ptolemaic-islamic" problems . This caused the disappearance of trigonometry – plane as well as spherical – but for one simple relation, a cosine rule.

For people like al-Bîrûnî holds true Schiaparelli's statement, that the greatest praise a scientist can obtain is that with the tools available in his period he obtained the best possible results. His first method for the qibla can be simplified from numerical degree 17 to degree 7. . . but even modern mathematicians did not yet see that D. A. King's quoted scheme can still numerically be simplified from degree 9 to degree 7.

and his rounding off leads to tg $Q = 172.9.50 = 60$ times 2.869398148

His value for the cotangens follows from

$$\text{cotg } Q = 536.6.0 \,/\, 25.38.17 = 60 \,.\, (8.56.6 \,/\, 25.38.17) =$$
$$= 20.91032211 = 60 \text{ times } 0.348505369$$

The rounded value 20.54.37 is 60 times 0.348504630
The more precisely taken values for the quotients, which should in their product evidently lead to 3600 are

172.9.49.35.29 and 20.54.37.9.34, product 3599.999999 in decimals. Al-Bîrûnî's rounded off values give 3599.994741 and divided by 60 the value 0.999998539, instead of the evident 1.000000000. There remains an accuracy of at most six decimal places.

The quantity 8.56.6 should be at least 8.56.8. the ten place decimal values lead then to

$$\text{tg } Q = 2.869217857 = \text{tg } 70^{\circ}.78517274$$

$$\text{cotg } Q = 0.348537038 = \text{cotg } 70^{\circ}.78517271$$

the product of the two values being 1.000000000, and in sexagesimal degrees

$$Q = 70^{\circ}\ 46'\ 6''\ 37'''\ 18''''$$

The round values obtained by al-Bîrûnî lead to

$$\text{tg } Q = 172.9.50 \,/\, 60 = 2.86938148 =$$
$$= \text{tg } 70^{\circ} \,.\, 78629155 = \text{tg } 70^{\circ} \,.\, 47' \,.\, 10'' \,.\, 38'''$$

$$\text{cotg } Q = 20.54.36 \,/\, 60 = 0.348504630 =$$
$$= \text{cotg } 70^{\circ} \,.\, 78631755 \tfrac{1}{2} \text{ cotg } 70^{\circ} \,.\, 47' \,.\, 10'' \,.\, 44'''$$

which results should both be $70^{\circ}\ 47'\ 11''$ at two sexagesimal fractional parts, equal to al-Biruni's result for the cotg, but more than the $70^{\circ}.47.9$ obtained from the tangent .

If, however, we use a " ptolemaic table", with an interval of $15'$ we would find at five decimal places by division

$$\text{tg } 70^{\circ}\ 45' = 2.86356 \ ;\ \text{tg } 71^{\circ} = 2.90421 \ ;$$

$$\text{arc tg } 2.86940 = 70^{\circ} \,.\, 47.9.17$$

and

We showed above that by introducing ω by tg $M = \sin \omega$ the degree of numerical difficulty can be reduced to 7.

§ 5. *Analysis of the numerical computation by al - Bîrûnî*

In the Appendices I, II, III we show the computations according to the first, second and third method.

To the **first** method we remark that suddenly a discrepancy between the two place values and the value of al - Bîrûnî occurs : 36.46.48 instead of 36.47.7. This caused **instead of a hightly correct result**, which only differs in 0°.0.0.20.45 from the ten place value in decimals al-Bîrûnî's result of 70° 48.14, somewhat more than 1′ too great. In **order to show the influence** of the rounding off's to two sexagesimal parts we computed in the last column also the decimal value of the rounded off values.

To the **second** method we have in the first four columns the ten place decimal, four place sexagesimal and the two place rounded off values, parallel to al-Bîrûnî's data given. Again here a suddenly arising discrepancy 6.14.40 instead of 6.14.36. Not a very great discrepancy seemingly , but having its repercussions. The rounded value would have led to 70°. 47.7 , and the last columns, giving al-Bîrûnî's result shows 70°.47.13, about 8″ too great. In the line with the quantity $h = r - g$ we see the value 8.56.8 coming to 8.56.6 with al-Bîrûnî.

To the **third** method the table makes clear how al-Bîrûnî carried over the too great result 6.14.40 from the second method's computation, and also that instead of the more precise value 8.56.8 he gives his former value 8.56.6. In the fifth column till the third values from below everything is then correctly computed. , and then suddenly the suqare root is given as 27.8.41. What was caused by the transfer of the deviating values would have led to the final result of 70°.47.13 , as with the second method. The last three values in the most right column below the wrong square root 27.8.41 lead to the result then obtained 70°.49.14, a deviation of **more than two minutes.**

§ 6. *The tangens and cotangens with al-Bîrûnî*

A few remarks on al-Bîrûnî's results in the application of the tg and cotg. He computes the tangent of the qibla from

tg Q = 1538.17 / 8.56.6 = 60 . (25.38 . 17 / 8.56.6) =

= 172.1637754 = 60 times 2.869396257 ,

The third formula used (G. M indicating the latitudes of Ghazna and Mecca and the difference in longitude) reads - leaving out the unnecessary " detour " $\{ 1 - \sin \text{vers} (90^\circ - G + M) \} = \sin (G - M) -$

$$\{ \sin (G - M) - (1 - \cos t) \cos M . \sin G \}^2 + (\sin t . \cos M)^2$$

which is the same value as

$$\{ \cos t . \cos M . \sin G - \cos G . \sin M \}^2 + (\cos M)^2 - (\cos t . \cos M)^2 =$$
$$(\cos t . \cos M . \sin G)^2 + (\cos G . \sin M)^2 - 2 \cos t . \cos M . \sin M . \cos G \sin G$$
$$+ (\cos M)^2 - (\cos t . \cos M)^2 =$$
$$= 1 - (\sin M . \sin G + \cos M . \cos G . \cot t)^2 = 1 - (\cos u)^2 = (\sin u)^2.$$

The second formula reads

$$[\{\cos (G - M) / \cos G - (1 - \cos t) \cos M \} \sin G - \sin M / \cos G]^2 + (\sin t . \cos M)^2$$

which makes evident, that for complete equivalence one should have

$$[\cos (G - M) - (1 - \cos t) \cos M \cos G] \sin G - \sin M =$$
$$= [\sin (G - M) - (1 - \cos t) \cos M \sin G] \cos G.$$

Here the terms with $1 - \cos t$ cancel and there remains the evident

$$\cos (G - M) . \sin G - \sin (G - M) . \cos G = \sin M .$$

The three different formulas are by simple goniometric relations shown to be equivalent, and leading to the first $\cos u$. The only difference is the degree of numerical difficulty .

The first used relation can be derived by

$$\text{cotg } Q = \sin q / \text{tg } h = \sin (p - G) / \text{tg } t . \sin p =$$
$$= (\sin p . \cos G - \cos p . \sin G) / \text{tg } t \sin p$$

which is

$$(\cos G . \cos t - \text{cotg } p . \sin G . \cos t) / \sin t .$$

and leads to

$$(\cos G . \cos t - \text{tg } M . \sin G) / \sin t ,$$

which is the relation used by D. A. King , as stated above . The degree of numerical difficulty in this way is 9.

He did not consider both, supplementary, values of h possible. Perhaps al-Bîrûnî knew that t acute requires h acute in an orthogonal triangle. Then

$$\cos p = \cos a \;/\; \cos h$$

gives p uniquely and thus $q = p - b$ is determined. Finally

$$\cos u = \cos h \cos q$$

provides the distance Ghazna - Mecca, and from that by the sine rule

$$\sin Q = \sin t \,.\, \cos M \;/\; \sin u$$

yields the value of Q. This computational scheme has a degree of difficulty 17.

Using only uniquely determining relations – the computation of h is then not necessary – gives less sources of errors

$\operatorname{tg} p = \cos t.\ \operatorname{tg} a$ yields directly p, then $q = p - b$, and finally $\cos q \,.\, \cos a \,/\, \cos p = \cos u$. A scheme of degree of difficulty 12.

Next to this al-Bîrûni gives two other methods, only operating with sine functions and at last applies also tg and cotg relations. He obtained in this way from the same data five different final values :

70°48′ 15″ ; 70° 47′ 13″ ; 70° 49′ 16″ ; 70° 47′ 9″ ; 70° 47′ 11″.

In fact 1″ is in " time difference " one fifteenth of a second, 1 / 54000 of an hour. Again, a qibla for religious purposes has no need of a precision better than 10′, Ptolemy's limit for measurement of angles, corresponding to 40 sec. of time.

The problem is purely geographical, and al-Bîrûnî gave first the systematical spherical trigonometrical solution. Then he derives two other relations, and refers to analoguous relations as " the triangle of time ", the "arc of daylight". . which do NOT mean that astronomy is involved by any phenomenon. The fact that al- Bîrûnî computed sin Q for the qibla from a rectangled triangle . . of which tg Q and cot Q could be obtained directly, without computation of the hypotenusa, by one division, makes it plausible that at first al - *Bîrûni* wished to avoid the tangents and considers the last two functions more as a check for the tangens and cotangens function.

He leaves out the proof that these latter two formulas obtained are equivalent with the first one. We add here the simple proof for that!

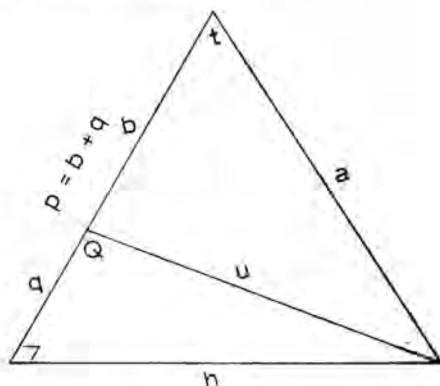
For further reference we compute the qibla of Ghazna, mention made of the fact that taking M as **exactly** $21^\circ 40'$ the decimal value of $= 23^\circ.470790951$ and the value for the difference in longitude of Mecca and Ghazna as $27^\circ 24' 22''$

$G = 33^\circ 35'$	$= 33.58333333$				
$t = 27^\circ 22' 24''$	$= 27.37333333$				
	60.95666666	$+$	sin	$+$	0.874252791
	6.21000000	$-$	sin	$+$	0.108172866
	$G = 33.58333333$				
	$= 23.40790950$				
	10.17542383	$-$	sin	$+$	0.176662568
	56.99124283	$+$	sin	$-$	0.838587315
					0.320500910 $+$
			$2 \sin t$	$=$	0.919573054
			$\cot Q$	$=$	0.348532298
			Q	$=$	$70^\circ.78490394$ $=$
$(\sin Q = 0.944289689)$					$70^\circ 47' 5'' 39''' 15''''$

§ 4. *The qibla computations of al-Bîrûnî*

In a first and direct method al-Bîrûnî computes[8] (fig. 7)

$$\sin h = \sin a \cdot \sin t$$



8. Jamil Ali, *Al- Bîrûnî's Tahdid al-Amâkin*, Beirut, 1957; F. S. Kennedy

There is, having at disposal Ptolemy's reduction in the *Almagest* I, 13 – 16 NO THEORETICAL PROBLEM in spherical trigonometry. The only problem which remains is TO OVERCOME NUMERICAL DIFFICULTIES in solving problems. THESE were leading to the " jungle of formulas" and still about 1900 AD- as can easily be shown checking results given in former textbooks, where problems to elucidate the situations are solved leading to errors of 5" and more in results which were estimated as exact to the seconds. These difficulties were not mastered until the small electronic desk computers arose : no difficulty any more in multiplication, division, having logarithms or exponentials, sines . . at ten places exact . . . just by pushing a button. One must be still careful for the last digits: the rounding off at ten places might even affect the result of *a. b. c.* when calculated by *a. c. b.* For the difficult tangens function one can obtain different first and last numbers in $a \rightarrow \text{tg } a \rightarrow \text{arc tg } a$.

Remains to remark that even the sailors, having to compute their first " course " used – a ready for logarithmic computation formula – :

$$\text{cotg } C = \text{tg } b_2 \,.\, \cos b_1 \text{ cosec } L - \sin b_1 \,.\, \text{cotg } L$$

where b_1 and b_2 are the latitudes of the place of depart and the destination and L is the difference in longitude. This asks to look for five values of logarithms (adding and subtracting are not counted !) – three multiplications for non- logarithmic schemes coming to these – and two antilogarithms to have the value of cotg C, which being found from a table of cotg gives numerical difficulty 8, and if one works via logcotg a numerical difficulty 9.

If one substitutes cosec $L = 1/\sin L$, cotg $L = \cos L/\sin L$ one comes to take the denominator sin L and the formula for the supplement of the course, the QIBLA , becomes taking $b_1 = G$, $b_2 = M$ and $L = t$,

$$\text{cotg } Q = (\sin G.\, \cos t - \text{tg } M \cos G) \,/\, \sin t \,.$$

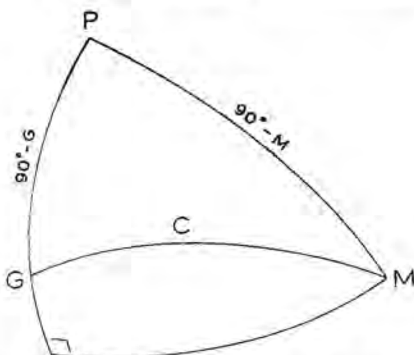
This is the same formula as used by D. A. King, loc, cit. in the *Encyclopaedia of Islam.* We have here a numerical difficulty 9, as above. Observing that the latitude of Mecca is a " world constant " one can reduce the numerical difficulty by introducing an angle ω such that

$$\text{tg } M = \sin \omega \,.$$

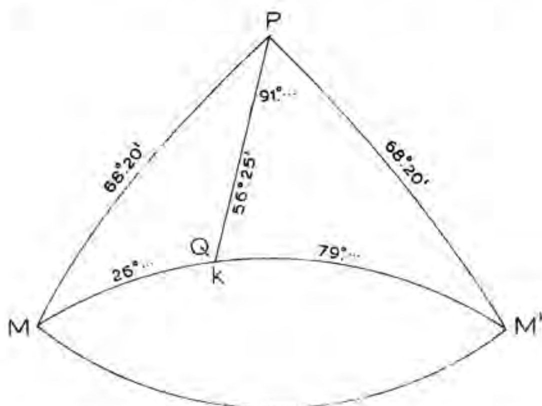
The reduction to

$$\text{cotg } Q = \sin (G + t) + \sin (G - t) + \sin (G - \omega) - \sin (G + \omega) \,/\, 2 \sin t$$

is then possible and makes the degree of numerical difficulty 7 .



i. e. the place at distance c_1 to the west of Ghazna's meridian or the place at distance c_2 to the east, and at the same latitude of Mecca, 21° 40′. NOTHING of the former checking of " possible or inadmissible " results remains in this way[7]. (fig. 6.).



7. Q in fig. 6 is the supplement of the qibla of Ghazna. The " paradoxal result " is caused by the fact that a place can be reached on the sphere travelling a distance a° forwards or 306°–a° backwards. Taking the qibla of Ghazna 180°– Q for M one reaches M after having travelled a distance of 26° . . , and M' at distance 280° . . , i. e. travelling backwards with qibla Q over 79° . . . The **conventions** on spherical triangles eliminate a negative angle or side, as well as an angle or side greater than 180°. The traveller shall reject to go **more** than half of a great circle of the earth for his destination. This last is, however, an extra condition, which does not follow from the definiton of the qibla. The choice is then be made by the acceptance of the difference in longitude!

and substitute (6) into (7) . Then reducing by a factor $\sin a \neq 0$ is possible and we arrive at

$$\sin a \, . \, \sin b = \sin c \, . \, \cos \beta + \sin b \, . \, \cos a \, . \, \cos \gamma \, .$$

Applying the sine rule and interchanging, a. b and α , β leads to

$$\sin \alpha \, . \, \cos b = \sin \gamma \, . \, \cos \beta + \sin \beta \, . \, \cos \gamma \, . \, \cos a \qquad (8)$$

$$\sin \beta \, . \, \cos a = \sin \gamma \, . \, \cos \alpha + \sin \alpha \, . \, \sin \gamma \, . \, \cos b \qquad (9)$$

and substituting (8) into (9), a division by $\sin \gamma \neq 0$ is possible and leads to

$$\sin \beta \, . \, \sin \gamma \, . \, \cos a - \cos \beta \, . \, \cos \gamma = \cos \alpha \, .$$

§ 3. *Numerical considerations*

The cases I, I′ , II , II′ are solved by the cosine rules : three sides lead directly to the cosines of the three angles; two sides and an angle, to a third side, and mutatis mutandis two angles and one side to a third angle in the cases II , II′ . . . and thus reduce all problems to I , I′ . In fact there remained three types. . and the sets III , III′ are , using the sine rule equivalent to two sets of the type (a , b , α , β) .

In the last period of spherical trigonometry this case was solved by considering many possibilities, having used a sine rule. All these troubles can be avoided by solving one goniometric equation for the third side , or the third angle! As this remark is not to be found in many of the formerly used text-books; we give an example. It reduces the problem of the sailor who wished to determine his destination from the course given at the harbour of depart for an other. . . which is the reverse of the problem of the qibla! . . . In order to treat case III we ask for the possible positions of Mecca, latitude 21° 40′ if the qibla is (decimally) 70°. 78490394 and the latitude of Ghazna is 33° 35′. We have (fig. 5)

$\sin M = \sin G \, . \, \cos c - \cos G \, . \, \sin c \, . \, \cos Q$, or

$0.369206147 = 0.553149239 \cos c - 0.274180233 \sin c$

$\mathrm{tg}\varphi = 0.553149239 \, / \, 0.274180223 = 2.017465859 = \mathrm{tg} \, 63^\circ , 63370345$

$\sin (\varphi - c) = 0.369206147 \, / \, (0.553149239^2 + 0.274180223^2)^{1/2} =$

$= 0.598028115 = \sin 36^\circ.72880193 = \sin 143^\circ.27119807$

and thus

$$c_1 = 26^\circ.90490152 \quad , \quad c_2 = -79^\circ.63749455$$

a. A plane perpendicular to OC at C makes the angle γ visible , according to Euclid's definition 6 in Book XII. Then we have by plane geometry

$$AB^2 = OA^2 + OB^2 - 2\,OA\,.\,OB\,.\cos c = AC^2 + BC^2 - 2\,AC\,.\,BC\,.\cos\gamma,$$

and replacing in Euclid II, 12, 13 the " rectangles to be added or subtracted" using the cosine for the projection we apply the theorem of Pythagoras to

$$OC^2 + AC\,.\,BC\,.\cos\gamma = OA\,.\,OB\,.\cos c$$

yielding $\cos c = \cos a\,.\cos b + \sin a\,.\sin b\,.\cos\gamma\,.$

b. If one makes visible the three angles, again using Euclids definition 6, Book XII one has to take a point inside all dihedral angles given, P, and to fall the perpendiculars on the sides of the trihedral, say $O.ABC$. Then it is evident that the sides of the trihedral $P.A'B'C'$ are the supplements of the angles of $O.ABC$, and the angles are the supplements of the sides of $O.ABC$. The " polar trihedral " is a mere evidence. The Arabs caused[6] themselves great troubles in working ON the sphere and not using ONLY the last two points *a*, *b*. The reducing of one type of the cosine rules to the other consists in merely changing the signs of the cos, and keeping the sines with the same sign.

For sake of completeness we add that from one set of cosine rules – just as in plane trigonometry – all other relations follow merely algebraically. After having seen what was obtained in the section a., there is no need to consider the " polar trihedral ", nor polar triangles .

A. $\cos a = \cos b\,.\cos c + \sin b\,.\sin c\,.\cos\gamma$, thus

$$(\sin a\,.\sin b\,.\cos\gamma)^2 = (\sin a\,.\sin b)^2 - (\cos a - \cos b\,.\cos c)^2 = S^2\,.$$

Here $S^2 = 1 - (\cos a)^2 - (\cos b)^2 - (\cos c)^2 + 2\cos a\,.\cos b.\cos\,.\,c,$

and this is invariant under permutation of a , b , c . Thus, as in the square root we have to take always the positive sign, as all sines are positive :

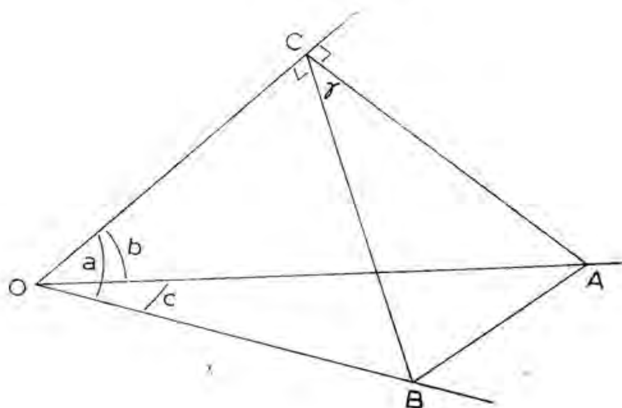
$\sin\alpha\,/\sin a = \sin\beta\,/\sin b = \sin\gamma\,/\sin c$; *SINE - rule.*

B. We take two out of the three cosine rules

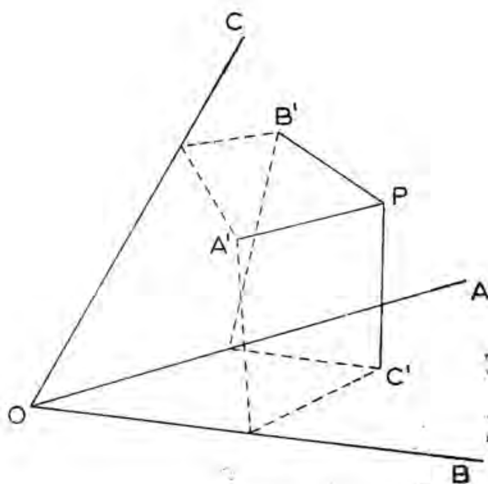
$$\cos a = \cos b\,.\cos c\,. + \sin b\,.\sin c\,.\cos\alpha \qquad (6)$$

$$\cos b = \cos c\,.\cos a + \sin c\,.\sin a\,.\cos\beta \qquad (7)$$

6. vide N. G. Khayretdinova, Ist. mat. issl., 28, 154 – 159 .



(a)



(b)

$$c = p + q$$

or eventually a difference. Then

$$\cos a \,/\, \cos p = \cos h = \cos b \,/\, \cos q\,,$$

and immediately follows

$$\cos a\,(\cos c \,.\, \cos p - \sin c \,.\, \sin p) = \cos b \,.\, \cos p\,,$$

an equation for p leading to

$$\cos b - \cos a \,.\, \cos c = \cos a \,.\, \sin c \,.\, \mathrm{tg}\, p.$$

Here the right hand side is equal to $\sin a \,.\, \sin c \,.\, \cos \beta$, and we arrive at the three cosine rules of the first type

$$\cos b = \cos a \,.\, \cos c + \sin a \,.\, \sin c \,.\, \cos \beta\,.$$

It is not necessary to compute the value of h!

I′ . The angle is decomposed by the altitude from C into two parts, P, Q leading to

$$= P + Q$$

whereas $\cos \alpha = \sin P \,.\, \cos h$, $\cos \beta = \sin Q \,.\, \cos h$, or

$$\cos \beta \sin P = \cos \alpha\,(\cos \gamma \,.\, \cos P - \sin \gamma \,.\, \sin P)$$

$$\cos \beta + \cos \alpha \,.\, \cos \gamma = \cos\alpha \,.\, \cos\gamma \,.\, \mathrm{cotg}\, P = \sin\alpha \,.\, \sin\gamma \,.\, \cos b$$

leading to the three cosine rules of the second type

$$\cos \beta = -\cos \alpha \,.\, \cos \gamma + \sin \alpha \,.\, \sin \gamma \,.\, \cos \mathrm{b}\,.$$

We followed exactly the rules as applied also in Arabic Science. The Arabs systematically first consider the problem on the sphere, which caused them many difficulties. Though the systems I and I' automatically lead to the two types of cosine rules a **strict** " euclidean solid geometry " in the trihedral leads **directly** to one of the types of cosine rules AND to the so called " polar triangle " which allows to reduce the second type cosine rule from the first, and vice versa. We give the few lines necessary for that here explicitely (fig. 4) .

3. (a, β) $\operatorname{tg} c = \operatorname{tg} a / \cos \beta$; $\operatorname{tg} b = \sin a \,.\, \operatorname{tg} \beta$: $\cos \alpha = \sin \beta \,.\, \cos a$

4. (c, α) $\operatorname{cotg} \beta = \cos c \,.\, \operatorname{tg} \alpha$; $\operatorname{tg} b = \cos \alpha \,.\, \operatorname{tg} c$; $\operatorname{tg} a = \cos\beta \,.\, \operatorname{tg} c$

5. (α, β) $\cos c = \operatorname{cotg}\alpha \,.\, \operatorname{cotg}\beta$; $\cos a = \cos\alpha / \sin\beta \,.\, \cos b = \cos\beta / \sin\alpha$

whereas (a, α) leads to $\sin a = \sin c \sin \alpha$. There is none, one or a pair of solutions corresponding to the condition $\sin a \leqslant \sin \alpha$. The datum $\sin a = \sin\alpha$ leads to $c = 90^o$.

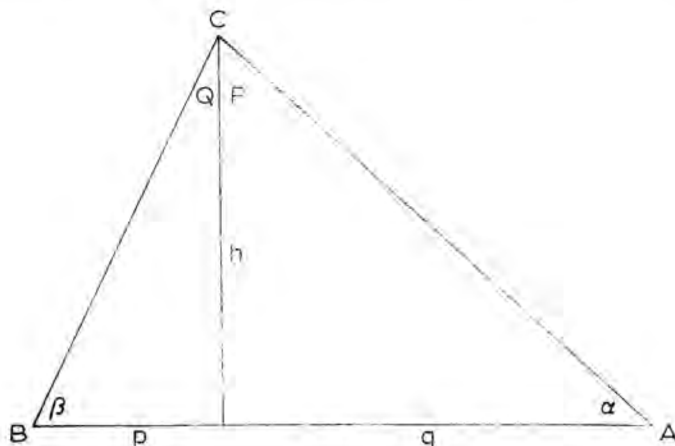
If now we go over to general triangles we have the " example " of plane geometry – known from the Old Babylonian Period – that any triangle can be decomposed into two orthogonal ones.

The " very many different cases " for three data on a spherical triangle are **not** different from one of the six cases :

I (a, b, c)	I′ (α, β, γ)
II (a, b, γ)	II′ (α, β, c)
III (a, b, α)	III′ (α, β, a)

The **simplest** cases are I and I′ :

I. If the side c is decomposed by the altitude from C into two segments p, q we have (fig. 3)



No side, neither an angle, of a general spherical triangle needs to be greater than 180° in problems. If so the problem to be solved can be treated using " an adjacent triangle ". The Greeks, just as in plane geometry, did not allow angles greater than 180°. If an angle would turn out " greater than 180° " in modern terminology the " gauge " was observed and the angle was measured at the other side of one of the legs.

A direct consideration of the *orthogonal* triangle shows, and we have as $\sin b$ is positive that $\operatorname{tg} \alpha$ and $\operatorname{tg} a$ have the same sign, and thus that a side and its opposite angle are either both acute or both obtuse. We don't know of a statement of this fact before " modern times ".

Not knowing negative numbers one can go over to " positive values only " taking the **halves** of angles and sides. This led in later times to a " jungle of relations between halves and quarters of angles and sides ". The relations, present in the *Almagest* for the following first two relations, from which the third follows immediately :

$$\sin(a \pm b) = \sin a . \cos b \pm \cos a . \sin b$$

$$\cos(a \pm b) = \cos a . \cos b \mp \sin a . \sin b$$

$$\operatorname{tg}(a \pm b) = (\operatorname{tg} a \pm \operatorname{tg} b) / (1 \mp \operatorname{tg} a . \operatorname{tg} b)$$

can be checked easily in Manitius, 1962,[5] vol I, 10. I, pages 28,29. They allow also values $a + b$ exceeding 180° to be reduced to angles smaller than 90°, in the goniometric computations.

Finally we have - see Manitius, I. 10. II. page 30 -

$$2(\sin \tfrac{1}{2} a)^2 = 1 - \cos a .$$

These last sets of relations do refute S.H. Nasr's statements, quoted § 1, sub *d*.

The sine value being given one has always two angles, smaller than 180°, for any positive value. This makes the **arc sine to be avoided** as much as possible. On the other hand $\cos a$ (and $\operatorname{tg} a$) determine an angle **uniquely** in the given interval, and thus in numerical work one has to prefer the cosine (and the tangens). Except for the combination (a , α), and its analogue we have for all combinations of two elements for an orthogonal triangle a **unique** solution. We specify:

1. (a , b) $\cos c = \cos a . \cos b$: $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} a / \sin b$; $\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} b / \sin a$

2. (a , c) $\cos b = \cos c / \cos a$; $\cos \beta = \operatorname{tg} a / \operatorname{tg} c$; $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} a / \sin b$

5. K. Manitius, *Ptolemäus, Handbuch der Astronomy*, I, II, Leipzig, 1963.

which using the tangens function is

$$\cos \alpha = \operatorname{tg} b \,/\, \operatorname{tg} c \tag{3}$$

and here applying (2) reducing by (1)

$$\cos \alpha = \sin \beta \;.\; \cos a \tag{3'}$$

Finally $PQC \,/\, RAB$ gives $PB \,.\, QR \,.\, CA = PR \,.\, QA \,.\, CB$ or

$$\cos a \,.\, \sin \alpha \,.\, \sin b = \cos \alpha \,.\, \sin a$$

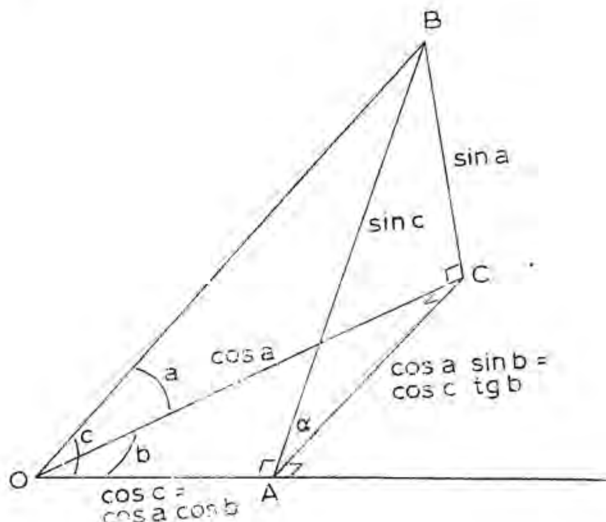
and with the tangent function

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} a \,/\, \sin b \tag{4}$$

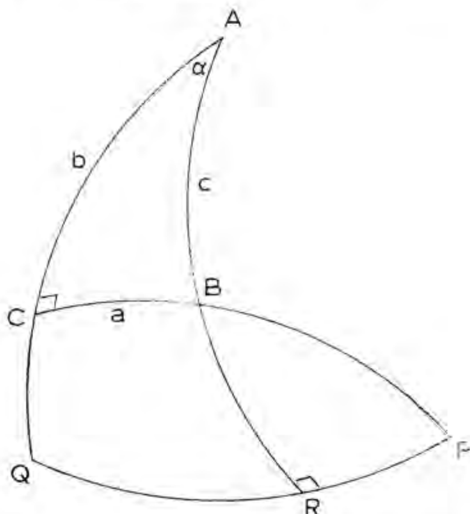
Immediately follows from (4)

$$\operatorname{cotg} \alpha \,.\, \operatorname{cotg} \beta = \cos a \,.\, \cos b = \cos c \tag{5}$$

In this way we have all relations for the **orthogonal** triangle, which all can be read **immediately** from the orthogonal trihedral angle, (fig. 2), as a mere **evidence** .



the six segments as a ratio of two being equal to the product of two other ratios. This is equivalent with the equality of the products of three segments to the product of three other segments : (fig. 1).



If the triangle ABC has the points on the transversal P (on BC), Q (on CA), R (on AB) we indicate this by ABC/RPQ. We have then just to permute P, Q, R cyclically to obtain the uniquely possible equality.

$$AR \cdot BP \cdot CQ = AQ \cdot BR \cdot CP$$

or $$1 \cdot \cos a \cdot \cos b = 1 \cdot \cos c \cdot 1,$$

as here $PC = PQ = AR = AQ$ are 90°, and for the orthogonal triangle we have demonstrated the " spherical pythagoras "

$$\cos c = \cos a \cdot \cos b \qquad (1)$$

Again

PRB / QAC leads to $PC \cdot RQ \cdot BA = PQ \cdot RA \cdot BC$ or

$$\sin \alpha \cdot \sin c = \sin a \qquad (2)$$

Then

ARQ / BPC yields $AC \cdot RB \cdot QP = AB \cdot RP \cdot QC$ or

$$\cos b \cdot \cos c = \sin c \cdot \cos \alpha \cdot \cos b$$

The computational technique with " Muslim Scientists " is in no way different from that of Ptolemy, even carrying on the " sinus totus " as we already mentioned. . . removing that in the same way as Ptolemy did.

The **aim** of the present essay is to show this and by that to come to the **reason** for the sudden disappearance of " trigonometry " . The accuracy of the tables, available up till very recently, was not allowing great accuracies, using only one basis- relation. The simple relation can, however, be used **directly** due to the great accuracy of the small electronic desk computers. We shall discuss in detail al-Bîrûnî's methods for the qibla of Ghazna, and elucidate the difficulties he met with. ONLY the organising of computational schemes in such a way that with the available tables the error was not too much increased led to the " jungle of formulas in plane and spherical trigonometry " .

2. *Ptolemy's trigonometries*

In Book I, 10,11 of the *Almagest* Ptolemy describes a **method** for composing a table of lenghts of chords, and gives such a table, corresponding to $120\sin \frac{1}{2}x$ for $0^o < x \leqslant 180^o$; at an interval of $\frac{1}{2}^o$, which is $15'$ for the half of the central angle.

In I, 13,1 he first proves the " Theorem of Menelaos ", the relation between six segments on the sides and the productions of the sides, intersected by a transversal of a triangle, in **plane** geometry. In I, 13,2 he shows, using a trihedral angle at the centre of a sphere, that the same relations hold true if one substitutes for " lengths" the " chords ", i. e. sine functions. He distinguishes neatly between two cases of the triangle with respect to the transversal :

A. the transversal meets only two of the sides,

B. the transversal meets all sides on the productions.

In I. 14 and I,16 he immediately applies this for the relations between declination δ , rectascension a , longitude λ and inclination of the ecliptic ε (leaving out factors 60 here) .

$\sin \delta = \sin \varepsilon \,.\, \sin \lambda$; $\cos \varepsilon \,.\, \sin \lambda \,.\, \cos a = \sin a \,.\, \cos \lambda$, which last relation is the same as

$$\cos \varepsilon = \mathrm{tg}\ a \,/\, \mathrm{tg}\ \lambda$$

The scheme of the four lines of a triangle and one transversal can be considered in **four** ways as such a scheme. Ptolemy writes the relation between

ting the integral part into a sexagesimal " rest ", when dividing by the " sinus totus". We shall illustrate that in particular below.

Ptolemy had **all the tools**, and **all the numerical material** available and near at hand, used it in **exactly the same** way as later mathematicians, e. g. in the Arab World. He **sticked** to the use of the sine function **only**, and chord $x = 120 \sin \frac{1}{2} x$. Ptolemy mostly had the vertex of an angle **on** the circle and thus he used – in fact – chord $= 2R \sin x$, when x is the angle at the perimeter, corresponding to $\frac{1}{2} x$ measured in the " angle at the centre ".

Ptolemy not only developed the " by priests and philosophers " prescribed system of epicycles in a unique way- having celestial bodies moving of perfect curves, circles, with the most beautiful motion, at uniform speed. but in his *Almagest*, Book X, 6, states that one can *also* subtract the anomaly for the outer planets from the sun's longitude in stead of adding it to a centre of an epicycle where there is nothing. This corresponds to an interchange of deferent and epicycle for the outer planets and yields exactly *Tycho Brahés* system : all planets in perfect circles around the sun and that system as a whole in circles about the earth, which is placed excentrically.

ad c. Here we have to refute Neugebauer's statement on the tangens function. The trouble with the " table of tg *a* " is – *and this was felt*! – that linear interpolation is not possible, preserving the wished accuracy in a considerable part of the interval 0° – 90° .

In 1896 L. Schröne in his 7 – place tables saw no other possibility than to give special formulas for the computation of " logtga " in the interval 0° – 3° , and for the interval 3° – 10° taking the interval at 10 seconds corrected. In order to guarantee 5 places exact the Dutch " Wiskundige tafels in 5 decimalen " – about 1960 AD – departed from that system , and gave values for cotg a increasing a by one second in the interval 0° – 3° , and increasing by ten seconds in the interval 3° – 10° , and by one minute onwards. If one computes, as Ptolemy easily could have done, a table of quotients. . leading to a table of tg *a* at an interval of 15′ then *a* very great part of the table **does not permit linear interpolation.** Below we shall indicate that al-Bîrûni was aware of this fact, and computed from $\cot Q = A / B$ first $\sin Q$ in order to **safely** interpolate.

Rightly Ptolemy sticked to the relation of the " six segments" which gave in sine functions **all relations needed,** as we shall show below. It was, indeed, very prudent to use the values of " only one table of sines" , and **not to compose a table of tg *a*, from that.**

First we quote some authors on the subject of *Islamic Science.*

a. A. I. Sabra wrote in the *Encyclopaedia of Islam* :

> " The mathematics needed for solving problems in spherical astronomy even for the simple geocentric system without circles and epicycles is a laborious business, and it is difficult for the modern mind to understand how a scientist such as Ptolemy could have constructed and analysed such an elaborate system without the benefit of place number numerals, decimals or a fully developed trigonometry (not to mention logarithms and other techniques). Place number arithmetic entered the Muslim world from Indis in the ninth century and came into general use in Islam in the tenth. "[2]

b. D. E. Pingree, in the same *Encyclopaedia* stated :

> " The Muslims basing their work on Indian ideas also developed trigonometry – plane and spherical – into something approximating its modern form "[3] .

c. O. Neugebauer, at various occasions, emphasised that the Greeks had not the tangesn function, which was used in the *Islamic Period*, and that this absence must have caused drawbacks for the Greeks.[4]

d. S. H. Nasr, quoting here his *Islamic Science*, published for the World of Islam Festival, London, 1976 – page 184, gives :

> " Although Greek mathematicians, especially Hipparchus, had calculated a table of chords, trigonometry - both plane and solid and based on the relation of the sides and angles of a right triangle - was invented by Muslims. "

Some remarks must be made to these statements.

ad a. Ptolemy had at his disposal the sexagesimal fraction, used for the fractional positional part – not a decimal system ! – and the place value symbols 0 – 59 , including the zero , were represented in tenbundles – the normal Greek numbers, – writing the integral part in the same ten bundles. A. I. Sabra – e. g. *The World of Islam* , London 1976 , page 185 – speaking about a " mixed system " in which a non place value decimal (sic !) system was used for the integers and a place value sexagesimal (positional) for the fractions, " missed the point completely . On the contrary : Ptolemy's system is purely sexagesimal positional for the fractional part. . . and **is in no way** different from what " Islam Scientists " used in goniometrical computations. In any positional system with basis A we need A symbols to specify the place values . . . and for these one used the " numerals " of the tenbundles .

Also, with Islamic Scientists Ptolemy's $R = 60$ was continuously carried on – and dividing is just a shift of the sexagesimal , eventually split-

2. A. I. Sabra, Enc. Isl. 3, 1138 – 1141.
3. D. Pingree, Enc. Isl. 3. 1135 – 1138 .
4. O. Neugebauer, e. g. *The exact Sciences in Antiquity*, Providence, 1957[2], 209 : " The only real inconvenience lies in the lack of tables for the ratios corresponding to tan α." This is, decidedly, numerically incorrect.

Ptolemaic and Islamic Trigonometry, The Problem of the Qibla

EVERT M. BRUINS*

1. *Introduction*

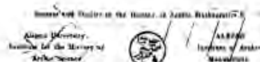
About 2000 BC in Mesopotamia the problem of the chords in a circle was attacked, and - as we know from the Susa texts[1], Tablet III, and the related drawings on the tablets I, II - the sides of the regular n – gon with n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 24 were computed. For the square, in particular, the sexagesimal value of the diagonal 1.24.51.10. . . – decimally 1, 414212963 ... , a difference with the more precise value 1.41421356 ... of 6×10^{-7} – was obtained. This value is the same as that given by Ptolemy 84; 51.10 if the radius is 60, just – still as in Arabic mathematics – writing the integral part in tenbundles. Though in later times tables of chords were computed, – according to tradition by Hipparchos – only the table of chords in Ptolemy's *Almagest*, giving the lengths of chords in a circle with radius 60, subtending an arc of x^0 seen from the centre of the circle, up to two sexagesimal fractional parts, is preserved from the " Greek Period ". The table has **not** been computed as Ptolemy **says** he did, because following the indication for the 30 – th parts of the increase in the lengths of subsequent chords, in his table with an interval of $\frac{1}{2}^0$, would lead to results with an **even** last sexagesimal – (as a / 30 = 2a / 60, a being the **integer** of the difference) – and it turns out that one half of the results per " sixtieth degree" does end **odd**. Again his tentative trisection of the arc of $1\frac{1}{2}^0$ is theoretically exact, but numerically using too great values for the bounds not leading to the right result. The exact value of chord 1^0 is lying **outside** the interval, correctly computing the bounds indicated by Ptolemy. The rounded off value, at two sexagesimals, is correct. . . but **cannot** be used to compute the table itself. It would have been easy to derive – from the isosceles trapezium relation – a cubic equation for the trisection !

About 2000 AD trigonometry, plane as well as spherical, has been removed from mathematical instruction! What did happen ?

* Amsterdam, the Netherlands.
Paper given at the Fourth International Symposium for the History of Arabic Science, Aleppo, April, 1987.

1. E. M. Bruins and M. Rutten, *Textes mathématiques de Suse*, Paris, 1961.

J. H. A. S. 1991 : Vol 9 : pp. 45 – 68 .



THE THEORY OF PARALLELS
IN THE ARABIC LITERATURE
OF THE 9-14TH CENTURIES

Publications Dealing with Mathematics and Astronomy At the « I. H. A. S. »

Kennedy , E. S.	The Exhaustive Treatise on Shadows, Al - Bīrunī- Vol. I. , Translation (In English) ; Vol. II. Commentary (In English) . US $ 30.00
Kennedy & Ghanem	The Life and Work of Ibn al- Shatir (Second Edition) US $ 10.00
Shawky , Galal	Mathematical Works of Bahā al Dīn al-ᶜAmilī (Unavailable) .
Saidan , Ahmad	Marāsim al - Intisāb fī Maᶜālim al-Hisāb by Yaᶜish Ibn Ibrāhīm al- Umawī. US $ 10.00
Rashed & Djebbar	L'oeuvre Algebrique d'al - Khayyām (In Arabic & French) . US $ 15.00
Saidan , Ahmad	Al - Fusūl fi'l - Hissāb al-Hindi. US $ 15.00
Al- Souissi, Mohamad	Bughyat al - Tullāb fī Sharh Mounyat al - Hissab by Ibn Ghazi al- Miknāsī. US $ 15.00
Reviewed by chalhoub, Sami	Al-Kāfī fi'l Hisab by Abū Bakr al-Karagi. US $ 15.00
Rosenfeld & Youskevitch (Translated by chalhoub & Abdel Rahman)	Parallel Lines between the Ninth and the Fourteenth Centuries. US $ 15.00

66 2/3 miles or even the Syrian 75 miles per degree which seems to have been used by al-Idrīsī,[25] the difference as compared to 14°S in al - Khorezmi is dramatic and Suhrāb, whose texts (as indicated above) do not contain mile measurement which otherwise might allow a comparison with or verification of al-Battānī's figures. Al-Idrīsī, on the other hand, cites distances in cubits, miles and *farsakhs* (unit equalling 3 miles) but has no corresponding figures in degrees. Although citing Ptolemy for his description of the seas, he quotes no dimensions for the whole of the Indian Ocean (the length of the Red Sea is estimated by him at 1,400 miles) .[26]

While this limited evidence is inconclusive, it would be difficult to dismiss al-Battānī's figures altogether: the numbers, however round and therefore easily suspect, are carefully written in words and thus cannot be explained away by corruption of the digits. Although the dimensions as found tend to contradict al-Battānī himself as discussed in (9), it is important to admit that Greek-Arabic geography may have allowed for a more realistic conceptualization of the Indian Ocean, however imperfectly measured and visualized cartographically.

(11) To limit the discussion of Ptolemy's influence on Arab geographers to three early works may seem to constrict the pool of data unnecessarily. However, the sources we have chosen represent not only the most complete and faithful exposition of Ptolemy's information in Arabic, but also are among the most carefully edited and extensively examined pieces in all of medieval Arabic geographic writing. Not only the later Muslim authors but also those of medieval Europe, especially in the case of Al-Battānī,[27] drew on the tables and descriptions they had provided. Under the name *Kitāb rasm al - rubᶜ al - maʿmūr* (" Design of the Inhabited Quarter ") al-Khorezmi's *Kitāb ṣurat al-arḍ* (" Geography ", or " Image of the Earth ") is quoted in the 14th century by Abu 'l - Fidā' who also cites al-Khorezmi's coordinates anonymously.[28] However, by that time the toponyms known to the Arabs in East Africa are no longer those transcribed or translated from Ptolemy. The coordinates, when provided, are attached to new and different names; the continuity is broken. The cartographic tradition, although forever inclined to imitate old authorities, undergoes a dramatic transformation at the hands of al-Idrīsī and it is he who is imitated from then on by descriptive geographers. Although in the wider context of Islamic geography new translations of Ptolemy are made in the late 15th century, these are occasioned by the new Turkish access to Greek manuscripts and bypass the medieval Arabic tradition.

25. Al-Idrīsī, *Opus geographicum sive " Liber ad forum delectationem qui terras peragrare studeant "*, *fasc.* 1 (Naples - Rome, 1970), p. 8.
26. Ibid. , p. 10 .
27. Krachkovskii, pp. 100 – 101 .
28. Ibid. , p. 93

of an Africa distorted eastward did exist. In fact, the case would be more doubtful if the Arabic text did not base itself on a map: in the awkward phrasing of al-Khorezmi it is easy to loose track of the correct noun, and then one might read the above as a description of the sea, rather than the coast, reaching to 112° E. There are two considerations against this possibility. First, the reiteration of 14° latitude at both " ends " of the coastline suggests that *a line* was indeed drawn on the map being described between the cited meridians. Second, later works belonging to the al-Idrīsī school of geography-such as the authoritative Ibn Saʿīd al-Maghribī - return to the use of coordinates which, when superimposed on the African coast, seem to reconfirm Ptolemaic notions at a time when Arab navigation to East Africa flourished. True, Ibn Saʿīd who wrote in the latter part of the 13th century, no longer includes the Greek toponyms, but he willingly, recognizes his theoretical source in Ptolemy.

(9) The very different narrative of al-Battānī focusing on the seas and the equator, rather than continents or the coastline, also suggests a system where the Asian landmass north of the equator is symmetrically faced across the sea by another landmass south of the equator, and that this landmass is Africa :

...وذكروا ان خط الاستواء من الأرض يقطع من المشرق إلى المغرب فيما بين الهند والحبش ...[22]

" It is claimed that the equator crosses east to west the space between India and Ethiopia... "

Al - Battānī gives the Indian Ocean an elongated contour, citing a length west to east of 8,000 miles and a width of 2,700 miles.

(10) Nevertheless, al-Battānī also includes statements which imply a much greater southward extent of the Indian Ocean than either Ptolemy or other Greek-Arabic geographers indicate:

... وقدروا بحر الهند وقالوا ان ... يجاوز من جزيرة استواء الليل والنهار إلى ناحية الجنوب الفا وتسعمائة ميل ...[23]

" They have measured Baḥr al-Hind and stated that it. . . stretches beyond the island where night equals day (i. e., beyond the equator) in the direction of the south for one thousand and nine hundred miles. . . "

If measured in degrees at the so-called al-Ma'mun equivalent of $1^{\circ} = 56\ 2/3$ miles,[24] this would allow a southward depth of the ocean to the latitude approximating 34°. Even if other equivalents are used (Ptolemy's

22. Kubbel' and Matveev, p. 296 .
23. Ibid.
24. Krachkovskii, p. 84 .

ning with al-Istakhri's (early fourth / tenth century) were not of the Greek school. From al-Khorezmi, Greek-Arabic cartography takes a leap to al-Idrīsī (mid-twelfth century) whose most detailed maps show the African mainland extended east, with the Indian Ocean open to the Surrounding Ocean (*al-Muḥīt*) to the extent of its full " width " from north to south. If, therefore, the European historians of science were to look toward Arabic sources for confirmation of the " open-sea thesis ", it may be adequately substantiated with narrative and illustrative Islamic data, both Ptolemaic and originating elsewhere .

(8) The cartographic reconstruction of the East African coastline, attempted before,[19] is difficult and involves a great deal of guesswork. However, the eastward curve of the littoral may be guessed at from al-Khorezmi's narrative. To repeat, the text represents a description of a map bearing placenames and the markings for degrees and minutes of longitude and latitude.

... حد ... يمر إلى اسفل مدينة رافاطا عند طول سو ٥ والعرض ز ل خلف
الاستوى ويمر إلى طول سح ٥ والعرض يج ٥ وهذه العروض التي نذكرها
هي خلف خط الاستوى إلى ان تجوزه فنذكر ذلك يمر إلى طول عب ٥ والعرض
يد ٥ يمر إلى طول قيب ٥ والعرض يد ٥ ..[20]

The coastline . . . passes below the city of Rāfāṭā at 66° 00′ longitude and 7° 30′ latitude beyond the equator, reaching to the longitude of 68° 00′ and the latitude of 13° 00′. The latitudes we refer to are beyond (i. e. south of) the equator, and if (the coastline) recrosses (the equator) we shall point that out. (The coastline then proceeds) to the longitude of 72° 00′ and the latitude of 14° 00′ and reaches the longitude of 112° 00′ and latitude of 14° 00′ . . . "

Suhrāb's text is nearly identical, differing only in slight omissions and the variation in coordinates from 00′ to 05′ as discussed above. Characteristically, nothing is described and no locations are listed for the longitudes between 72° and 112°. Thus the mainland's location so far east is implied rather than stated or substantiated.

It has been argued that Ptolemy did not make it his business to describe *unknown* places and therefore, whatever his ideas of continental contours, he was unlikely to create a visual representation of a southern *Terra Incognita*[21]. The Arabic versions seem to suggest that a Ptolemaic representation

19. By both Honigman and Mžik, 1916. See also Gabriel Ferrand, *Relations de voyages et textes géographiques arabes, persans et turks relatifs à l'Extrême- Orient du XIII - e au XVIII - e siècles*, vol. II (Paris, 1916), pp. 590 – 595.
20. Mžik, 1926, p. 75 .
21. Washburn, pp. 3 – 4 .

(6) There are no maps of East Africa by the three authors. The sole existing manuscript of Al-Khorezmi contains four maps of which only one refers to Africa (the Nile) ; there is no world map. The precise nature of the map which the texts of al - Khorezmi and Suhrāb seem to be describing has not been established, nor its exact provenance. The theoretical discussion of the seas, continents and measurements found in Ptolemy is missing in both. The close paraphrasing of al- Khorezmi by Suhrāb suggests a possibility that his book merely repeats al-Khorezmi's description of the lost map rather than describes another map similar or identical to the former.

As distinct from these two authors, al-Battānī does include a description of the earth and particularly the seas. Although also organized as *zij*, this work follows *Geography's* structure somewhat more faithfully, incorporating Ptolemy's system of listing the 94 inhabited areas in Bk. VIII which is missing in al-Khorezmi and Suhrāb. The text of the geographical introduction does not suggest that a related map ever existed but offers systematic comments on the location and size of the seas, division of the continents, and possibilities of navigation .

(7) In the history of European cartography a controversy arose over whether Ptolemy in fact mapped the east coast of Africa as reaching far to the east opposite Asia, as late medieval maps show, and whether he conceived of the Indian Ocean as an open or closed sea. The text and tables of *Geography* do not answer these questions. On the one hand, Ptolemy's description of Ethiopia limits the extent of Barbaria to the east by the Bay of Arabia, the Red Sea and the Barbaricus Sea (IV,7). On the other hand, the land mass of Ethiopia bounded by the Great Bay of the Outer Sea is also said to be " terminated. . . by the unknown land toward the west and the south " (IV , 8).

The controversy over the closed contour of the Indian Ocean does not apply to Arab geography since neither texts nor maps currently in existence, of whatever school of thought in Islamic scholarship, ever suggested that the waters of the Indian Ocean did not communicate with the mass of the ocean. Furthermore, the suggestion that printing and color confusion may have played a role in the proliferation of European maps of the " closed - sea " pattern[17] has no bearing on Arab cartography, as the Arab medieval tradition preceded the revival of Ptolemy in Europe; the earliest extant world maps, which are first to show the Indian Ocean, or *Baḥr al-Hind*[18] begin-

17. Wilcomb E. Washburn, " A proposed explanation of the Closed Indian Ocean on some Ptolemaic Maps of the Twelfth - Fifteenth Centuries, " *Revista da Universidade de Coimbra*, vol. XXXIII, (1985), esp. pp. 435 – 437 .

18. *Encyclopaedia of Islam* (2nd ed.), s.v. " Baḥr al- Hind, " by D. M. Dunlop and " Djughrafiya", by S. Maqbul Ahmad.

17° 05′ يه in Suhrāb's table.[16] Since Suhrāb's text mentions the integer 17° يز with no reference to minutes, it may be suggested that here, again, no intended correction of data took place but rather that a mistake occurred in the process of transmitting astronomical data through alphabetic notation. The special culprit here is the " cipher, " easily confused in its medieval full-round form with the letter *ha* ه (= 5) in its unattached or final scripted form. There are no locations listed with the latitude or longitude of 0°, so confusion between the " cipher " and whole - degree coordinates is much less likely to occur and in fact, has not been observed (the tens and hundreds up to and including one thousand all require a single character) .

The above also confirms that al - Battānī and Suhrāb were editing, copying or otherwise revising Ptolemaic data from the Arabic, rather than the Greek or Syriac, since the nature of digital corruption is tied so closely to the particular script used. There is no reason to challenge the accepted view that al-Khorezmi's *Ṣurat al- arḍ* served as the source to both the authors. Moreover, the mistakes in the minute component of the coordinates were unlikely to originate in the process of translation from the Greek since Ptolemy's tables do not mark 00′ on the one hand, and on the other hand frequently use fraction designations inapplicable to the Arabic version : ½° for 30′, ¼° for 15′ and ½° + ¼° for 45′ .

(5) The sequencing of toponyms in the text and tables plays an important role in controlling the precision of transmission. The regional divisions of Africa adhered to by Ptolemy were known to his Arab editors but, as was indicated earlier, their texts seem to follow a map rather than a systematic narrative. Their tables also differ in content organization, both from Ptolemy and among each other. The most significant distinction is in the sequencing of the placenames in the tables by clime, the unit first used by Eratosthenes; it is not used by Ptolemy in the existing version of *Geography*. In this system, locations in the First Clime are generally listed beginning from the south, in the order of increasing longitude; the latitudes for the most part, but not consistently, increase as well. The lists pertaining to the Second Clime restart in the west and south and proceed toward east and north, and so on. Since al - Khorezmi's, the earliest Arabic , version offers a fully integrated and competent handling of the clime system in all three formats - texts, tables, and maps, and since the early European Ptolemaic maps retain it as well, it may be assumed that a version of Ptolemy's *Geography* incorporating the clime grid had existed prior to the ninth century and was available to early Arab scholars.

16. Mžik, 1926, p. 9; Kubbel' and Matveev , p. 302 .

with characters marked with diacritical dots underneath, and it seems legitimate to see in al-Khorezmi's published figure another instance of scribal corruption of the digit.

The discussion here is limited to the relevant group of toponyms but further examples of similar nature may be found among both Ptolemaic and non - Ptolemaic data, whether relating to Africa or elsewhere. The point is that what seems to be a mathematical discrepancy may in fact be no more than scribal error; even if the extant manuscript copies from which published editions were prepared are carefully written and appear legible with confidence,[15] the mistake may have occurred at an intermediate stage. This should be considered an important factor in the evaluation and interpretation of geographic and astronomic data, especially those derived from the same original source or, in E. S. Kennedy's words , " families of sources ". Most importantly, this is a factor operating indiscriminately in the records of latitude as well as longitude. Therefore our awareness of it should serve to temper the willingness to explain away mistakes in longitude by divorcing the numerical content from the system of notation .

(4) It will have been noticed above that the minute component of the coordinates is subject to variation and corruption no less frequently than the degree numbers. There is, however, one pattern of variation which occurs in the minute component at the rate suggesting a special vulnerability. Three types of numbers of involved: no minutes (i. e. , 00') , tens of minutes and fractions ending in 5. Again, this discussion needs to be divorced from the modern Arabic - numeral notation and focused on sexagecimal Arabic characters. The " no minutes " notation, absent in Ptolemy, uses the Indian zero while the tens are all transcribed with a single character; therefore the mistake, if such is the cause of variation, might involve graphic confusion between the " cipher " and six numerical characters sufficient for expressing the above group of fractions.

For the most part these are easily distinguishable even in handwriting. Reviewing our selected examples, however, it will be noticed that the variation even within this limited pool of numbers is not between the " no minutes " and " tens of minutes " components but rather from " no minutes " to " n + 5 minutes " and from " tens of minutes " to " n + 5 minutes " (or vice versa) . Compare 20' / 45' ك / مه for Qanānā, 00' / 05' o / ه for Rāfātā among the Ptolemy derived data and 00' / 15' / 30' o / يه / ل for Dunqula from the non - Ptolemaic. The apparently Greek-derived Ptolemaic city of Tiyas (?) on the Red Sea has a latitude varying from 17° يز in al - Khorezmi to

15. This writer was unable to inspect manuscript versions of the texts under discussion here.

it becomes possible to treat the disagreement between al-Khorezmi's and al-Battānī's longitude for al-Ṭīb / Aromata as a graphic mistake confusing the sources that were originally coherent with each other and with Ptolemy.

(3) Once the intrusion of the " prime meridian factor " into Greek-Arabic coordinates is eliminated, or at least suspended for sources under discussion, it becomes possible to view in the same light the disparate degrees of latitude cited for identical locations.

To offer an example of the origination of digit confusion, the letters *jīm* ج and *ḥa* ح have the same body and are distinguished only by the presence or absence of a dot : in the sexagecimal system confusing the two means variation from 3 to 8 . Occasions have been recorded when *jīm* was scripted without a dot and moreover, with its tail left off to prevent its confusion with *ḥa*.[14] This, however, could open further possibilities of confusing the truncated, dotless *jīm* with other characters - and apparently did.

An instance of inconsistent latitude citations concerns Qanānā : al-Khorezmi gives 2° 45′ , Suhrāb's table 3° 45′ and Suhrāb's text 2° 20′ (Ptolemy's Opone is at 4° 15′) . It may be observed that the first and second measurements differ by the magnitude of 1° , the first and third differ in minutes, and the second and third in both the degree and minute components. Both the letters *ba* ب for 2 and *jīm* for 3 are normally scripted with a diacritical dot underneath, and may be corrupted or confused if carelessly written. It is more difficult to explain in graphic terms the transformation of 45′ into 20′ (*mīm – ha* / *kāf* ك / مه) but it may be observed that, although separately , both the degree and minute components of all - Khorezmi's figure reappear in Suhrāb. Therefore the difference among the coordinates as cited may not be regarded as an intended correction but rather a corruption.

Support for this conclusion may be found again if we cast the net wider among non - Ptolemaic toponyms related to Eastern Africa . The capital of Nubia Dunqula has the following listings of latitude : 2° (*ba*) in al-Khorezmi, 14° 15′ (*yā - dāl yā - hā* يد يه) in al-Battānī, 14° 05′ (*ya - dāl hā* ه يد) in Surhrāb's text, 14° 30′ (*yā-dāl lām* يد ل) in Suhrāb's table. Since al - Khorezmi's and Suhrāb's coordinates for Aswān coincide completely (55° 30′ longitude, 22° 30′ latitude), the discrepancies again do not seem intended . The latitude of 2° N is inconsistent not only with the other authors' but also with al - Khorezmi's own data for other locations as well as the place of Dunqula in the sequence of listed toponyms (generally moving north from the equator). Both numbers are commonly transcribed

14. Rida A. K. Irani, " A Sexagecimal Multiplication Table in the Arabic Alphabetical System, " *Studies in the Islamic Exact Sciences* (Beirut, 1983), pp. 511 – 512 .

(2) It has long been observed that the greatest discrepancies among the Arabic coordinates, whether Ptolemaic in origin or not, occur in the longitudes. The discrepancies usually noted are of two kinds: one reflects the random variation in magnitude explained as mistakes occasioned by the difficulty of establishing the longitude in pre-modern times; the other originates in the differenc of 10° built into the practice of placing the prime meridian at the Canary Islands versus the western-most point of Africa. Mistakes also occur in latitude data but are usually less disparate.[11]

As Table 1 shows, in our case variations occur both in longitude and in latitude. Taking the longitude first, as the Arabs did after Ptolemy, it may appear that al-Battānī follows the prime meridian chosen by Ptolemy while al-Khorezmi's prime meridian differs from both by close to 10°; the latter manner is also seemingly adopted by Suhrāb. However, in a wider context it turns out that al-Khorezmi and al-Battānī do not diverge consistently. In fact, *Kush al - dākhila* (Ethiopia Interior) has the identical 50° longitude in both the sources. Another example from Eastern Africa (not found in Ptolemy) is *Dunqula* (Dongola), the capital of Nubia. While al - Khorezmi gives 53° longitude, al-Battānī cites 93°.[12] Similarly, for Āswān; also not in Ptolemy, the longitude is 55° 30' and 95°, respectively.[13] Clearly, a mistake of 40° by the author or even translator is doubtful. In surveying the sources it became apparent that in each case the discrepancy seemed significant due to positional mathematical value of the disparate decimal components; an explanation was then sought in the numerical rotation used in Arabic sources.

The Islamic system for marking the numbers originating in sexagecimal computation, such as the 360° of the circle, uses Arabic characters assigned numerical value in an antiquated order which made transcribing Greek alphanumeric data both easy and convenient. However, a carelessly scripted character could be misread and incorrectly copied by another scribe; considering the graphic specificity of Arabic characters, the resulting mistake in this system could range from 1 to 59. The important point to keep in mind is that such a mistake would have nothing to do with (mis) calculation or fundamental differences in method: its origin would lie in the confusion of handwritten character contours. Once such a possibility is accepted,

11. For a concise summary of variation patterns in astronomic coordinates see Mary H. Regier, "Kennedy's Geographical Tables of Medieval Islam : An Exploratory Statistical Analysis." *From Deferent to Equant : a Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E. S. Kennedy* (New York: New York Academy of Sciences, 1987), pp. 357 – 372.
12. Mžik, 1926, p. 4 ; Kubbel' and Matveev, p. 297.
13. Mžik, 1926, p. 108 ; Kubbel' and Matveev, p. 297.

The boundary of the Green Sea. . . passes under a city at 69° 30′ longitude and 6° 10′ latitude. Then it curves like a pot near (the place) below the city of al-Ṭīb and adjoins (the place) under the city of Qanānā at 72° 30′ longitude and 2° 20′ latitude. It passes under the city of Rāfāṭā at 66° 00′ longitude and 7° 30′ latitude beyond the equator . . ."

Although the seeming graphic approximation might excuse the inconsistency in the coordinates, the problem deserves further attention. To begin with, the coordinates contained in the quotation above, as well as the much longer text of nearly uniform nature from which it is excerpted, are very closely followed in Suhrāb's version. In fact, despite the distancing effect that time, editing a new version, and copying may have had on the original data, the narrative parts of al-Khorezmi's and Suhrāb's works are closer to each other than the text data of al-Khorezmi to his own tables. This kind of discrepancy has not been noted in the literature and, since it obviously does not originate in Ptolemy, requires an explanation which will take into account the nature of Arabic geographic works. It would be desirable to inquire as well into the transmission process, examining the transfer of data via different languages and numerical systems; unfortunately however, although we are fully aware that many Arabic - Greek texts were translated via Syriac or Hebrew, such intermediary versions are not extant.[9] The following comments therefore treat the data as if they were, indeed, a straightforward translation from Ptolemy; the coordinates are compared within the source, among the sources of the selected group, and between these sources and Ptolemy. The value of the coordinates, the manner and format of their presentation, and the implications of these for Greek - Arabic geographical theory and cartography as well as manuscript - derived numerical data are elaborated in the following discussion.

(1) Regarding the differences between the coordinates cited by Ptolemy and those allegedly derived from him found in Arabic sources, the prevailing explanation considers Arabic data improvements or corrections resulting from the newer independent observations and calculations made by Arab geographers and astronomers. This theory, however, does not hold for the above examples, since in the ninth century the Arabs did not have independently - obtained measurements for the old Greek toponyms in the region;[10] their post-Islamic acquaintance with the East African coast must have early revealed that names like Rhapta no longer existed there, and a new inventory of place-names began to be compiled, making Ptolemy's lists irrelevant.

9. At least two versions, in Syriac only, are hypothesized for Ptolemy. Krachkovskii, pp. 81, 86.
10. On the early degree measurements and updating Ptolemy see Krachkovskii, pp. 82 – 88. On early Arab contact with East Africa see, e. g., George Fadlo Hourani, *Arab Seafaring in the Indian Ocean in Ancient and Early Medieval Times* (Princeton . University Press, 1951).

Following Ptolemy, the Arab translators of *Georgraphy* list longitude first and latitude second. Al - Khorezmi's text seems to describe a map, with the sequence of coordinates following the topography of the coast: the general direction of the narrative is toward the east and south. The tables follow the clime division south to north and west to east. The system is repeated in Suhrāb's work cited above. Al-Battānī's reworking of Ptolemy, descended from a different translation, contains a condensed introduction and tables of selected locations listed by the region rather than according to precise coor - dinates, although the west to east sequence is roughly approximated. Only one of Ptolemy's East African toponyms is retained here.[7] The combined list of named locations with their coordinates from Ptolemy and the three Arabic sources is offered in Table 1.

TABLE 1

	Aromata / Ṭīb		Opone / Qanānā		Rhapta / Rāfāṭā	
Ptolemy	83°	6°N	81°	4°15'N	71°	7°S
al- Khorezmi/table	72°	4°30'N	72°30'	2°45'N	65°	8°S
al- Khorezmi/text	69°30'	6°10'N	72°30'	2°20'N	66°	7°30'S
al-Battānī	82°	4°30'N				
Suhrāb/table			73°30'	3°45'N		
Suhrāb/text	69°30'	6°10'N	72°30'	2°20'N	65°05'	7°30'S

Certain questions arise in regard to these figures. First of all, unlike Ptolemy, the Arabic data cited by the same author in tables and in the text may not always coincide. The examined texts do not contain discussion of itineraries or distance measurements in other units which might be compared against the degrees. The nature of the narrative, which describes what appears on the map rather than unequivocally citing location coordinates, allows for some discrepancy between the table listings and data extrapolated from the text. For instance, *Kitāb ṣurat al- ārḍ* offers slight variations in the coordinates of all three named East African locations, while the literal reading of the text does not claim mathematical precision :

... حد بحر الاخدر ... يمر بأسفل مدينة عند طول سط والعرض و ى ويمر
على صورة القوارة بقرب أسفل مدينة الطيب ويماس لاسفل مدينة قنانا عند
طول عب ل والعرض ب ك ... ويمر إلى أسفل مدينة رافاطا عند طول سه ه
والعرض ز ل خلف الاستوى ...[8]

7. Suhrāb's work was originally published in 1930 by Mžik, Al - Battānī's *zīj* by Nallino in 1904. Both are cited here in the edition by L. E. Kubbel' and V. V. Matveev, *Arabskie istochniki VII - X vekov* (Moscow- Leningrad, 1960), pp. 301, and 296 – 297 respectively .

8. Mžik, 1926, p. 75 .

least two other systems in the early centuries of Islam, becomes dominant in later sources even where no other Greek influence is noticeable. Sixth, if early on Ptolemy's impact is clearest in, and almost limited to, the works of mathematical geography, his major concepts concerning the continents and the surrounding sea, the seven climes, and the configuration of Africa penetrate the genre of descriptive geography, dictionaries and encyclopedias. Seventh, within the widely accepted cartographic and conceptual framework, the proportion of descriptive and coordinate data traceable directly to Ptolemy falls drastically from the very high in the ninth - tenth century works of the "Greek school" to very low already by about the middle of the eleventh.

* * *

The region of East Africa was known to the Greeks, as to the Arabs, only in its coastal part. Sailing from Aromata promontory one came to Azania, traveling with the south wind as far as Rhapta and Prasum. At 83° longitude and 6° latitude N, Aromata emporium lies only 2° west of Opone, firmly identified as Ras Hafun on the Horn of Africa; Rhapta, "metropolis of Barbaria", is placed by Ptolemy at 71° longitude and 7° latitude S. The farthest African location east and south is the island of Menuthias at 85° longitude and 12° 30′ latitude S.[5]

Of all these and other less significant and mostly unidentified locations in *Geography*, for which almost twenty sets of coordinates are provided, al-Khorezmi retains five, restructuring his table not to follow the outline of the coast as in Ptolemy but to begin with the southernmost part beyond the first clime. Thus, *Rāfāṭā* (Arabic for Rhapta) comes first, and al-*Ṭīb* (Ar. for Aromata) follows in the section on the first clime. Two out of five coastal cities are designated merely as *madīna ʿala 'l - baḥr* "town by the sea,"[6] with no transcription of the Greek toponym presumably listed in the original. Although coordinates are given, due to their significant and generally inconsistent disagreement with those of Ptolemy, no identification is possible on their basis. The fifth remaining toponym which it is possible to place on the eastern, rather than northern, coast of the Horn, is *Qanānā*. In the discussion below *Qanānā* is held to be identical with Opone.

5. Consult C. F. A. Nobbe, *Claudii Ptolemaei Geographia* (reprint Hildersheim, 1966), Bk. I, 9. 14. 17 and Bk. IV, 7 and 8. The English translation by E. L. Stevenson (New York, 1932) was used here. For identification attempts see Hans von Mžik. "Afrika nach der arabischen Bearbeitung der Γεωγραφικὴ ὑφήγησις des Claudius Ptolemaeus von Muhammad ibn Musa al Hwarizmi," *Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes*, No. 34 (1916) and Bernhard Struck, "Rhapta, Prasum, Menuthias," *Zeitschrift der Geschichte für Erdkunde zu Berlin*, 1921, No. 517, pp. 188 – 196.
6. See Hans von Mžik, *Das Kitab Surat al Ard des Abu Ga'far Muhammad ibn Musa al - Huwarizmi* (Leipzig, 1926), pp. 3 – 6.

lar attention especially in view of the still unresolved cartographic convention which extends the African mainland south of the equator all the way east to form the southern shore of the Indian Ocean. The fact that Arab geographers of the Islamic era followed this convention while drawing on Ptolemy has allowed to regard Arabic geographic sources as carrying on Ptolemy's tradition during the centuries when his work was lost to Europe. Thus, the maps credited to Ptolemy which reappear in the West in the 15th century seem to agree with, and be confirmed by, medieval Arabic texts and maps.

A few preliminary observations are in order regarding the extent of Ptolemaic influence on Arab authors in general and in regard to East Africa in particular. First, a brief comment on the coordinates of latitude and longitude. To the extent that Ptolemy is regarded as the earliest geographer to apply them systematically,[2] all Muslim geographers who employ such coordinates may be considered as having experienced, and accepted, his method to some degree. It may be worth nothing that such authors represent a numerical minority in the field of Islamic geography, however significant their output. Second, the use of the coordinates by some authors does not guarantee the acceptance of Ptolemy's figures or even of his method of computing the coordinates; this especially concerns the longitude. The nature of discrepancies and some of the reasons causing them are discussed below. Third, there are authors acknowledging their debt to Ptolemy who not only do not use the degree coordinates but transform his cartographic projection while filling the map and text with contemporary data. Fourth, no " pure " Ptolemy can be found in Arabic texts. Even the works regarded as translations of *Geography*, such as al-Khorezmī's *Kitāb ṣurat al-arḍ* and Suhrāb's *Kitāb ᶜadja'ib al-aqālim al- sabᶜa* do not contain a complete Arabic version of the Greek text or tables, as well as differ from the book structurally.[3] In addition, already in the ninth century al-Khorezmī is thought to have corrected and augmented Ptolemy's data with new information being then obtained through scholarly efforts sponsored by the early Abbasids. Fifth, the Greek latitudinal system of the division of habitable earth into seven zones (" climes ", Ar. *iqlīm*) is introduced into Arab geography with al-Khorezmī's reworking of Ptolemy[4] and, despite the parallel existence of at

2 – G. J. Toomer, "Ptolemy." *Dictionary of Scientific Biography*. vol. XI (New York : Charles Scribner's Sons, 1975). p. 198.

3 – See discussion in Ernst Honigmann, *Die sieben Klimata und die* πόλεις ἐπίσημοι (Heidelberg, 1929), esp. pp. 120–125, 133, 155. *Krachkovskii*. esp. pp. 79–82, 94 and C. A. Nallino, " Al-Huwarizmi e il suo rifacimento della geografia di Tolomeo. " *Raccolta di scritti editi e inediti*, vol. V (Rome, 1944), 458 – 532.

4. On *iqlīm* in Arab geography see *Encyclopaedia of Islam* (2 nd ed.) s. v. , by André Miquel, and *Honigmann*. Al-Khorezmi's manner of placing the *iqlīm* boundaries is unique : Krachkovskii, p. 95.

Ptolemy's East Africa in Early Medieval Arab Geography

M. A. TOLMACHEVA*

The well-recognized debt of Arab geography to Claudius Ptolemy made a profound impression on the development of Arabic geographic science which goes far beyond mere translations of his *Geography*. From as early as the ninth century and as late as the 15th century most Arabic authors writing in the genres of descriptive and mathematical geography echoed Ptolemy as a source for systematic description of the habitable earth. The major areas in which Ptolemaic influence made an impact on Islamic scholars include(1) geographic data: description of continents and seas, and the coordinates of settlements and of topographic features,(2) geographic theory, and(3) cartography. (Ptolemaic mathematics and astronomy are not discussed here).

This paper is a re-examination of the nature and extent of the Greek influence on Arab geography traditionally ascribed to Ptolemy, limited to those early medieval Arabic works which demonstrate a recognized familiarity with Ptolemy on all three levels. These include the writings of the famous early mathematician, astronomer and geographer Muhammad ibn Musa al-Khorezmī (d. c. 232 / 846 — 847) and his less well known editor Suhrāb (the first half of the tenth century A. D.) as well as the *Kitāb al-zīj al-Ṣabi'* by the great astronomer al-Battānī (d. 317 / 929) . Their data will be explored below with a view toward certain special considerations regarding the historical geography of East Africa. In addition, some questions of general methodology of interpreting data derived from manuscript Arabic sources will be considered.

Although the general extent of Arab geographical borrowing from Ptolemy has been well explored,[1] the case of East Africa deserves particu-

* Department of History, Washington State University, USA .

Paper presented at the interdisciplinary conference for medievalists *Imagining New Worlds : Factual and Figural Discovery During the Middle Ages* (Lehman College, The City University of NewYork , May 12 – 13 , 1989) . Research for this paper was supported in part by grants from the American Philosophical Society and the Washington State University Graduate School .

1 – See, for example, I. Iu. Krachkovskii, *Izbrannye sochineniia*, vol. 4 . *Arabskaia geograficheskaia literatura* (Moscow Leningrad, 1957), ch. III (consult also the Arabic translation by S. A. D. ʿUthman Hashim, Cairo, 1963) . J. H. Kramers, " La littérature géographique classique des musulmans, " in J. H. Kramers, *Analecta Orientalia*, vol. 1 (Leiden: Brill, 1954) , pp. 172 – 204 and *Encyclopaedia of Islam* (2 nd ed.) , s. v. " Kharita, " by S. Maqbul Ahmad.

at the observatories of Delhi and Jaipur, and travelled to distant lands at the command of the raja. They took part in just about every facet of Jai Singh's astronomical endeavor. Dayānata Khān was his most favored and honored *nujūmī*, and perhaps played an important role in his overall program. He remained associated with the raja for more than 20 years.

As the involvement of the Muslim astronomers slackened, the participation by the Europeans increased, indicating the raja's growing appreciation of the contemporary astronomy of Europe.

Acknowledgements

The author is thankful to Jagadish Chandar and Asha Sharma for their comments on the manuscript of the paper. The funds for the research were provided by UW Fox Cities Foundation and the UW Centers Summer Research grant, and are gratefully acknowledged.

APPENDIX

The Arabic and Persian books at the Sawai Man Singh II Museum, Jaipur

1. *Jamiᶜ-i Shāhī*, Persian, (astrology) No. 2 (AG).
2. *Zīj-i Sulṭānī* of Ulugh Beg with commentary by Mullāh Chānd, Persian, (acquired 1725), No. 6 (AG).
3. *Zīj-i Sulṭānī* of Ulugh Beg with commentary by ᶜAli al-Birjāndī, Persian, No. 5 (AG).
4. *Zīj-i Sulṭānī* of Ulugh Beg, Persian, (acquired 1727), No. 11 (AG).
5. *Zīj-i Khāqānī* of Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī, Persian, (acquired 1728), No. 9 (AG).
6. *Zīj-i Shāhjahānī* by Farīd al-Dīn Masᶜūd ibn Ibrāhīm al-Dihlawī, Persian, No. 12 (AG).
7. . . . . , second copy, (acquired 1725), No. 14 (AG).
8. *Al- Tafhīm li-awā'il ṣināᶜat al-tanjīm* by Abu'l-Rayḥān al-Birunī, Persian, (acquired 1725), No. 7 (AG).
9. *Almagest*, Arabic, (acquired 1725), two copies, Nos. 19 and 20 (AG).
10. *Kitāb al-Manāẓir* of Ibn al-Haytham as contained in *Tanqīḥ al-Manāẓir* by Kamāl al-Dīn al-Fārisī, Arabic, No. 17,1 (AG).
11. The Arabic treatise on the rainbow and lunar halo by Ibn al-Haytham, No. 17,2 (AG).
12. *Lawā'iḥ as qamar* by Ḥusayn ibn ᶜAlī al-Bayhaqī al-Kāshifī, Persian, (astrology, acquired 1725), No. 91 (AG).
13. *Al- Mulakhkhaṣ fi'l-hay'a* by Maḥmūd ibn ᶜUmar al-Jaghamīnī, with commentary by Qāḍīzāda al- Rūmī, Arabic, (acquired 1725), No. 18 (AG).
14. *Sharḥ Tadhkira* by Nizāmu'd- dīn al-Nīshāpurī, Arabic, (acquired 1725), No. 21 (AG).
15. . . . . . , second copy, No. 22 (AG).
16. *Sharh Shamshīya-Ḥisāb* of al-Birjandī with commentary, Nizāmu'd-dīn al-Nīshāpurī, Arabic, (acquired 1725), No. 10 (AG).
17. *Risālāh- hai'at al-Kursī* (?), Arabic, (acquired 1725), No. 90 (AG).

The *Gazeta de Lisboa* goes on to add that the delegation had come to resolve questions regarding the astronomical tables used in Portugal and in India, and to acquire knowledge about the old and the new instruments of astronomical observation. The delegation stayed on in Portugal for a few months and finally returned to India in 1730 with instruments, books and astronomical tables including the one by de la Hire published in 1702.

Observers to Distant Islands

Jai Singh believed that observations must be taken from different locations on the globe. According to Jagannātha Samrāṭ the king's command was: " In every country, in the east, the south, the west and the north, everywhere observations are to be made. "[45] Accordingly, Muḥammad Sharīf was sent by the raja to *Firanga* country.[46] After having stayed there, he went to the island of " Mahaila" and determined its latitude to be 4°;12′ South.[47] In this southern country, where the pole was seen to have an altitude, he observed the shapes of the constellations there, drew them on paper and brought back the depictions. He also observed the longitude, latitude and noon colatitude of the places of his visit.[48]

In *Dastura Kaumvara*, there is no mention of any " Sharīf " receiving a gift from the raja. However, there are several entries of gifts given away as cash and in kind to one " Sheikh Muḥammad Shafī." It is possible that Shafī and Sharīf are one and the same person. The scribes of medieval India were not always careful with names. Different scribes entered the same name differently depending on how it sounded to them. Besides, the possibility of error in copying from one record to the another always exists. If this is the case, then Sheikh Muḥammad Shafī (Sharīf) left on his overseas journey shortly after 1729.

Conclusion

Jai Singh's interest in Islamic astronomy, and the participation of the Muslim astronomers in his program began sometime in the mid 1710s or even earlier. It reached a peak around 1725, and then tapered off until the death of the raja in 1743. The astronomers searched out astronomical bkoos, constructed instruments, helped with the translations, collected data

45. *Samrāṭ Siddhānta* of Jagannātha Samrāṭ, p. 1165, printed, Delhi, 1967.

46. The word *Firanga* does not necessarily mean " Europe. " In the present context, it should be interpreted as " the land overseas under the control of Europeans. "

47. The latitude measurements indicate some island in the Seychelles archipelago in the Indian ocean. Pingree in reference 2 has tried to identify Mahaila with the island of Mahe. However, the island was named much later, sometime in 1742 – 43 by a French explorer after the Christian name of the Fench governor of Mauritius at the time.

48. Ref. 45 .

ignore his " chief assistant " and the "author" of an important work such as the *Zij-i Muḥammad Shāhī*. The only reference that this author has been able to trace about Khairu'llāh, in the contemporary literature, is one by Brindāban. Writing about him and Jai Singh, in his *Safīnā-i Khushago*, Brindāban remarks that Jai Singh spent two million rupees in the course of 20 years on his astronomical pursuits, and that this was done with the advice of Khairu'llāh.[38] The statement of Brindāban has been, perhaps, too liberally interpreted than it really deserves . The author believes that Khairu'llāh played some role in the beginning perhaps, by urging the raja to undertake the ambitious task of revising astronomical tables. He might also have acted as an occasional advisor to the raja. It is doubtful, however, that he was ever involved in the program of Jai Singh to the same extent as Dayānata Khān was.

Delegation to Europe

In 1727 Jai Singh dispatched a scientific delegation to Europe.[39] In the preface to the *Zij-i Muḥammad Shāhī* he says:

> "After seven years had been spent in this effort (observing the stars), information was received that observatories had been built in Europe, . . . , and that the business of observatory was still being carried on there. "[40]

The delegation, first of its kind from the East, left Amber in 1727, paid a courtsey visit to the Portuguese Viceroy at Goa, delivered presents to him, and then finally reached Portugal in January of 1729.[41] The delegation was led by Father Figuerado, the rector of the college of Agra. The *Gazeta De Lisboa Occidental*, in its issue of March 10, reports:

> " Around the end of the month His Majesty gave private audience to Father Manuel de Figuerrado of the Society of Jesus. . . , (he) turned over to the king the letters and the gift from the king of Amber, Sawai Jai Singh . . . He also brought along with him Pedro Ji, a Catholic and a Mogol by birth; Sheikh Ji, a Mohammeden. "[42]

The full name of the "Sheikh Ji," mentioned above, it appears, was Sheikh Asadu'llāh Nujūmī.[43] According to *Dastura Kaumvara*, the Sheikh was given a variety of gifts in 1726, a few months before the delegation left for Europe.[44]

38. Brindāban, ref. 25 .
39. Sharma, ref . 3.
40. Ref. 1.
41. *Gazeta de Lisboa Occidental*, p. 24, Jan. 20, 1729 .
42. Ibid. , p. 80, March 10, 1729 .
43. Ref. 9.
44. Ibid.

not have sought assistance of anybody else. The Muslim astronomers must have also contributed to the preparation of the Devanagari version of the *Zīj-i Muḥammad Shāhi.*[30,31]

Judging by the gifts in the *Dastura Kaumvara*, it appears that the involvement of the Muslim astronomers in Jai Singh's program, began sometime in mid 1710's, reached a peak a decade later and then tapered off sometime before his death in 1743.[32]

It is interesting to note that as the number of gifts to the Muslim *nujūmis* decreased, the gifts to the Europeans- *firangis* - increased, reaching a similar peak in 1735.[33] The Europeans began to participate more actively in the program of the raja after 1727, and they performed essentially the same tasks as the Muslims did except that they were not involved in data-taking at the observatories.[34] The replacement of the Muslim astronomers by Europeans indicates the raja's growing appreciation of the contemporary astronomy of Europe.[35]

Abu'l Khair alias Khairu'llāh

Khairu'llāh has been called the chief assistant of the raja,[36] and the author of the *Zīj-i Muḥammad Shāhī.*[37] However, doubts are cast on the claims made on behalf of Khairu'llāh, when one does not find any gifts or honors given to him in *Dastura Kaumvara*. It is inconceivable that the raja, generous as he was in bestowing honors on his scholars, would totally

30. There was at least one copy of the *Zīj-i Muḥammad Shāhī* prepared in Devanagari. The copy is listed in the inventory of the raja's personal library, taken in 1743, the year of his death Refer Tozi bundles, Pothikhana, Jaipur Rajya, Rajasthan State Archives, Bikaner.
31. The other Sanskrit translations acquired by Jai Singh are:
    1 – *Zīj - i Nityānandī Shāhjahānī*, probably based on the *Zīj-i Shāhjahānī* of Ibrāhīm al-Dihlavi, (acquired 1727), No. 23 AG.
    2 – *Zīj-i Ulughbeg*, (tables only), (acquired in 1729 from Surat), No. 45 AG.
32. There are no gifts listed in the DK for the years 1732– 1734, 1736 – 37, and 1739 – 1743, Ref. 4.
33. Ref. 4, DK, Vol. 18 and 20. See under *kaum Musalamān* and *kaum Firangī*. Also see Tozi Bundles of *Daftar Nuskha Punya*, Rajasthan State Archives, Bikaner.
34. Sharma, Ref. 3.
35. Andrew Strobl, a Bavarian Jesuit, who was one of the European astronomers employed by Jai Singh, substantiates this. In a letter written to Europe, he comments that the raja wanted Europeans for each and every one of his observatories. See Stocklein J. , *Neuve Weltbott*, No. 644, p. 15, Augsburg and Gratz, 1728.
36. For instance see Khan Ghori S. A., " The Impact of Modern European Astronomy on Raja Jai Singh, " *Indian J. Hist. Sci.* , p. 53 , vol. 15, 1980 .
37. Storey C. A. , *Persian Literature*, vol. 2, part 1, p. 95, London, 1958. Also see Nadavi, Sayyid Sulaiman, " Muslim Observatories, " *Islamic Culture*, Vol. 20 , p. 281. 1946. Khairu'llāh appears to have written a commentary on *Zīj - i Muḥammad Shāhī*. Refer Rahman A. et al, *Science and Technology in Medieval India- A Bibliography of Source Materials in Sanskrit, Arabic and Persian*, p. 285, New Delhi, 1982 .

copied from the existing texts. Asadu'llāh provided a copy of *Jāmiᶜ-i Shāhi*, a work on astrology.[21] Mullāh Imāmu'ddīn Nujūmī was responsible for preparing a copy of *Zij-i Sulṭānī* of Ulugh Beg, and according to *Dastura Kaumvara*, was awarded a sum of Rs. 100 in 1725.[22] And then again in 1726, he received a sum of Rs. 200, presumably for his labors on the manuscript.[23] The manuscript was admitted to the library in 1727.[24] Imāmu'ddīn, according to Brindāban, was a highly respected scholar of mathematics. He resided in Delhi and died in 1733.[25]

Translations into Sanskrit

Although Jai Singh solicited assistance from astronomers of all faiths, Hindus remained the mainstay of his program, and they carried out their work in Sanskrit. Primarily, for the benefit of these scholars, Jai Singh had a number of works translated into Sanskrit. Nayan sukhopādhyāya translated *Tadhkira* of Naṣīr al-Dīn al-Ṭusī with al- Bīrjandī's sharḥ. The translation was done with the assistance of Muḥammad Ābid, and was completed in 1729.[26] Nayanasukhopādhyāya translated three other books as well, namely: *Ūkargranthaḥ* based on some Arabic copy of *Spherics* of Theodosius; *Hayatagranthaḥ*, based on a Persian work *Hai'at*; and *Yantrarājrisālā bisa bāba* from Naṣīr al-dīn Ṭusī's *Risālā Bīsa bāba*.[27] A fourth book-*Sarvadeśīyajarkālīyantra* – may also have been translated by him.[28] These translations were apparently done with the assistance of astronomers such as Muḥammad Ābid. Jagannātha Samrāṭ, the religious *guru* of the raja, wrote *Samrāṭ Siddhānta* based on some Persian or Arabic copy of Ptolemy's *Almagest*. According to Dikshit the work was completed in 1731.[29] Jagannātha himself was reputed to be well versed in Persian and Arabic, and might

21. Ibid. Bahura, pp. 72 – 73 .
22. *Dastura Kaumvara*, vol. 18, p. 745.
23. Ibid.
24. Bahura, ref. 7, pp. 74 – 75 .
25. Brindāban, *Safīnā - i Khushgo*, ms., f. 123, Khuda Bakhsha Oriental Public Library, Patna. Recently, the book has been published from Patna.
26. *Tadhkira of Naṣir al- Dīn Ṭusī in commentary of Ali al - Birjandi* by Nayanasukhopādhāya, ms. No. 46 AG, Sawai Man Singh Museum, Jaipur.
27. Bahura Ref. 20 :
    1. Ūkaragranthaḥ, (copied 1729, acquired 1730), No. 44 AG;
    2. Hayata- granthaḥ, (acquired 1738), No. 24 AG.,
    3. Yantrarāja risālā bīsa bāba, No. 42 AG, and
    4. Jarkālīyantram, No. 5483. Khas Mohar collection.
28. Pingree, Ref. 2.
29. Dikshit, Bal Gangadhar, *History of Hindu Astronomy*, Hindi version, p. 399, Lucknow, 1975 The Jaipur catalog gives 1728 as the completion date of the *Samrāṭ Siddhānta*. However, the date given by Dikshit appears to be more appropriate, as it is supported by internal evidence from the book .

Ghulām Ḥusain and Kisandī Khān (?) were receiving daily wages in 1733 - 34 at Jaipur along with the other observatory employees when finishing touches were being given to the observatory there.[17]

Jai Singh's primary aim in erecting the observatories had been to prepare a set of astronomical tables, i. e., a *Zij*. It is very likely that some of the astronomers mentioned above were on the team that compiled the tables for his *Zij-i Muḥammad Shāhi*. However, the *Zij* does not mention any such astronomers or their contributions.

During the times of Jai Singh, or somewhat before him, there had been some excellent astrolabe makers in the country, and Jai Singh was a collector of fine astrolabes. His Persian astrolabes were presumably engraved or procured by his Muslim assistants. However, no names could be traced in the Rajasthan records that would definitely establish the makers of the astrolabes for the private collection of the raja.

Astronomical Texts

Jai Singh's early training had been solely under Hindu pundits just as of any other Rajput prince of the time, and he studied the Hindu school of astronomy first. However, he soon developed interest in the Persian-Arabic school of the subject, and began acquiring books and patronizing its scholars. In 1716 he received the first two Persian books for his library, *Turīya Jantra* and *Turīya Jantra Pīlkī*, from Sheikh Abdu'llāh.[18] It is noteworthy that the books were on instrumentation, indicating the raja's early interest in observational astronomy. Prior to 1716, according to inventory of his library of 1715, he had Sanskrit texts only.[19] Gradually, he acquired quite a few books in Persian and Arabic on both astronomy and astrology. Many of these books have survived, and may still be seen in the collection of the Sawai Man Singh II Museum of Jaipur.[20] A list of these books is given in the Appendix.

The books were either purchased directly from their owners, or were

17. Tozi Bundles Imarat Khana, V. S. 1791, Jaipur Rajya, Rajasthan State Archives, Bikaner.
18. File No. 424 / 1, Jaipur Rajya, Rajasthan State Archives, Bikaner. The records in the file do not give the Persian titles of the books. It was not uncommon for Jai Singh's librarians, however, to list a book by its content, particularly, if it was not in Sanskrit or Hindi. On the other hand it is also possible that the two books brought by Abdu'llāh were Persian renditions of some Sanskrit texts.
19. Ibid. The inventory accounts for a total of 32 books on astronomy in Sanskrit.
20. Bahura, G. N., *Catalogue of Manuscripts in the Maharaja of Jaipur Museum*, Jaipur, 1971. David King has given a brief description of the manuscripts in: " A Handlist of the Arabic and Persian Astronomical Manuscripts in the Maharaja Mansingh II Library in Jaipur," *J. Hist. Arabic Sci.*, 4 (1980), pp. 82 – 85. Also see Pingree ref. 2.

In this paper it will be assumed, however, that the gifts, awards, and honors which the *nujūmis* received, were primarily for their services related to astronomy.

Dayānata Khān and other Nujūmis

Jai Singh's most favored and decorated Muslim astronomer, according to *Dastura Kaumvara*, was Dayānata Khān[5]. He came in contact with the raja at an early date, i. e., before any of his observatories were completed, and remained associated with him for more than two decades. In 1718 he received his very first and a very generous gift of Rs. 300 from the raja. Then in 1724 he was honored again with a *siropā* and some other gifts. During a period of more than twenty years that he remained associated with the raja, Dayānata Khān was decorated at least six different times. The very last gift received by him, according to the records in *Dastura Kaumvara*, was in 1739.[6] It is reasonable to assume that Dayānata Khān played a major role in the program of the raja.

The *nujūmis* who received gifts and honors from the raja, and about whose contribution little is known, include Nizām Khān (1717),[7] Mirzā Abdu'r-raḥmān (1721),[8] Sheikh Asad ullāh (1718, 1720, 1726),[9] Sheikh Asatu'llāh (1719, 1720),[10] Muḥammad Ȧbid (1725),[11] Sheikh Aḥmad (1725),[12] Sayyid Muḥammad (1725 - 1726),[13] Sheikh Muḥammad Shafī (1725, 1729),[14] and Va'iz Muḥammad Mehdī (1731).[15]

Contribution of Muslim Astronomers

The Muslim astronomers constructed the early instruments of the raja, which according to the *Zīj-i Muḥammad Shāhī*, were based on the Islamic books.[16] It is reasonable to assume that the astronomers were also involved, to some extent, in erecting the masonary instruments of the observatories of Delhi and Jaipur. According to the *Imarat Khana* records,

5. DK, Vol. 19, p. 563.
6. Ibid.
7. Ibid. The parentheses indicate the year of the gift recorded in the DK.
8. DK, Vol. 18, p. 557.
9. DK, Vol. 18, p. 540.
10. DK, Vol. 18, p. 554. It is quite likely that Asatu'llāh and Asadu'llāh (ref. 9) are the same person. The scribes of Jaipur State were not always careful with their spellings.
11. DK, Vol. 18, pp. 590 – 591.
12. DK, Vol. 18, p. 502.
13. DK, Vol. 20, pp. 193 – 194.
14. DK, Vol. 20, p. 604.
15. DK, Vol. 20, p. 192.
16. Ref. 1.

Muslim Astronomers at Jai Singh's Court

VIRENDRA N. SHARMA*

Sawai Jai Singh (1688–1743), ruler of Amber, patronized astronomers of all faiths. Brahmin pundits, Muslim *nujūmīs* and Jesuit priests from Europe contributed to his program of rejuvenating astronomy in the country.[1] Although much is known about his Hindu and European assistants,[2,3] little has been written about his Muslim assistants. The object of this paper is to shed light on the Muslim scholars, and on the services they rendered to the cause of the raja.

Dastura Kaumvara

This paper is based primarily on the Rajasthan State Archives' *Dastura Kaumvara* books,[4] a 32 volume set, in which favors, honors, and gifts expended by the rulers of the Amber or Jaipur, over a period of several generations, are recorded. The *Dastura Kaumvara* records go back to the times of the emperor Akbar; however, they are more numerous for the Jai Singh period. In the records, the Muslim astronomers are listed under the category Muslim and identified by the title *nujūmī* (astronomers/astrologers). Jai Singh awarded his *nujūmīs* a variety of gifts, such as a *siropā* or ceremonial dress, a horse, or various amounts of cash ranging anywhere from Rs. 1 to Rs. 1000. The *Dastura Kaumvara* records sometime elaborate upon the reasons for a gift, whereas at other times they simply list the amount spent on the gift items.

* University of Wisconsin, Menasha, USA.

1. *Zīj-i Jadīd Muḥammad Shāhī*, Ms. London, B. L. Add. 14373: f. 1.
2. For Jai Singh's Hindu astronomers, see D. Pingree, " Indian and Islamic Astronomy at Jayasimha's Court, " to appear.
3. For his European assistants, see V. N. Sharma, " Jai Singh: His European Assistants and the Copernican Revolution, " *Indian. J. Hist. Sci.*, 17 (2), 333 – 344, 1982.
   . . . . . , " The Impact of the Eighteenth Century Jesuit Astronomers on the Astronomy of India and China, " *Indian J. Hist. Sci.*, 17 (2), 345 – 355, 1982.
   . . . . . , " Jesuit Astronomers in Eighteenth Century India, " *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 34 (1984), pp. 99 – 107.
4. *Dastura Kaumvara*, Rajasthan State Archives, Bikaner. Originally, the records had been kept on 5 " x 7 ", loose leaves of paper, known as the *arsattas*. The *arsattas*, during the later years of the 19th century, were copied into large size books of almost 1000 pages each, as we find them today. The books have a total of almost 100,000 entries, arranged alphabetically according to the category of the recipients. However, exceptions are numerous, and scattered throughout the volumes. For example: The Jesuits, such as Manuel Figuerado, are listed under the category " Musalamān " (Muslim), and not under *Firingī*, as one would expect. The *Dastura Kaumvara* will be referred as DK henceforth.

J. H. A. S. 1991 : Vol 9 : pp. 23 – 30 .

Schapurian, Reza : *Die deskriptive Bedeutung von Ibn - al-Haithams Optik " Kitāb - al - Manāẓir " für die Wahrnehmungslehre*, Diss. , Bonn 1960 .

Schnaase, L. : *Die Optik Alhazens*, Programm des königlichen Friedrichs - Gymnasiums zu Pr. Stargard, 1889 (réimprimé dans '*Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Danzig*', 7 1890).

Schramm, Matthias : *Ibn al- Haythams Weg zur Physik*, (Boethius - Texte und Abhandlungen zur Geschichte der exakten Wissenschaften, vol. I) Wiesbaden 1963.

- "Ibn al-Haytham's Stellung in der Geschichte der Wissenschaften", *Fikrun wa fann*, 6(1965),1-22.

Sesiano, J : " Un mémoire d'Ibn al-Haytham sur un problème arithmétique solide ", *Centaurus*, 20 (1976), 189 - 195 .

Steinschneider, Moritz : " Aven Nathan e le teorie sulla origine della luce lunare e delle stelle, presso gli ebrei del medio evo", *Bullett. di bibliogr. e di storia della sc. matem. e fis* . I (1868) , 33 - 40 .

- " Notice sur un ouvrage astronomique inédit d'Ibn Haitham " , *Bullettino di bibliografia e di storia delle sc. mat. e fis.* , XIV (1881), 722 - 740 .

-"Supplément à la notice sur un ouvrage astronomique inédit d'Ibn Haitham". *Bullettino di bibliografia e di storia delle sc. mat. e fis.* , XVI (1883), 505 - 513 .

Wiedemann, Eilhard : "Zur Geschichte der Brennspiegel ", *Sitzungs-ber. der Phys. -Med. Sozietät*, Heft 23 (1891), 5 - 21 = AAWG, vol. 2, Appendice, 738 - 755) .

- " Eine Zeichnung des Auges bei dem Bearbeiter der Optik von Ibn al-Haiṭam, Kamāl al-Dīn al-Fārisī und Merkverse über den Bau des Auges", *Zentralblatt für prakt. Heilkunde*, 34 (1910), 210 - 214 .

- " Zu Ibn al- Haiṭams Optik ", *Archiv für die Gesch. der Naturwiss. und der Technik*, 53 (1910), 1 - 53 .

Winter, H. J. J. : " The Optical Researches of Ibn al- Haytham", *Centaurus*, 3 (1954), 190 - 210 .

Jourdain, A. L. : *Alhazen*, *Biographie universelle ancienne et moderne*, vol. 1, Paris 1811 .

Lindberg, David C. : " Alhazen's Theory of Vision and its Reception in the West ", *Isis* , 58 (1967) , 321 – 341 .

Lohne, J. A. : " Alhazens Spiegelproblem ", *Nordisk Matematisk Tidskrift*. 18 (1970), 5 – 35 .

Muṣṭafā Musharrafa, ʿAlī : " Ibn al-Haytham ka - ʿĀlim Riyāḍī ", *Proceedings of the Mathem. and Physical Soc. of Egypt*, 1 (1939), 35 – 38 .

Naẓīf, Muṣṭafā : *Al - Ḥasan ibn al - Haytham*, *Buḥūthuhu wa kushūfuhu al - baṣariyya* (Publications de l'Université Egyptienne, Faculté Polytechnique, 3) , 2 volumes, Le Caire 1942 – 1943 .

– " Ibn al - Haytham ka - ʿĀlim Ṭabīʿī " , *Proceedings of the Mathem. and Physical Soc. of Egypt*, 1 (1939), 22 – 30 .

Nebbia, Giorgio : " Ibn al-Haytham nel millesimo anniversario della nascita " , *Physis. rivista di storia della scienza*, 9 (1967), 165 – 214 .

Narducci, Enrico : " Nota intorno a una traduzione italiana fatta nel secolo decimoquarto del trattato d'ottica d'Alhazen " , *Bullet-tino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche* (1871), 1 – 40 .

Pines, S. : " Ibn al - Haytham's critique of Ptolemy ", *Actes du Xe Congrès Intern. d'Histoire des Sciences*, vol. I, Paris 1964, 547 – 550 .

Rashed, Roshdie : " Le modèle de la sphère transparente et l'explication de l'arc- en- ciel : Ibn al - Haytham, al- Fārisī " , *Revue d'histoire des sciences*, 23 (1970), 109 – 140

– Optique géométrique et doctrine optique chez Ibn Al-Haytham " , *Archive for History of Exact Sciences*, 6 (1970) , 271 – 298.

– " La construction de l'heptagone régulier par Ibn al-Haytham ", *Journal for the Hist. of Arabic Science*, 3 (1979) , 309 – 387 .

– " Ibn al - Haytham et le théorème de Wilson ", *Archive for the Hist. of Experim. Science*, 22 (1980), 305 – 321 .

" Ibn al - Haytham et la mesure du paraboloïde ", *Journal for the Hist. of Arabic Science*, 5 (1981), 191 – 262 .

Sabra, A. I. : " Explanation of Optical Reflexion and Refraction : Ibn al - Haytham, Descartes, Newton ", in : *Actes du Xe Congrès Intern. d'Histoire des Sciences*, vol. 1, Paris 1964 , 551 – 554 .

– " The Astronomical Origin of Ibn al-Haytham's Concept of Experiment " , *Actes du XIIe Congrès Intern. d'Histoire des Sciences*, Paris 1968 , vol. 3 A , Paris 1971, 133 - 136 .

– " A Note on Codex Bibliotheca Medicea Laurenziana Or. 152 ", *Journal for the Hist. of Arabic Science*, 1 (1977), 276 – 283 .

"Sensation and Inference in Alhazen's Theory of Visual Perception", P. Machamer, R. G. Turnbull (éd.) : *Studies in Perception*. Interrelations in the Hist. and Philos. of Sc. . Columbus, Ohio 1978, 160 – 185 .

– " Ibn al-Haytham's Lemmas for Solving 'Alhazen's Problem' " , *Archive for the History of Experim. Science*, 26 (1982), 299 – 324 .

Saleh Beshara, Omar : *Ibn al - Haytham's Optics* - a Study of the Origins of Experimental Science (Studies in Islamic Philosophy and Science), Minneapolis / Chicago 1977 .

Sarton, G. : " Query, no. 76 . The Tradition of the Optics of Ibn al - Haitham ", *Isis*. 29 (1938), 403 – 406 .

Terzioglu, Nazim : *Das achte Buch zu den ' Conica ' des Apollonius von Perge*. Rekonstruiert von Ibn al- Haysam, Istanbul 1974.

Wiedemann, Eilhard : " Ibn al-Haiṭam, ein arabischer Gelehrter " (traduction de l'autobiographie) *Festschrift für J. Rosental*, Leipzig 1906, 149 – 178.

– " Über die Lage der Milchstraße nach Ibn al-Haiṭam " , *Sirius*, 39 (1906), 113.

– " Über eine Schrift von Ibn al-Haiṭam ' über die Beschaffenheit der Schatten ' " *Sitzungsber. d. Physik. – Mediz. Soz.* , 39 (1907), 226 – 248 (= AAWG, Vol. 1, XIII, 377 – 395).

– " Anschauungen der Muslime über die Gestalt der Erde " (traduction partielle de Kitāb fī Hay'at al-ᶜĀlam) , *Archiv für Geschichte der Naturwiss. und der Technik*, 1 (1909) , 310 – 319.

– " Kleinere Arbeiten von Ibn al-Haiṭam", *Sitzungsber. der Phys.- Med. Soz.* , 41 (1909), 1 – 25 (= AAWG , vol. 1 , XVII , 519 – 544).

– " Ibn al Haiṭams Schrift über die sphärischen Hohlspiegel " . *Bibliotheca Mathematica*, 3. Folge, 10 (1910), 293 – 307.

– " Über die Brechung des Lichtes in Kugeln nach Ibn al-Haiṭam und Kamāl al-Dīn al-Fārisi, *Sitzungsber. der Phys. - Med. Soz.* , 42 (1910) , 15 – 58 (= AAWG , vol. 1 , XIX , 597 – 640).

– " Theorie des Regenbogens von Ibn al - Haiṭam " , *Sitzungsber . der Phys. - Med . Soz.* , 46 (1914), 39 – 56 (= AAWG , vol . 2, XXXVIII , 69 – 86).

–" Über die camera obscura bei Ibn al - Haiṭam ", *Sitzungsber. der Phys. - Med. Sozietät*, 46 (1914), 155 – 169 (= AAWG, vol. 2, XXXIX, 87 – 101).

– " Über eine besondere Art des Gesellschaftsrechnens nach Ibn al-Haiṭam ", *Sitzungsber. der Phys. - Med. Sozietät* 1926 / 27 , 191 – 196 (= AAWG , vol. 2, LXVIII , 616 – 621).

Livres, thèses, articles etc.

ᶜAbd al - Razzāq, Muṣṭafā : " al-Nāḥiya al - Falsafiyya li-Aᶜmāl Ibn al - Haytham " , *Proceedings of the Mathem. and Physical the Society of Egypt*, 1 , 3 (1939), 7 – 11.

Abel, Arman : " La sélonographie d'Ibn Al-Haitham (965 – 1039) dans ses rapports avec la science grecque ", *IIe Congrès National des Sciences*, Bruxelles 1935, 76 – 81.

Baker, M. : " Alhazen's Problem. It's Bibliography and an Extension of it ", *American Journal of Mathem.* , 4 (1881) , 327 – 331.

Bauer, Hans : *Die Psychologie Alhazens* (Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters, 10.5), Münster 1911.

Bode, P. . " Die Alhazensche Spiegelaufgabe in ihrer historischen Entwicklung nebst einer analytischen Lösung des verallgemei-nerten Problems ", *Jahresber. des Physik. Vereins zu Frankfurt. a. M.* , 1891 / 92 (1893) 63 – 107.

Duhem, Pierre : " Le Résumé d'Astronomie d'Ibn Al-Haitam". *Le Système du monde*. vol. II, Paris 1914, 119 – 129.

Federici – Vescovini, Graziella . " Contributo per la storia della fortuna di Alhazen in Italia : il volgarizzamento del ms. Vat. lat. 4595 e il 'commentario terzo' del Ghiberti", *Rinascimento*, 2e série, vol. V (1965), 17 – 49.

Hartner, W. : " The Mercury Horoscope of Marcantonio Michiel of Venice. A Study in the History of Renaissance Astrology and Astronomy " , *Vistas in Astronomy*, éd. par A. Beer, vol. 1 , Londres / New York 1955, 84 – 138.

Editions et traductions

Baarmann, J. : " Abhandlung über das Licht von Ibn al- Haitham ", *Zeitschrift der Deutschen Morgenl.ndischen Gesellschaft*, 36 (reprint 1968), Leipzig 1882, 195 – 237 .

Heiberg, J. L. / Wiedemann, E. : " Ibn al-Haitams Schrift über parabolische Hohlspiegel", *Bibliotheca Mathematica* , 3 e série, 10 (1910), 201 – 237 .

Hogendijk, J. P. . *Ibn al-Haytham's Completion of the Conics*, N. Y. / Berlin / Heidelberg / Tokyo 1985.

Ibn al-Haytham : *Majmūᶜ ar-Rasā'il* (Fī Aḍwā'al-Kawākib; Fi'l-Ḍaw': Fi'l Marāya 'l-Muḥriqa bi'l Qutu'; Fi'l Marāya 'l- Muḥriqa bi'l Dā'ira; Fi'l Makān; Fi Shakl Banī Mūsa; Fi'l Misāḥa Fi Ḍaw' al-Qamar; Fi Khawāṣṣ al- Muthallath min Jihat al-ᶜAmūd), Hayderabad 1938 / 39 .

– *Kitāb fī Ḥall Shukūk Kitāb Uqlīdis fi'l - Uṣūl wa Sharḥ Maᶜānīhi* / On the Resolution of Doubts in Euclid's Elements and Interpretation of Its Special Meanings (Publications of the Inst. for the Hist. of Arabic- Islamic Science, C, vol. 11), Frankfurt a. M. 1985 .

– *Prospettiva* (Une traduction ital . du De aspectibus par Guerruccio di Cione Federighi) . Bibl. Apost. , Vat. lat. 4595, fol. 1r- 177v (1341) .

Kohl, K. "Über den Aufbau der Welt nach Ibn al-Haitam" (traduction partielle de Kitāb fī Hay'at al-ᶜĀlam), *Sitzungsber. der Phys. - Med. Soziet t Erlangen*, 54/55 (1922 / 23) , 140 – 179 .

– " Über das Licht des Mondes. Eine Untersuchung von Ibn al-Haitham " , *Sitzungsber. der Phys. – Med. Sozietät* Erlangen 56/57 (1924 / 25), 305 – 398 .

Millás - Vallicrosa, J. M. : *De forma mundi* (Kitāb fi Hay'at al-ᶜAlam), Madrid 1942.

Rashed, Roshdie : " 'Le discours de la lumière' d'Ibn al Haytham ", trad. fr. critique, *Revue d'histoire des sciences* , 21 (1968), 197 – 224 .

Risner, Friedrich: *Opticae thesaurus Alhazeni Arabis libri septem...* , Bale 1572. (reprint Newyork 1972).

Sabra, A. I. : " Maqāla . . . fī Mā'iyya al-Athār al-ladhī fī Wajh al-Qamar " (Discours sur les traces qu'on voit sur la lune) , *Journal for the Hist. of Arabic Science*, 2 (1978), 7 – 18 .

– *Al - Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haytham, Kitāb al-Manāẓir* (Optique) , Livres 1 – III , avec glossaire arabe- latin et tables de concordance, Kuwait 1983 .

– *The Optics of Ibn Al - Haytham*, Livres I – III : sur la vision directe, trad. avec introd. et comm. (Studies of the Warburg Institute, 40), Londres 1989.

Schoy, C. : " Ibn al-Haitham. Abhandlung des Ḥasan ben al-Ḥusain ben al-Haitham über eine Methode, die Polhöhe mit größter Genauigkeit zu bestimmen ", *De Zee*, 10 (1920), 586 – 601.

– " Abhandlung des Hasan b. al-Hasan b. al-Haitam über die Bestimmung der Richtung der Qibla" *Zeitschrift der deutschen morgenländischen Gesellschaft*, 75 (1921), 242 – 253 .

– Über die Natur der Spuren, die man auf der Oberfläche des Mondes sieht, Hanovre 1925.

Sédillot, L. A. : " Traité des connues géométriques d'Ibn Alhaïtham " *Journal asiat.* , XIII (1834), 435 ff.

– *Collection de problèmes*, Paris 1836 .

Sude, B. H. : *Ibn al-Haytham's Commentary on the Premises of Euclid's Elements*, unpublished Ph. D. Thesis, Princeton 1974.

Suter, Heinrich: " Die Kreisquadratur des Ibn al-Haṭam " , *Zeitschrift für Mathematik und Physik, hist. – liter. Abt.* , 44 (1899), 33 – 47 .

– " Die Abhandlung über die Ausmessung des Paraboloides von el-Ḥasan b. el-Ḥasan el-Haiṭam" , *Bibliotheca Mathematica*, 2 (1912), 289 – 332 .

par les preuves que nous avons présentées (*dhakara*) dans ce traité que chaque cercle est l'équivalent d'un carré rectiligne. Il en résulte dès lors l' "erronéité" (*fasad*) de ceux qui soutiennent cette opinion illusoire (*ṭā'ifa*) et l'évidence (*wadh*)que chaque cercle est égal à un carré rectiligne. Et les opinion (*maᶜānin*) de la raison n'ont pas besoin d'être vérifiées (*ḥaqā'iq*) jusqu'à ce que l'homme les concrétise et les actualise (*ilā wujūd al-insān lahā wa ikhrājihā ila' l-fiᶜl*). Mais il suffit que la preuve aille jusqu'au seuil de la réalisation (*imkān*), et l'opinion (en question) sera justifiée - que l'homme les conduise à l'acte ou non. Et voilà qui est assez pour la vérification (*taḥqīq*) de cette opinion. Nous avons atteint notre but.

Fin du traité.[39]

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux

Federici- Vescovini, Graziella : *Studi sulla prospettiva medievale*, Turin 1965.

Grant, Edward (éd.) : *A Source Book in Medieval Science*, Harvard / Cambridge (Mass.) 1974.

Ibn Abī Uṣaibiᶜa : *ᶜUyūn al- Anbā' fī Tabaqāt al- Aṭibbā'*, 2 volumes, éd. par A. Müller, Le Caire / Königsberg 1882 – 1884 [trad. fr. par B. R. *Sanguinetti*, dans : *Journal asiatique*, V, 3, 230 ss.; 4, 178ss. (1854); 5, 401ss.; 6, 129ss. (1855); 8, 316 ss. (1856)]; il existe aussi une édition parue en 1958 à Alger.

Krause, M. : "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Gesch. d. Math., Astron. u. Physik*, B, Studien, 3 (1936), 437 – 532.

Lindberg, David C. : *Theories of Vision from al-Kindi to Kepler*, Chicago / Londres 1976.

Meyerhof, M. : " Die Optik der Araber. Ein Sammelbericht ", *Zeitschrift für ophtalmol. Optik mit Einschlub der Instrumentenkunde*, 8 (1920), 16 - 29; 42 – 54; 86 – 90.

Montucla, J. E. : *Histoire des mathématiques*, vol. 1, Paris 1758.

Ronchi, Vasco : *Storia della luce*, 2e éd., Bologne 1952.

Rosenthal, F. : " Die arabische Autobiographie ", *Studia Arabica*, I (= Analecta Orientalia, 14), 1937, 1 – 40.

Sabra, A. I., Ibn al-Haytham, Abū ᶜAlī al- Ḥasan ibn al- Ḥasan, *DSB* (= *Dictionary of Scientific Biography*), vol. VI, 180 – 210

Sédillot, L. A. : *Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux*, 2 volumes, Paris 1845 – 1849.

Steinschneider, Moritz : " Vite di matematici arabi. Tratte da un' opera inedita di Bernardino Baldi", *Bullettino di bibliogr. e di storia delle scienze mat. e fis.*, 5 (1872), 427 – 534.

Suter, Heinrich : *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke* (reprint New York 1972), Leipzig 1900.

Wiedemann, Eilhard : Aufsätze zur arabischen Wissenschafts-geschichte (articles tirés des *Sitzungsberichte der Phys. - Mediz. Soziet.*, Vol 34 – 60), 2 volumes. Hildesheim 1970. (= AAWG)

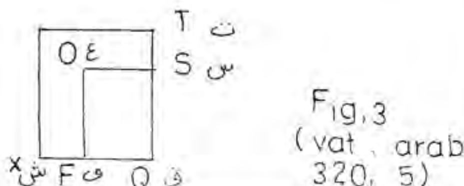
Woepcke, F. : *L'Algèbre d'Omar Alkhayyami*. Paris 1851

39. Suter publie encore un ajout qui figure dans les manuscrits de Berlin. Cet ajout montre que le problème de la quadrature du cercle a continué à préoccuper le monde arabe. Nous l'omettons toutefois puisqu'il n'est pas de la plume d'Ibn al- Haytham.

la ligne *DC* est donc une et ne change pas, parce que la ligne *AD* est une ligne dont la grandeur est connue et ne change pas. Qu'on relie *BC* et on obtient le triangle *BCD*. Le rapport du triangle *ABD* au triangle *BCD* est égal à celui entre la ligne *AD* et la ligne *DC*, et le rapport entre *AD* et *DC* est le même qu'entre le croissant *AEBH* et le cercle *HMEN*. Et le triangle *ABD* est au triangle *BDC* ce qu'est le croissant *AEBH* au cercle *HMEN* [*ABD* : *BDC* = *AEBH* : *HMEN*]. Et par inversion, le rapport du triangle *ABD* au croissant *AEBH* devient l'équivalent du rapport entre le triangle *BDC* et le cercle *HMEN* [*ABD*: *AEBH* = *BDC* : *HMEN*].

Quant au croissant *AEBH*, il a été prouvé qu'il est l'équivalent du triangle *AB*. Ainsi, le cercle *HMEN* est égal au triangle *BDC*, et chaque triangle est égal à un carré - comme a été démontré dans le deuxième livre des *Éléments*.

Et pour rendre un carré égal au triangle *BDC*, prenons un carré *SFQJ*[37] (fig. 3).



Le cercle *HMEN* est alors équivalent au carré *SFQJ* et le rapport entre les diamètres *AG* et *EH* est connu, parce que les grandeurs respectives de ces diamètres sont connues. Et pour que le rapport entre *AG* et *EH* soit égal à celui entre *XQ*[38] et *FQ*, il faut que le rapport de *AG* au carré à *EH* au carré soit égal au rapport entre *XQ* au carré et *FQ* au carré
[$AG^2 : EH^2 = XQ^2 : FQ^2$]. Traçons sur la ligne *XQ* un carré, soit le carré *XT*. Le rapport de *AG* au carré à *EH* au carré sera alors égal au rapport entre les carrés *XT* et *QO* [$AG^2 : EH^2 = XT : QO$]. Et *AG* au carré est à *EH* au carré ce qu'est le cercle *ABG* au cercle *HMEN* [$AG^2 : EH^2 = ABG : HMEN$]. Le rapport du carré *XT* au carré *QO* est égal au rapport du cercle *ABG* au cercle *HMEN*. Le carré *QO* est égal au cercle *HMEN* et le carré *XT* au cercle *ABG*. Dès lors, il est prouvé par cette démonstration que chaque cercle est égal à un carré rectiligne. Mais quant à savoir comment trouver ce carré, nous rédigerons à ce propos un traité particulier, puisque dans ce traité nous avons uniquement voulu démontrer que cette opinion (*maᶜnā*) est possible et que l'avis (*iᶜtiqād*) de ceux qui croient qu'il est injustifié (*lā yaṣiḥḥu*) qu'un cercle équivale à un carré est erroné. En fait, nous avons démontré

37. Comme *Suter* j'adopte *O* pour la lettre arabe *ᶜain*.

38. De même *X* pour la lettre arabe *shin*.

change ni de genre ni de grandeur, ni de forme ni de configuration (*hay'a*)[35] et si elle - même, la grandeur, est invariable, ne change ni de forme ni de grandeur, ni de genre ni de configuration (*hay'a*), et si donc et la grandeur et sa partie ont cettes propriétés (*ᶜala hadhihi as ṣifa*) il n'existe pour la grandeur et cette partie qu'un seul rapport qui ne change pas et n'adopte pas d'autre aspect. Si la grandeur du cercle *ABG* est connue (*maᶜlūm*)[36] , seront connus aussi son périmètre et son diamètre ainsi que son centre, le diamètre *AG* et l'arc *AB* qui équivaut à un quart du périmètre . Seront des connues la ligne *AB* (corde) et la ligne *BD* ainsi que le triangle *ABD* . J' entends par une connue ce que j'ai décrit pour le cercle *ABG* (*fī ṣifat addā'ira*) , qu'elle soit invariable et ne change pas, car la connue chez les mathématiciens est ce qui ne change pas. Et soit connu le demi- cercle *AEB* puisque la ligne *AB* qui est son périmètre est connu; des connues sont aussi l'arc *AEB*, parce qu'il ne change pas, et l'arc *AHB* en sorte que le croissant *AEBH* est connu- j'entends par là qu'il est invariable quant à ses propriétés (*thābit ᶜalā ṣifa wāḥida*) . Il ne change ni de genre ni de grandeur ni de forme - par genre j'entends qu'il est une surface plane. Et soit connue la ligne *KE* qui forme la moitié du diamètre connu, ainsi que la ligne *KH* puisque les deux points *K* et *H* sont connus. Il reste alors la connue *EH*, c'est-à-dire (étant une connue) elle ne change ni de grandeur ni de forme ni de configuration. La ligne *EH* est le diamètre du cercle *HMEN*, et le cercle *HMEN* est connu, ne change ni de grandeur ni de forme ni de configuration. Or, le cercle *HMEN* est une partie du croissant *ABEH* et tous deux ne changent pas d'état et appartiennent au même genre puisque l'un faitie part de l'autre. Ainsi, le croissant *AEBH* a au cercle un rapport invariable aux propriétés fixes (*nuṣba thābita ᶜalā ṣifa wāḥida*) qui ne change pas d'aspect. Et chaque rapport de n'importe quelle grandeur à sa partie est égal au rapport de chaque grandeur à une partie semblable à cette partie (appartenant à la première grandeur). Ainsi, le rapport du croissant *AEBH* au cercle *HMEN* est égal au rapport de la ligne *AD* avec une de ses parties, que nous connaissions la grandeur de cette partie ou non, (en fait) nous ne pouvons pas la découvrir et n'arrivons pas à la trouver. Soit *DC* cette partie, en sorte que le rapport de *AD* à *DC* est le même qu'entre le croissant *AEBH* et le cercle *HMEN*. Ainsi, le rapport de *AD* à *DC* est un rapport invariable qui ne change jamais. Et si ce rapport est tel,

35. K. *Kohl* traduisit l'ouvrage astronomique d'Ibn al -Haytham *Kitābfī Hay'at al - ᶜĀlim* par " Über den Aufbau der Welt " (" Sur la constitution du monde ") . " *Hay'a* " peut aussi désigner carrément l'astronomie. Naṣīraddīn at- Ṭūsī, pour ne citer qu'un exemple, a ainsi écrit un ouvrage intitulé *at-tadhkira fī ᶜIlm al- Hay'a* (" Mémoire d'astronomie "). Dans le contexte présent ' configuration ' nous semble être la traduction adéquate.

36. Ibn al-Haytham suit ici de près la terminologie et les définitions qu'il a adoptées dans son " Traité des connues géométriques " (cf. M. L. *Sédillot* : *Matériaux pour servir à l'histoire comparée. . .* , op. cit. , vol 1, 378 ss) .

Puisque ceci est prouvé, occupons- nous de nouveau du cercle, du croissant *AEBH* ainsi que du triangle *ABD*. Divisons la ligne *AB* en deux parties égales dans le point *K*, de sorte que *K* devienne le centre du cercle *AEB* (fig. 2). Relions *DK* et prolongeons cette ligne jusqu'à ce qu'elle coupe les arcs *AHB* et *AEB* dans les deux points *H* et *E*. *DKH* devient ainsi le diamètre (demi- diamètre) du cercle *ABG* et (*KHE*) le diamètre (demi-diamètre) du cercle *AEB* parce qu'elle passe par les centres des deux. Divisons la ligne *EH* en deux parties égales dans le point *L* et faisons de ce point en décrivant avec *HL* pour rayon (?) le centre d'un cercle pour obtenir le cercle *HMEN*. Et ce cercle touchera du dehors le cercle *ABG* et de dedans le cercle *AEB* parce qu'il rejoint chacun des deux cercles par les bouts de son diamètre, commun à toutes les trois figures. Ce cercle se trouve en entier à l'intérieur du croissant *AEBH*, il est donc une partie de ce croissant.

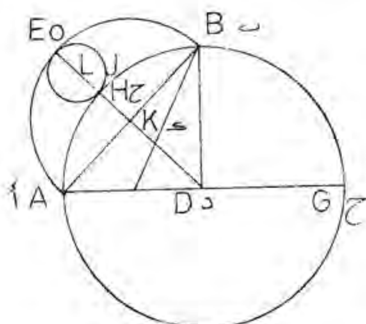
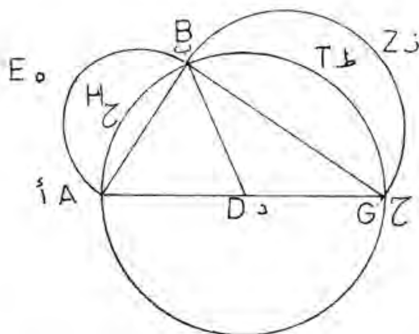


Fig 2
(vat. arab 320. 5)

Or, chaque grandeur a un rapport déterminé avec chaque grandeur qui lui est inhérente. Mais personne ne connaît ce rapport et n'arrive à le connaître parce que le rapport des grandeurs entre elles n'est pas conçu pour la connaissance des hommes ni pour qu'il leur soit possible de le découvrir ou connaître (*laisa hiya min ajli ʿilm an - nās bihā wa lā min ajli qudratihim ʿalā istikhrājiha wa maʿrifatihā*) . C'est que le rapport entre les grandeurs est quelque chose de propre aux grandeurs du même genre (*jins*). Si deux grandeurs appartiennent au même genre et chacune d'elles est limitée (*maḥṣur*), finie (*mutanāhi*) , invariable (*thābit*), fixe dans sa grandeur (*bāqi* ʿalā *miqdārihi*), ne change aucunement d'aspect (*wajh*), n'augmente ni ne diminue et reste dans son genre, le rapport de ces deux grandeurs reste le même, il ne mue pas et ne change pas d'aspect. Et pour chaque grandeur dont une partie appartient au même genre vaut que, si cette partie est limitée, finie, ne

périmètre le point *B*. Traçons alors les deux droites *BG* et *AB* et circonscrivons à ces droites les deux demi- cercles *AEB* et *BZG*.

Et je dis que les croissants *AEBH* et *BZGT* sont ensemble égaux au triangle *ABG* .



La preuve est que de deux cercles quelconques le rapport d'un cercle à l'autre est égal au rapport du carré d'un diamètre au carré de l'autre - comme il a été démontré dans le deuxième axiome du livre XII des *Éléments*. Ainsi, le cercle *BZG* est au cercle *BEA* ce qu'est *GB* au carré à *BA* au carré [$BZG : BEA = BG^2 : AB^2$] . Et par composition (*tarkib*) on obtient : $GB^2 + AB^2 : AB^2 = BZG + BEA : BEA$. Or, *GB* au carré et *AB* au carré sont égales à *AG* au carré ($GB^2 + AB^2 = AG^2$). Ainsi: $AG^2 + AB^2 = BZG + BEA : BEA$.

Et *AG* au carré est à *AB* au carré ce qu'est le cercle *ABG* au cercle *BEA* [$AG^2 : AB^2 = ABG : BEA$] . Et le rapport des cercles *BZG* et *BEA* au cercle *BEA* est égal au rapport du cercle *ABG* au cercle *BEA* [$BZG + BEA : BEA = ABG : BEA$] . Ainsi, le cercle *ABG* est égal aux cercles *BZG* et *BEA*. Dès lors, le demi- cercle *ABG* est égal aux demi- cercles *BEA* et *BZG*. Et si nous ôtons les segments *AHB* et *BTG* qui ont part (*mushtarikūn*) aux cercles *ABG* et aux deux cercles *AEB* et *BZG*, il reste le triangle *ABG* qui est l'équivalent des croissants *AEBH* et *BZGT* . Et c'est ce que nous avons voulu démontrer. Et si les arcs *AHB* et *BTG* sont égaux, les lignes *AB* et *BG* s'équivalent, de même les cercles *AEB* et *BZG*, et sont des équivalents leurs moitiés ainsi que les croissants *AEBH* et *BZGT* . Relions encore *B* et *D*, et les triangles *ABD* et *BDG* seront égaux. Or, nous avons démontré que les deux croissants sont équivalents et que les triangles *ABD* et *BDG* sont égaux. Et si chaque croissant est égal à chaque triangle , le croissant *AEBG* est égal au triangle *ABD*.

Au nom de Dieu le clément et miséricordieux qui réjouit les coeurs

Traité d'Ibn al-Haytham sur la *Quadrature du cercle* . Beaucoup de philosophes *(mutafalsifun)* sont convaincus qu'il est impossible que la surface du cercle soit équivalent à la surface d'un carré rectiligne[33] et ils repoussent cette opinion (*ma*ʿ*nā*) dans leurs disputes et controverses. On ne trouve ainsi chez aucun des anciens ni des récents une figure rectiligne qui corresponde à la surface d'un cercle jusqu'au terme de la précision. Or, Archimède qui en fait mention dans *la mesure du cercle* n'y utilisa qu'une partie de la surface.[34] Et c'est cet état de choses (*ma*ʿ*nā*) qui a entres autres renforcé les philosophes dans leur conviction. Puisque c'est ainsi qu'il en était , nous avons dirigé le regard de notre pensée (*naẓar al - fikr*) sur cette opinion et il nous parut possible et aucunement difficile (de la soutenir). Il y a un pendant à cela : il existe une figure lunaire limitée par deux segments circulaires qui est égale à un triangle et une autre qui forme ensemble avec un cercle un triangle. Nous avons évoqué plusieurs figures différentes de ce genre dans notre livre sur les figures lunaires. Après avoir médité sur les propriétés (*ṣifa*) des figures lunaires, il se corrobora en nous la conviction qu'une surface circulaire égale à un carré rectiligne appartient au domaine du possible (*annahu min al - mumkin*) , et nous avons approfondi la chose jusqu'à ce que la preuve fût manifeste que cette opinion est possible et qu'aucun doute n'existe quant à la possibilité (*imkān*) de la démontrer. C'est alors que nous avons rédigé ce traité.

Nous disons que pour chaque cercle dans lequel on trace un diamètre et marque dans un des demi- cercles un point au hasard (*kaifama ittafaqa*), trace à partir de ce point deux droites vers les deux bouts du diamètre et circonscrit par la suite à ces droites deux demi- cercles, (pour chaque cercle donc) vaut que les croissants limités par les périmètres des deux demi- cercles et l'arc du premier cercle sont ensemble équivalents au triangle limité dans le premier cercle. Nous avons démontré (*bayyanā*) cette opinion dans notre livre sur les figures lunaires, voulons toutefois reproduire la preuve (*burhān*) dans ce contexte.

Soit un cercle *ABG* (fig. 1) et un point *D comme* centre. Faisons passer par *D* une ligne *ADG* en sorte que *AG* soit le diamètre et marquons sur le

33. Ce pléonasme vient de ce qu'Ibn al-Haytham veut commencer par démontrer l'équivalence foncièrement possible entre une figure circulaire et une rectiligne.

34. *Suter* remarque ici à juste titre qu'Ibn al-Haytham fait probablement allusion à ce qu'Archimède opère avec le polygone de 96 côtés et n'atteint par là qu'une quadrature approximative (cf. op. cit. , p. 36) .

gination, elle, est douée d'un pouvoir cognitif[28] qui s'explique par la connexité étroite avec la raison dont il a déjà été fait mention. Non seulement ses images sont soumises aux lois optiques, mais elle est apte à distinguer les " catégories " visuelles et à les mettre en relation avec l'objet perçu[29]. D'autre part, l'imagination a une fonction de soutien. Dans le débat sur les rayons visuels, Ibn al-Haytham tranche ainsi que ces rayons ne sont que des lignes imaginaires servant à illustrer et à expliquer l'acte de la vision.[30] Ce sont justement ces deux plans de l'imagination qui fournissent les critères nécessaires pour le concept du possible d' Ibn al - Haytham : d'un côté la faculté distinctive qui discerne les aspects possibles d'une forme qu'elle soit une espèce ou une figure géométrique, de l'autre le caractère foncièrement médial de l'imagination qui permet de mettre en rapport lignes, angles et figures. L'imagination devient ainsi la pierre de touche du possible, c'est-à-dire de ce qui peut être mis en relation. Il reste, cependant, un aspect qui distingue l'opinion de la raison du jugement (*ra'y*) : celle- ci, du moins dans le contexte présent, n'a pas de fondement dans le monde sensible. L'imagination ne sert alors pas à vérifier le réel, mais se déploie dans la spéculation. D'ici à une méthodologie conjecturale telle qu'elle a été démontrée récemment pour Nicole Oresme[31] il ne reste plus qu'un pas à franchir.

La traduction a pour base l'édition critique de H. Suter.[32] Elle suit de près le texte arabe, avec toutes les répétitions et redondances apparentes, et ne prétend donc pas à un meilleur style qui d'ailleurs fausserait le caractère de l'original. Les termes techniques ainsi que les locutions qui ne peuvent être traduites littéralement sont mis entre parenthèses. (Les schémas sont tirés du manuscrit vat. arabus 320 rapporté en 1622 de Perse par Pietro della Valle .)

28. Cf. éd. *Risner*, II, 76, pp. 74 – 75 .
29. Cf. ibid. , II , 62 – 64 , pp . 66 – 68 .
30. Cf. ibid. , I, 23 , p. 14s .
31. Cf. Jeannine *Quillet* : " L'imagination selon Nicole Oresme ", *Archives de Philosophie* , 50 (1987) , 219 – 227 .– Pour l'importance de l'imagination dans la recherche scientifique chez un autre auteur du moyen âge cf. Edith D. *Sylla*, " Mathematical physics and imagination in the work of the Oxford Calculators : Roger Swineshead's *On Natural Motions*", *Mathematics and its applications to science and natural philosophy in the Middle Ages* , ed. par E. *Grant* et John E. *Murdoch*, Cambridge / London / New York . . . 1987 , 69 – 102 .
32. Pour son édition de la *Quadrature du cercle* d'Ibn al- Haytham, *Suter* a utilisé les mss. Mf. 258 et Mq. 559 de la Bibliothèque de Berlin ainsi que le vat. arabus 320 de la Bibliothèque Apostolique . – Pour d'autres manuscrits cf. G. *Nebbia*, op. cit. , 191 .

Tenons compte de ces instructions pour examiner si **l'opinion possible** dont il est question dans la *Quadrature du cercle* se réfère également à une réflexion de méthode. Pour l'approche du problème mathématique de la quadrature Ibn al-Haytham d'abord rappelle au lecteur un des ses ouvrages antérieurs qui porte sur les figures lunaires et dans lequel il a déjà évoqué des configurations géométriques où une figure circulaire est égale à une rectiligne.[25] Le procédé qui suit s'effectue en deux étapes. En voilà brièvement la description: A première vue, la démonstration ressemble à celle d'Archimède[26] dans la mesure où Ibn al-Haytham argumente au moyen de rapports et birapports qui se fondent sur de simples règles géométriques du type: le rapport d'un cercle quelconque à un autre est égal au rapport du carré de son diamètre au carré du diamètre de l'autre cercle.[27] Ibn al - Haytham omet cependant calculs et bissections d'angles. Dans une première étape, il démontre ainsi l'équivalence entre une figure circulaire et une triangulaire. Ensuite, se fondant sur un axiome du deuxième livre des *Éléments* d'Euclide selon lequel chaque triangle est égal à un carré, il entame la deuxième étape et illustre par une double analogie (si $a = b$ et $b = c$, alors $a = c$) qu'effectivement une équivalence entre cercle et carré est possible. Le traité conclut avec l'observation que

> " les opinions (*maᶜānin*) de la raison n'ont pas besoin d'être vérifiées (*ḥaqā'iq*) jusqu'à ce que l'homme les concrétise et les actualise " .

L'argumentation d' Ibn al-Haytham dans cette *Quadrature du cercle* est, en effet, plausible, les analogies s'enchaînent sans difficulté en sorte que le lecteur accepte de prime abord facilement la démonstration. Mais de là à dire qu'elle n'a pas besoin d'être menée à terme, cela rend quelque peu perplexe. En fait, il faut se demander à cet endroit ce qu'entend Ibn al-Haytham exactement par le terme " possible ". La **possibilité** de la quadrature du cercle résulte pour lui d'une opinion de la raison. Même en admettant que cette opinion opère tout comme le jugement (*ra'y*) avec des images intérieures, ou ce qui est plus approprié dans ce contexte avec des figures géométriques représentant des rapports déterminés, les critères de la vraisemblance ne sont pas encore clairs. Pour reconstruire le fond de la pensée d'Ibn al-Haytham, il faut, ici aussi, recourir à la *Grande Optique*. Il s'y trouve une distinction importante entre imagination et fantaisie. Contrairement à la fantaisie qui n'est qu'un réservoir d'images qui n'ont pas été vérifiées, l'ima-

25. Il doit s'agir soit du " Traité abrégé sur les figures lunaires " soit du " Traité circonstancié sur les figures lunaires " qui figurent aux numéros 20 et 21 dans la liste transmise par *Ibn Abī Uṣaibiᶜa*. Ni l'un ni l'autre n'a été publié. Il serait intéressant de savoir si Ibn al-Haytham va dans ses traités au-delà des considérations d'Hyppocrate.

26. Cf. *Archimède* : *La mesure du cercle*, texte établi et traduit par C. Mugler, Oeuvres, I, Paris 1970, 135 – 143 .

27. Cf. *Euclide* : *Éléments*. XII , 2. axiome .

Voilà pour l'épistémologie d'Ibn al-Haytham. Qu'en peut-on conclure pour sa *Quadrature du cercle* ? Ibn al-Haytham se propose d'abord de combattre la conviction des philosophes qui ne croient pas qu'il y ait une solution au problème de la quadrature du cercle. Il parle dans ce contexte de *ma^cnā*, d'opinion : la quadrature du cercle est à ces yeux une **opinion possible.** Le terme *ma^cnā* recouvre dans l'œuvre d'Ibn al - Haytham plusieurs sens.[21] Une des plus passionantes est certainement celle des *ma^cānin baṣariyya*, que la version latine de la *Grande Optique* traduit par " intentiones " . Pour souligner les traits les plus saillants du concept qui s'y rattache, il n'est pas sans intérêt de faire à cet endroit un rapprochement avec quelques données fondamentales de la philosophie aristotélicienne. On peut alors affirmer qu'au contraire des catégories du Stagirite qui reposent sur ce qui peut être dit, Ibn al-Haytham développe vingt-deux " catégories " à partir de ce qui peut être perçu visuellement tels que les couleurs, la grandeur, le site ou la disposition des parties d' un objet . La différence réside néanmoins dans ce qu'Ibn al-Haytham ne peut dégager , comme le propose Aristote, le fond véridique d'une opinion (*doxa*), communément admise, au moyen d' une dialectique de la langue , mais laisse décider les mathématiques de la vraisemblance. Et pour cause, si la connaissance d'un objet a pour base sa visibilité, les erreurs possibles sont, elles, relatives à la perception. Pour se préserver des illusions dûes à la vision, le jugement a besoin dès lors non d'une dialectique, mais d'une optique géométrique. Bien qu'on ne puisse indiquer un concept de base unique à toutes les significations de *ma^cnā*, il est assez manifeste que dans divers contextes Ibn al-Haytham recourt à ce terme à un niveau de réflexion systématique. Déjà en 1834 dans son article " Traité des connues géométriques d'Ibn Alhaïtham " M. L. Sédillot avait attiré l'attention sur la " géométrie spéculative " de celui-ci où l'opinion (*ma^cnā* ou *ẓann*) immuable, considérée une évidence inébranlable, joue un grand rôle.[22] Que **l'opinion** est un mot-clé dans la terminologie épistémologique d'Ibn al-Haytham ressort plus clairement encore dans un autre ouvrage. Son commentaire sur les *Éléments* d'Euclide commence ainsi par les mots :

> " Chaque opinion (*ma^cnā*) dont la vérité est obscure et dont les propriétés sont au début cachées ... est soumise au doute. Et pour celui qui est rebelle à la vérité et qui doute, le chemin (qui conduit) à ses opiniâtretés est large.. Et il ne sert à rien qu'il s'en prenne à lui - même, à **moins qu'il ne vérifie une opinion par la méthode (qiyās)[23] et le discernement (tamyīz) qu'il a élaborés lui-même et dont la vérification (*ṣaḥḥa*) prend forme dans sa raison (^caql) "[24] .**

21. Cf. M. *Schramm*, op. cit. , 206 , 211.
22. Cf. *Journal asiat.* , XIII (1834), 435 ff. Voir aussi ses *Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux* , 2 volumes , Paris 1845 – 1849 , vol. 1, 378ss.
23. '*Qiyās*' signifie aussi 'mesure' ou 'analogie' . Dans le contexte présent la traduction 'méthode nous semble être la plus appropriée.
24. *Kitāb fī Ḥall Shukūk Kitāb Uqlīdis fi'l- Uṣūl wa Sharḥ Ma^cānīhi* (Publications of the Inst. for the Hist. of Arabic- Islamic Science, C, Facsimile Editions, vol. 11) , Frankfurt a. M. 1985, 2 .

la *Grande Optique* (*Kitāb al-Manāẓir*) d'Ibn al-Haytham, ṣura est l' " espèce générale "[16] conçue d'après la perception visuelle répétée[17] d'un objet quelconque. Elle n'est donc ni dérivée d'un principe ni le résultat d'un processus d'abstraction.[18] Par ailleurs, dépendant d'un objet extérieur à la pensée l'espèce générale reste sujette à des modifications qui ont leur fondement dans les lois optiques. Le jugement a ainsi effectivement pour point de départ le domaine du sensible qui, en retour, trouve au moyen de l'optique géométrique un pendant constamment mis en cause et rectifié dans la raison. L'apport des mathématiques appliquées semble ainsi se réduire à la fonction d'un instrument de précision susceptible lui-même d'être continuellement rectifié.[19] Une analyse plus poussée du rapport complexe entre physique et mathématiques dépasserait de loin le cadre de cette introduction à la *Quadrature du cercle* d'Ibn al-Haytham. On peut néanmoins retenir deux aspects fondamentaux. 1° l'épistémologie d'Ibn al-Haytham a pour base la visualité du monde et la faculté de la raison (*ᶜaql*) de former à l'aide des lois optiques des images intérieures continuellement vérifiables et servant à rendre intelligibles les objets extérieurs. 2° la connexité entre la raison, la faculté de former des images (imagination) et de les tenir présentes (mémoire) - sans cette dernière une rectification serait impossible puisque la perception devrait toujours recommencer à zéro - est si étroite qu'il n'y a pratiquement pas de différence entre voir et comprendre : dans la *Grande Optique*, en effet, percevoir visuellement est comprendre immédiatement.[20] Si, de surcroît, le jugement (*ra'y*) dans lequel culmine et l'expérience visuelle et la reconstruction géométrique dans la raison a lui-aussi , considéré étymologiquement, une connotation visuelle, rien de moins surprenant : *ra'y* dérive, en effet, de la racine *ra'ā* " voir ".

16. Le terme est emprunté à G. *Federici- Vescovini* : " Contributo per la storia della fortuna di Alhazen in Italia : il volgarizzamento del ms. Vat. lat. 4595 e il ' commentario terzo ' del Ghiberti " *Rinascimento* , 2e série, vol. V (1965), 17 – 49 , 27 ; " espèce générale " donne une idée assez exacte de ce qu'entend Ibn al-Haytham par ṣura , pourvu qu'on tienne compte de ce qu'il s'agit d'une espèce conçue visuellement.

17. Ibn al-Haytham distingue entre une perception qui a lieu selon tous les rayons qui frappent l'œil (dans la version latine de l'édition *Risner*, *aspectus*) et une qui survient selon le seul rayon perpendiculaire et qui, par là, est perception plus distincte (intuitio) . Evidemment, c'est par la perception intuitive que se fait la vérification de l'espèce générale (cf. F. *Risner*, *Opticae thesaurus Alhazeni Arabis libri septem. . ,* Bâle 1572, II, 62 – 64, pp. 66 – 68).

18. Cf. G. *Federici- Vescovini*, op. cit, 26 ss.

19. D'autre part, au début de son discours sur la lumière Ibn al- Haytham déclare que seules physique et mathématiques prises ensembles peuvent réussir à expliquer ce qu'est la lumière, l'une sa nature (*mahiyya* ; *quidditas*) les autres sa modalité (*kaifiyya* ; *qualitas*). – Pour une traduction française de ce discours cf. R. *Rashed*, *Revue d'histoire des sciences*, 21 (1968), 197 – 224 .

20. Cf. op. cit. , éd. *Risner*, II, 65 , p. 68 .

le cas, les spéculations sur les phénomènes naturels, d'autre part être insérées dans un contexte physique et perdre par là leur caractère foncièrement hypothétique.[10] C'est ainsi qu'Ibn al-Haytham substitua au modèle ptolémique une conception plus appropriée à l'expérience du monde :

> " Les mouvements de cercles et le point fictif que Ptolémée avait considérés d'une manière entièrement abstraite, nous les placerons dans des sufraces sphériques ou planes qui seront animées des mêmes mouvements. Cela, en effet, constitue une représentation plus exacte et, en même temps, plus claire à l'intelligence ".[11]

Le concours mutuel envisagé par Ibn al-Haytham entre physique et mathématiques appliquées, resté aujourd'hui encore mutatis mutandis un idéal scientifique, n'est pas facile à saisir. De plus, les écrits sur la *méthode* d'Ibn al-Haytham qui auraient pu fournir quelques renseignements précieux quant à son approche et scientifique et épistémologique ont péri.[12] Pourvu qu'on élabore certains concepts de base, il est cependant possible de reconstruire à partir de quelques autres écrits, pour le moins schématiquement, le fond systématique de sa pensée. Son autobiographie fournit ainsi un indice fort intéressant, d'autant plus important si, comme Moritz Steinschneider le soutient dans son édition des " Vite di matematici arabi ", ce témoignage d'Ibn al-Haytham a fait partie d'un ouvrage où il aurait affirmé le primat des sciences sur la foi.[13] Ibn al-Haytham commence par y décrire l'anxiété et le désir de savoir qui l'habitaient jusqu'à ce qu'il reconnut qu'il ne pouvait

> " atteindre à la vérité que par des jugements (*arā'*) dont le fondement (*ʿunṣur*) est le domaine du sensible (*umūr ḥissiyya*) et la forme (*ṣūra*) le domaine de la raison (*umūr ʿaqliyya*)"[14].

On ne comprend la portée de cet aveu qu'en approfondissant le concept de forme. En fait, le terme arabe *ṣūra* signifie, tout comme le grec *eidos*, image - sans toutefois correspondre au concept aristotélicien de forme.[15] Dans

10. Pour plus de détails cf. l'excellent ouvrage de Matthias *Schramm*: *Ibn al- Haythams Weg zur Physik* (Boethius - Texte und Abhandlungen zur Geschichte der exakten Wissenschaften, vol. I), Wiesbaden 1963, 5 - 63.
11. P. *Duhem* : " Le Résumé d'Astronomie d'Ibn Al-Haitam ", *Le Système du monde*, vol. II, Paris 1914, 119 – 129, 122. – Cette critique à l'égard de Ptolémée n'a rien à voir avec " le réalisme des arabes " (cf. ibid., 117), mais résulte tout simplement d'une réflexion de méthode.
12. Cf. Matthias *Schramm*, op. cit., 12.
13. Cf. M. *Steinschneider* : " Vite di matematici arabi. Tratte da un opera inedita di Bernardino Baldi ", *Bullettino di bibliogr. e di storia delle sc. mat. e fis.*. 5 (1872), 427 – 534, 466.
14. *Ibn Abī Uṣaibiʿa*, op. cit., 93. – M. *Schramm* intervient pour sa traduction dans le texte et remplace ' *annanī*' par ' *annahu*' en sorte que ' *asilu*' devienne '*aṣl*' (cf. op. cit., 10) mais il n'y a aucune raison à cela. Cette partie de la phrase est tout à fait compréhensible telle qu'elle est.
15. Pour le débat autour des termes ' forma' et 'species' dans les traités d'optique de Robert *Grosseteste*, Roger *Bacon*, John *Pecham* et *Vitello* cf. V. *Ronchi*, *Storia della luce*, Bologna 1952 ainsi que D. C. Lindberg, " Alhazen's Theory of Vision and its Reception in the West ", *Isis*, 58 (1967), 321 – 341. Il faut se demander si la question soulevée dans ce débat n'est pas superflue du moment où le terme 'forma' est tout simplement dû à la traduction latine de la grande Optique et n'explique en soi rien à la conception spécifique d'Ibn al- Haytham.

de ce titre dont nous ayons connaissance depuis Archimède "[5] n'ait pas encore été analysé. En 1899, finalement, Heinrich Suter entreprit l'édition de cet écrit d'Ibn al-Haytham.[6] Mais depuis, ce traité est tombé dans l'oubli et c'est à peine s'il figure dans quelque bibliographie.[7] Une raison en est certainement que Suter, historien des mathématiques et orientaliste passionné, a été déçu de la solution avancée par Ibn al-Haytham. A son avis, cette *Quadrature du Cercle* est

> " une singulière mixture de vérités géométriques et d'arguments philosophiques, elle n'offre pas de démonstration complète. . . , mais donne uniquement une preuve mi-mathématique, mi-philosophique de la possibilité de la quadrature "[8] .

En fait, pour apprécier ce traité, il faut commencer par tenir compte du public auquel il s'adresse. Dans sa quadrature Ibn al-Haytham n'a pas les mathématiciens en vue. Bien au contraire, il oppose sa propre opinion à celles des philosophes ou plus exactement de ceux qui se sont adonnés à la philosophie, car il ne parle pas de *falasifa*, terme commun pour désigner les philosophes, mais de *mutafalsifun*. Ce sont ces derniers qu'il veut convaincre de la possibilité de la quadrature – quant à ceux qui attendent une démonstration mathématique, il promet à la fin de sa quadrature un autre traité qui n'a toutefois pas été transmis jusqu'à nous ou qui n'a peut-être jamais été rédigé. Mais en quoi peut consister une solution philosophique d'un problème mathématique? Nicolas de Cuse, pour citer un exemple célèbre, avait pris pour point de départ de sa quadrature du cercle le principe de la coïncidence des opposés et avait même songé à la possibilité de parfaire par là les mathématiques.[9] Il en est autrement d'Ibn al-Haytham: le pivot sur lequel reposent philosophie et mathématiques ne réside pas pour lui dans un principe philosophique applicable aux deux domaines, mais dans son épistémologie. Il n'a ainsi jamais situé son idéal scientifique dans les mathématiques pures. Son but était bien au contraire de travailler à une synthèse de la physique (aristotélicienne) et des mathématiques appliquées, c'est-à- dire, dans son cas, l'astronomie et l'optique. Ces dernières devaient par leur précision consolider ou corriger, selon

5. Moritz *Cantor* : *Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik*, 2e éd. , Leipzig 1893 , vol. 1 , 744.

6. Heinrich *Suter* : " Die Kreisquadratur des Ibn al- Haitam. Zum ersten Mal nach den Manuskripten der königl. Bibliothek in Berlin und des Vatikans hg. u. übers", *Zeitschrift Für Mathematik und Physik, hist. – liter. Abt.* , 44 (1899), 33 – 47 .

7. Quoiqu'en dise Giorgio *Nebbia*, Helmut Ritter, n'a pas travaillé sur ce traité (cf. "Ibn al-Haytham nel millesimo anniversario della nascita " , *Physis, rivista di storia della scienza*, 9 (1967) , 165 – 214, 191). Ritter se contente à l'endroit indiqué de mentionner l'écrit en question.

8. H. *Suter*, op. cit. , 34 .

9. " Intentio est ex oppositorum coincidentia mathematicam venari perfectionem " (De mathematica perfectione, pars II, fol. 101 r, Nicolai Cusae cardinalis opera, Parisiis 1514, H – réimprimé Francfort 1962) .

La Quadrature du cercle d'Ibn al-Haytham
Solution philosophique ou mathématique ?

TAMARA ALBERTINI*

Abu ᶜAli al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haytham (965 – 1040)[1] devenu célèbre dans le monde latin pour son ouvrage d'Optique[2] a traité divers problèmes d'ordre mathématique, astronomique, mécanique, politique et philosophique. Il s'est en outre intéressé à la médecine, heureusement peut-on observer, puisque c'est grâce à ce dernier penchant qu'une longue liste de ses ouvrages nous est parvenue. Ibn Abī Uṣaibiᶜa (1203 – 1270), lui-même médecin de profession, s'est ainsi chargé de transmettre et compléter dans son histoire des médecins l'autobiographie d'Ibn al-Haytham et la liste d'ouvrages que celui - ci y avait dressée.[3] Dans la liste supplémentaire d'Ibn Abī Uṣaibiᶜa figure aussi le traité sur la *Quadrature du cercle* (*maqāla fī tarbīᶜ addā'ira*). Au siècle dernier, l'existence de ce traité était connue au plus tard depuis l'ouvrage de F. Woepcke sur ᶜOmar al-Khayyam où 117 écrits d'Ibn al-Haytham sont mentionnés[4]. Moritz Cantor pouvait ainsi déplorer en 1893 que ce traité sur la *Quadrature du cercle*, " le premier

* Institut für Geistesgeschichte und Philosophie, Universität Munchen, Germany .

1. Pour d'ultérieures données biographiques et une vue d'ensemble sur l' oeuvre d' Ibn al-Haytham cf. l'article de A. I. *Sabra* dans : *Dictionary of Scientific Biography*, vol. VI, 189 – 210 .

2. A. I. *Sabra* a publié le texte original arabe : Al- Ḥasan ibn al- Ḥasan ibn al- Haytham, *Kitāb al-Manāẓir*, Livres I – III , avec glossaire arabe- latin et tables de concordance, Kuwait 1983 ; ainsi qu'une traduction anglaise : *The Optics of Ibn Al- Haytham*, Livres I – III : sur la vision directe, trad. avec introd. et comm. (Studies of the Warburg Institute, 40), Londres 1989. Nous citons cependant ci-dessous selon l'ancienne édition de Friedrich *Risner* : *Opticae thesaurus Alhazeni Arabis libri septem. . . .* , Bâle 1572 (reprint New York 1972) .

3. Cf. *Ibn Abī Uṣaibiᶜa* : *ᶜUyūn al- Anbā' fī Ṭabaqāt al-Aṭibbā'*, 2 volumes , éd. par August *Müller*, Le Caire/Königsberg 1882 – 1884, vol. 2, 90 ss. [trad. fr. par B. R. *Sanguinetti*, *Journal asiatique*, V, 3, 230 ss.; 4, 178ss. (1854); 5, 401 ss. ; 6, 129ss. (1855); 8, 316ss. (1856)] ; pour une traduction allemande de l'autobiographie cf. Eilhard *Wiedemann* : " Ibn al- Haiṭam, ein arabischer Gelehrter ", *Festschrift für J. Rosental*, Leipzig 1906, 149 – 178.

4. *Woepcke*, F. : *L'Algèbre d'Omar Alkhayyami*, Paris 1851, 73ss. ; pour quelques corrections cf . Heinrich *Suter* : *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke* (reprint New York 1972) , Leipzig 1900, 92 s. – Bernardino *Baldi* cite dans les " Vite di matematici arabi " (éd. par M. *Steinschneider*, *Bullettino di bibliogr. e di storia delle sc. mat. e fis.*, 5(1872), 427 – 534) une traduction latine de la quadrature du cercle par Pietro della valle qui n'a cependant pas été transmise jusqu'à nous.

J. H. A. S. 1991 : vol 9 : pp. 5 – 21

Editorial

We regret that the " J. H. A. S. " had stumbled and retarded for reasons out of our will. Now it is coming to the light again.

Our most gratefulness to all our subscribers, of researchers and scientific institutions, for their patience and understanding to our accidental circumstances, hoping in return that the publication schedule of the *Journal* will be, from now on, regular as before, i. e. one volume per year.

As it is not possible to publish volumes for the former period , we considered the period between 1985 – 1990 a period of suspension but with the maintenance of the volumes' succession and, consequently, the whole rights of the subscribers are respected .

In this very volume you will find the persistent works of the researchers in their trial to reveal the scientific heritage of the Arabic and Islamic civilization. This volume, therefore, includes various and rich articles dealing with diverse topics in medicine, astronomy and mathematics.

Prof. Khaled MAGHOUT, D. Sc.

Director I. H. A. S.

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE

VOLUME 5 NUOMBERS 1 & 2 1

Journal for the History of Arabic Science

Brief Index to Volumes

1 through 5 (1977-1981)





University of Aleppo
Institute for the History of Arabic Science
Aleppo,Syria

مجلة تاريخ العلوم العربية

فهرس محتويات المجلة

من المجلد الأول إلى المجلد الخامس
(١٩٧٧ - ١٩٨١)

ترقيم الصفحات كالتالي :

مجلد ١ ، ج ١ ص 1 – 182 ، ج ٢ ص 183 – 388 مجلد ٢ ، ج ١ ص 1 – 230 ، ج ٢ ص 231 – 450
مجلد ٣ ، ج ١ ص 1 – 180 ، ج ٢ ص 181 – 424 مجلد ٤ ، ج ١ ص 1 – 236 ، ج ٢ ص 237 – 420
مجلد ٥ ، جزء واحد .

Journal for the History of Arabic Science

Brief Index to Volumes

1 through 5 (1977-1981)

Pagination according to numbers:

Vol. 1 No. 1, 1-182 No. 2, 183-388; Vol. 2 No. 1, 1-230 No. 2, 231-450; Vol. 3 No. 1, 1-180 No. 2, 181-424; Vol. 4 No. 1, 1-236 No. 2, 237-420; Vol. 5 one number.